

lookKIT

DAS MAGAZIN FÜR FORSCHUNG, LEHRE, INNOVATION
THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION
AUSGABE/ISSUE #04/2020
ISSN 1869-2311



KÖRPER DER ZUKUNFT: DAS ZUSAMMENSPIEL VON MENSCH UND MASCHINE
FUTURE BODY: THE INTERACTION OF HUMANS AND MACHINES

KLIMA DER ZUKUNFT: DAS DILEMMA DER CLIMATE ENGINEERING-FORSCHUNG
FUTURE CLIMATE: THE DILEMMA OF CLIMATE ENGINEERING RESEARCH

ENERGIE DER ZUKUNFT: DIE INITIATIVE „ENERGIE SYSTEM 2050“
FUTURE ENERGY: THE ENERGY SYSTEM 2050 INITIATIVE



Bringen Sie mit uns das Land Baden-Württemberg voran. Als Förderbank des Landes unterstützen wir Wirtschaft, Kommunen und Menschen, damit Baden-Württemberg ebenso leistungsstark wie lebenswert bleibt. Wir sind in Karlsruhe und Stuttgart mit über 1.300 Mitarbeiter*innen vertreten.

Eine wichtige Säule ist unser eigener IT-Bereich mit:

- über 150 Mitarbeiter*innen
- eigenem Rechenzentrum
- agilen Entwicklungsmethoden

Wir betreiben und entwickeln Standardsoftware und eigenentwickelte IT-Lösungen mit agilen Methoden. IT-Security, Private Cloud mit hyperkonvergenter Infrastruktur sowie weitere aktuelle Themen sind bei uns gelebter Alltag.

Wir suchen für unseren Standort in Karlsruhe unter anderem:

- IT Service Owner Berechtigungsmanagement (m/w/d)
- Fullstack Java Entwickler (m/w/d)
- Scrum Master (m/w/d)
- Enterprise Architect (m/w/d)
- Informatiker / Fachinformatiker mit Datenbankkenntnissen (m/w/d)
- Duale Studenten (m/w/d), Fachrichtungen Wirtschaftsinformatik und Informatik
- Auszubildende (m/w/d), Fachrichtungen Anwendungsentwicklung und Systemintegration
- Trainees (m/w/d)
- Werkstudenten (m/w/d)
- Praktikanten (m/w/d)

Wir bieten unter anderem:

- sichere Arbeitsplätze
- Gleitzeitmodell
- attraktive betriebliche Altersversorgung
- eigenes Betriebsrestaurant
- zentrale Innenstadtlage mit guter Verkehrsanbindung
- Fitnesszentrum
- und einiges mehr...

Informieren Sie sich über die L-Bank: <https://www.l-bank.info/fuer-bewerber-innen/warum-zur-l-bank>

Erzählen Sie uns, womit wir Ihr Interesse geweckt haben und bewerben Sie sich in nur wenigen Minuten online. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Aus Liebe zum Land

 **L-BANK**
Staatsbank für Baden-Württemberg

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

die moderne Gesellschaft ist auf Technik und deren ständige Weiterentwicklung angewiesen. Aufgabe der Wissenschaft ist es, Chancen und Risiken technologischer Innovationen und Visionen zu identifizieren und die Folgen bereits im Alltag eingesetzter Entwicklungen zu untersuchen. Die Forscherinnen und Forscher des KIT – „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ sind in vielfältigen Disziplinen am Puls des technischen und gesellschaftlichen Fortschritts.

Mit Technikzukünften im wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Kontext setzen sich Professor Armin Grunwald und Professor Marcus Popplow auseinander. Ein Gespräch über den Begriff „Technikzukünfte“ und die damit verbundenen Fragestellungen finden Sie ab Seite 10.

Im Umgang mit technischen Geräten wachsen Mensch und Technik immer weiter zusammen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Dipl.-Pol. Christopher Coenen beschäftigen sich im Projekt „FUTUREBODY“ mit der Zukunft des menschlichen Körpers im Lichte des neurotechnologischen Fortschritts. Das Team analysiert Ängste und Hoffnungen, die etwa mit dem Einsatz von künstlicher Intelligenz, Gehirnimplantaten oder der Messung von Gehirnaktivitäten verbunden sind (Seite 18).

Eine gravierende Folge von auf fossilen Brennstoffen beruhenden Technologien bedroht heute das Leben auf unserem Planeten: der Klimawandel. Im Interview zieht Professor Johannes Orphal Bilanz und spricht über mögliche Zukunftsszenarien (Seite 25). Der technologische Eingriff ins Klimasystem mithilfe von Climate Engineering ist eine Vision, mit welcher die Erderwärmung begrenzt werden könnte. Professor Thomas Leisner und Dr. Bernhard Vogel haben im Rahmen eines Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft an verschiedenen Climate Engineering-Strategien sowie damit verbundenen Konflikten geforscht (Seite 22).

Mit dem Klimaschutzplan der Bundesregierung steht das Industrie-land Deutschland vor einer gewaltigen Aufgabe: die umfassende und langjährige Transformation des Energiesystems zu organisieren und gleichzeitig eine stabile Energieversorgung zu gewährleisten. Um diese Vision zu realisieren, hat die Forschungsinitiative „Energie System 2050“ der Helmholtz-Gemeinschaft eine Bandbreite systemischer Lösungsoptionen erarbeitet. Die Handlungsvorschläge des Forschungsverbunds stellen wir Ihnen ab Seite 30 vor.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre.

Ihr



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



Holger Hanselka, Foto/Photograph: Markus Breig

DEAR READER,

Modern society is dependent on technology and its further development. The task of science is to identify opportunities and risks of technical innovations and visions and to analyze the consequences of technical systems used in everyday life. Researchers of KIT – The Research University in the Helmholtz Association work at the cutting edge of technical and social progress in a number of disciplines. Professor Armin Grunwald and Professor Marcus Popplow deal with technology futures in both scientific and social contexts. Find a conversation on the concept of “technology futures” and related questions on page 12.

When using technical equipment, humans reduce their distance to machines. The “FUTUREBODY” project of Dipl.-Pol. Christopher Coenen focuses on the future human body in light of progress in neurotechnology. His team analyzes fears and hopes associated with the use of artificial intelligence, brain implants, and the measurement of brain activities (page 20).

One consequence of technologies based on fossil fuels threatens life on our planet: Climate change. In an interview, Professor Johannes Orphal takes stock and talks about potential future scenarios (page 26). Intervention in the climate system with the help of climate engineering is a vision to limit global warming. Under a priority program funded by the German Research Foundation, Professor Thomas Leisner and Dr. Bernhard Vogel studied various climate engineering strategies and their associated conflicts (page 24).

With the Climate Protection Plan adopted by the Federal Government, Germany is facing a huge challenge as an industrialized country: Organizing comprehensive and sustainable transformation of the energy system, while ensuring stable energy supplies. To make this vision come true, the “Energy System 2050” Research Initiative of the Helmholtz Association has developed a wide range of systemic solution options. Actions recommended by the Initiative are presented on page 35.

Enjoy reading!
Yours,

INHALT / CONTENT



14

BLICKPUNKT / FOCUS

10–13

TECHNIKZUKÜNFT:**WAS ES BEDEUTET, WENN WIR
ÜBER TECHNIK SPRECHEN**Technology Futures: What It Means
When We Talk about Technology

14–17

MOBILITÄTSUTOPIEN:**VON SUPERAUTOMOBILEN
UND VERNUNFTSAUTOS**Mobility Utopias: About Supercars
and Rational Cars

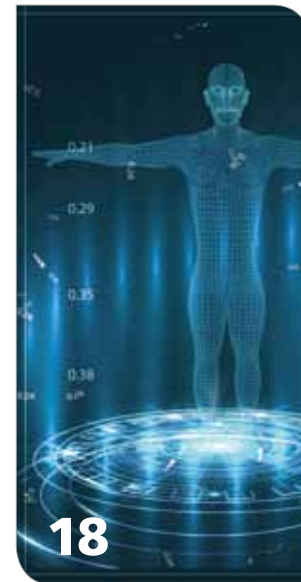
18–20

UPGRADE ZUM KÖRPER 2.0:**DAS PROJEKT „FUTUREBODY“****ERFORSCHT DIE ZUKUNFT DES
ZUSAMMENSPIELS VON MENSCH
UND MASCHINE**Body Upgrade 2.0: "FUTUREBODY"
Project Studies Future Interaction
of Humans and Machines

21

**AUSGRÜNDUNG: SENSOREN VON
SENSEING ERMITTELN GRAD DER
BESCHÄDIGUNG AN PRODUKTEN**Startup: SenseING's Sensors Determine
Degree of Damage
to Products

22–28

DAS DILEMMA DER CLIMATE**ENGINEERING-FORSCHUNG:****„WIR MÜSSEN ZEIGEN KÖNNEN,
WORAUF MAN SICH EINLÄSST“**The Dilemma of Climate Engineering
Research: "We Must Be Able to
Show to People What They Are
Getting into"

18

25–27

DER MENSCHENGEMACHTE**KLIMAWANDEL: „EINE KATASTROPHE,
DEREN FOLGEN WIR NOCH NICHT
ÜBERBLICKEN KÖNNEN“**Human-made Climate Change:
"A Catastrophe, the Implications
of Which Are Not Yet Clear"

29

AUGENBLICKIT: NEUER SUPER-**COMPUTER HOREKA KOMMT ANS KIT**AUGENBLICKIT: New HoreKa
Supercomputer Installed at KIT

30–35

„ENERGIE SYSTEM 2050“:**DER NÄCHSTE SCHRITT IN DER
ENERGIEWENDE**"Energy System 2050": The Next Step
of the Energy Transition

36–38

MASCHINEN FÜR DEN FRIEDEN:**KI KANN UN-DIPLOMATIE BEI DER
FRIEDENSSTIFTUNG UNTERSTÜTZEN**Machines for Peace: AI Can Support
UN Diplomats in Restoring Peace

25

39
INTERNATIONAL NEWS
Internationale Nachrichten

40–41
NACHRICHTEN
News

WEGE / WAYS

42–45
**KREISLAUF FÜR KUNSTSTOFFABFÄLLE:
NEUE WEGE FÜR ALTEN KUNSTSTOFF**
Closing the Plastics Cycle:
Ways to Reuse Old Plastic

GESICHTER / FACES

46–49
**„KOLIBRI GAMES“:
MILLIONENDEAL FÜR HANDYSPIELE**
“Kolibri Games”: A Deal Worth
Billions for Mobile Games

ORTE / PLACES

50–52
**WASSERSTOFFTECHNIKUM: LEICHTES
GAS MIT GROSSER WIRKUNG**
Hydrogen Test Center: Light Gas
with a Big Effect

53
**AUF EINE FRAGE: KÖNNEN PFLANZEN
BRUSTKREBS BEKOMMEN?**
Just a Question: Can Plants Get
Breast Cancer?



HORIZONTE / HORIZONS

54–56
**LITHIUM: MINIMALINVASIVES
VERFAHREN AUS DEM KIT ZUM
ABBAU VON LITHIUM MITTELS
GEOTHERMIEANLAGEN**
Lithium: KIT Develops Minimally
Invasive Lithium Mining Process
Using Geothermal Plants

57
**UND SONST: INTERAKTIVER
PRÄSENTATIONSGLOBUS
AM KIT ERMÖGLICHT BLICK
AUF UNSERE ERDE**
What Else: Interactive Presentation
Globe at KIT Provides Views of
Our Earth



Kommunikation von gestern

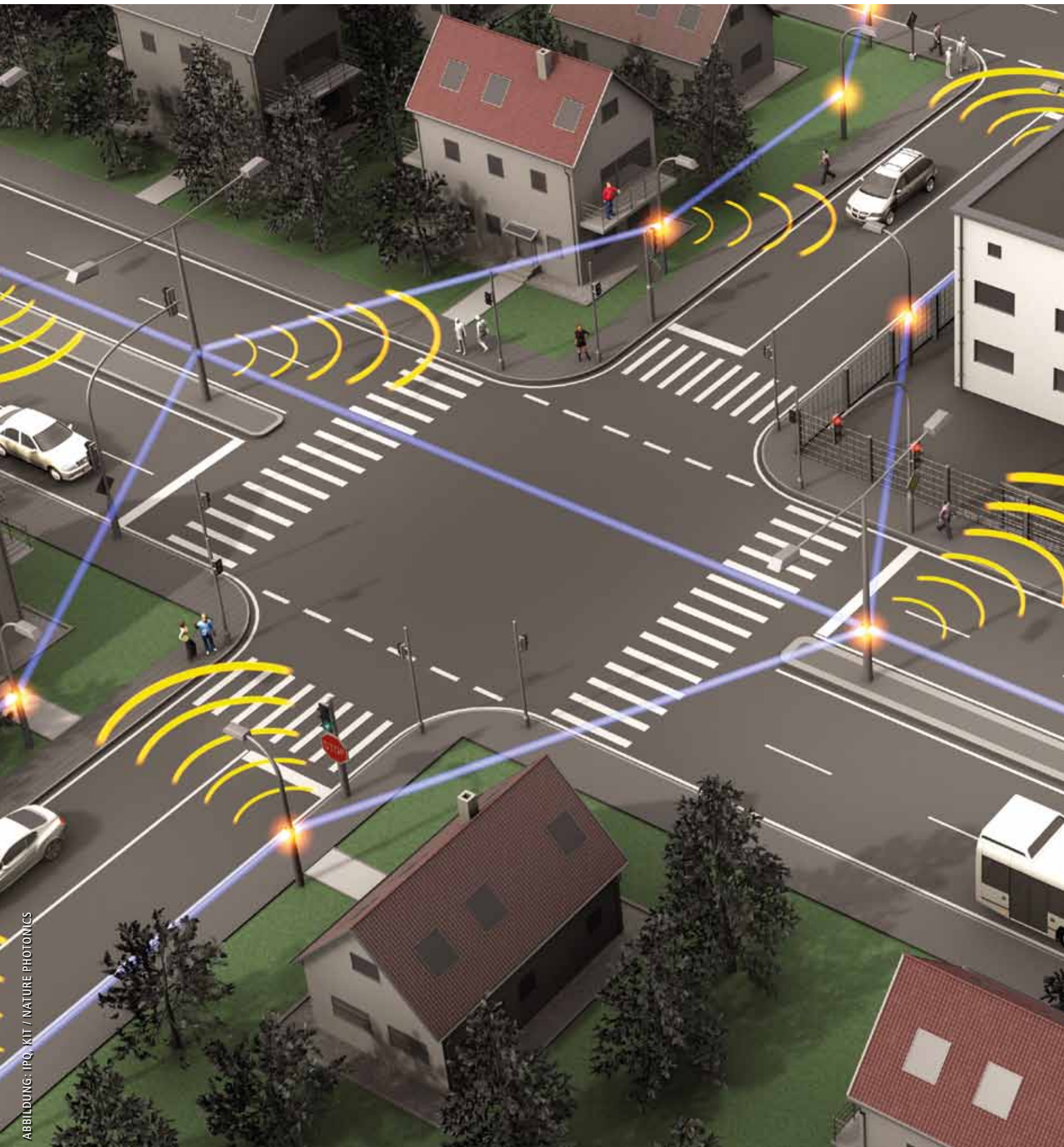
In den 1960er-Jahren sah Mobilfunk noch so aus. Im Schreibabteil des Trans-Europ-Express (TEE), dem Vorgänger des EuroCity, nahm die Zugsekretärin den Hörer in die Hand und vermittelte ankommende und abgehende Ferngespräche mithilfe der TeKade-Zugfunkanlage – im Bild Modell B72, welches von 1960 bis 1967 gebaut und auch als Autotelefon verwendet wurde. Reisende konnten damit vom fahrenden Zug aus Gespräche in das Festnetz der Deutschen Bundespost führen. Das analoge A-Netz, welches ab 1958 von der Post betrieben wurde, war der erste Meilenstein in der Mobilfunkgeschichte und wird zusammen mit seinen Nachfolgern, dem B- und dem C-Netz, als Mobilfunk der ersten Generation bezeichnet (1G). Die ersten mobilen UKW-Geräte für die Übertragung der Funksignale waren damals mit Röhren ausgestattet, wogen 15 bis 20 Kilogramm, kosteten mehr als ein fabrikneuer VW-Käfer und funktionierten nur, solange man den Funkbereich der ortsfesten Funkstelle nicht verließ.

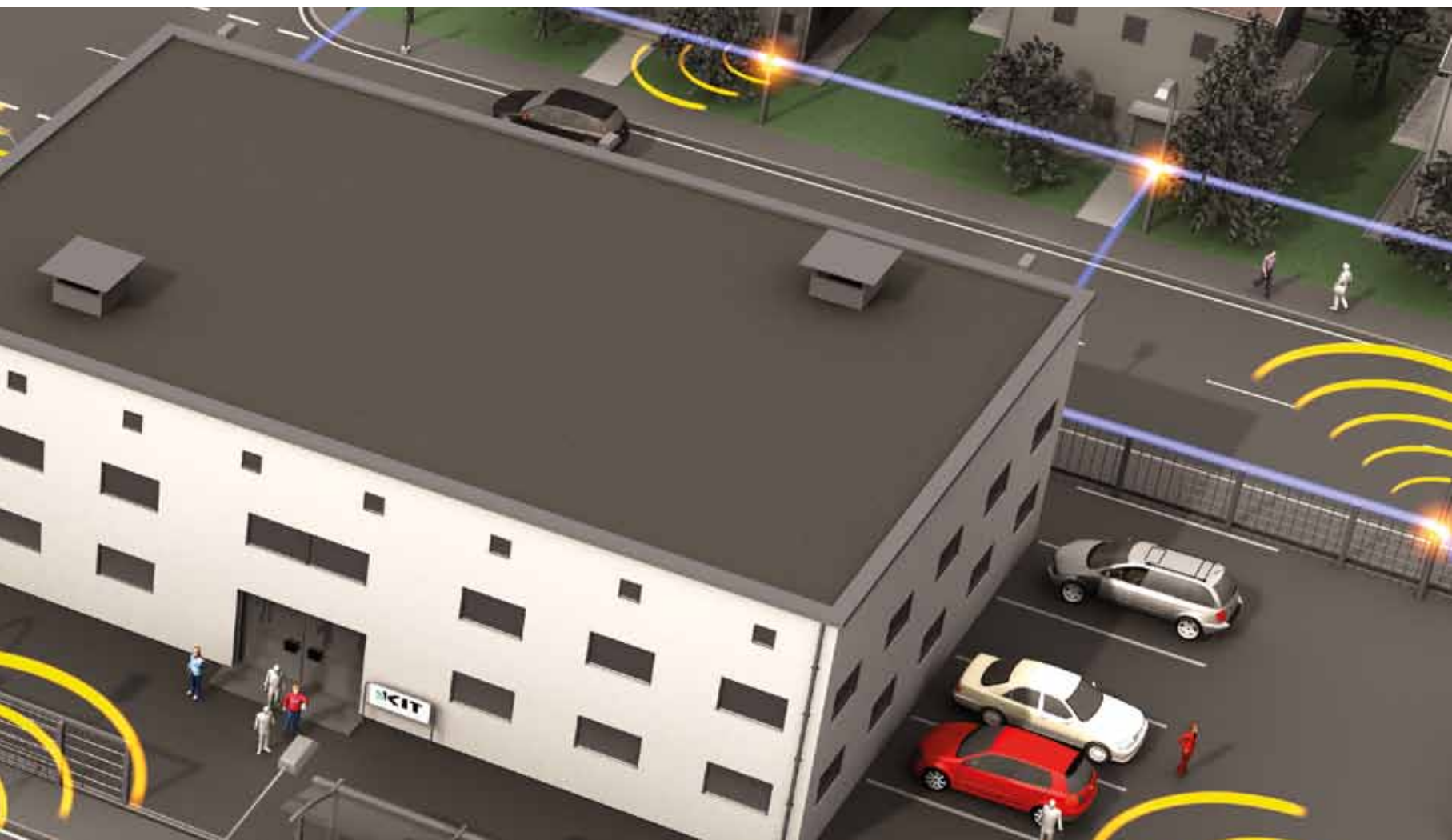
Yesterday's Communication

This is what mobile communications were like in the 1960s. In the writing compartment of the Trans-Europ-Express (TEE), the predecessor of the EuroCity train, the train secretary took the phone and switched incoming and outgoing long-distance calls with the help of the TeKade train radio communication system. The photo shows model B72, which was built from 1960 to 1967 and also used as automobile telephone system. With it, travelers could make calls from the train into the fixed network of Deutsche Bundespost. The analog A network operated by the German Federal Post Office beginning in 1958 was the first milestone in mobile communications history. Together with its successors, the B and C networks, it is referred to as mobile communications of the first generation (1G). The first mobile VHF devices for transmission of radio signals were equipped with tubes, weighed between 15 and 20 kg, cost more than a brand-new beetle, and only worked within the range of the stationary radio transmitter.









Kommunikation von morgen

Während derzeit das 5G-Netz ausgebaut wird, sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT schon einen Schritt weiter und arbeiten an Mobilfunknetzen der sechsten Generation (6G). Um möglichst viele Nutzerinnen und Nutzer gleichzeitig bedienen und große Datenmengen schnell übertragen zu können, wird das 6G-Netz aus vielen kleinen Funkzellen bestehen. Die Basisstationen der Funkzellen lassen sich beispielsweise an Straßenlaternen anbringen und werden über Frequenzen im Terahertz-Bereich drahtlos verbunden. Entsprechende Empfänger sind bisher jedoch komplex und teuer. Forschende am Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ), am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) sowie am Institut für Beschleunigerphysik und Technologie (IBPT) haben nun gemeinsam mit dem Diodenhersteller Virginia Diodes (VDI) in Charlottesville/USA einen einfachen und günstig herzustellenden Terahertz-Empfänger entworfen, der aus einer einzigen Diode besteht. Das Team stellte sein Konzept, bei dem ein spezielles Signalverarbeitungsverfahren zum Einsatz kommt, in der Zeitschrift *Nature Photonics* vor (DOI: 10.1038/s41566-020-0675-0).

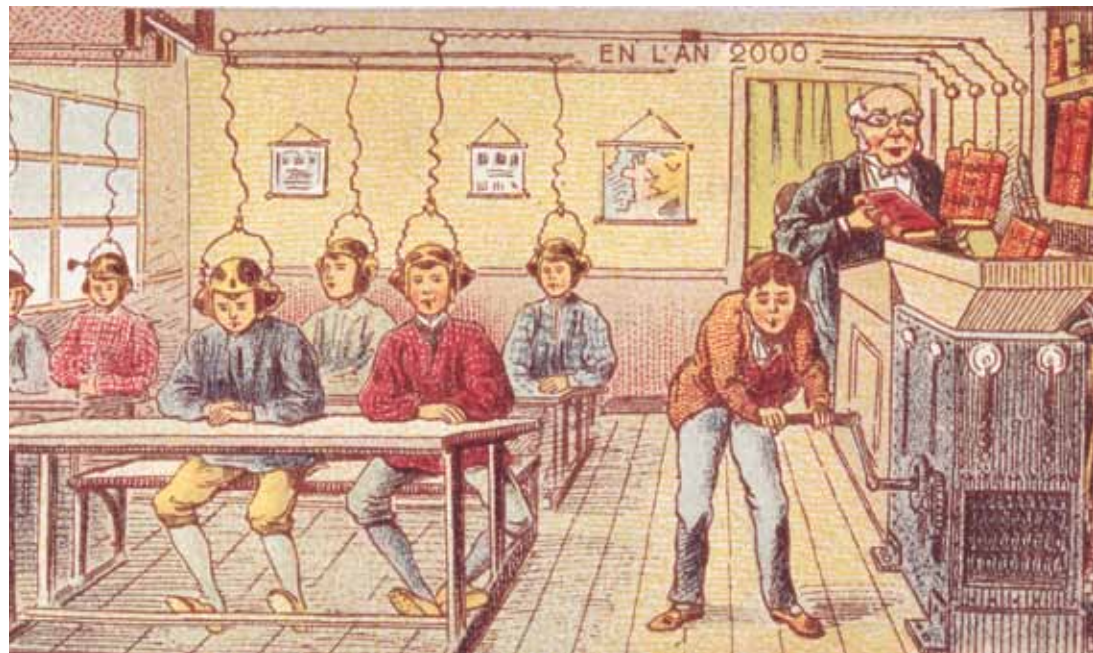
Tomorrow's Communication

While the 5G network is still being extended, scientists of KIT have already advanced a step further and are working on mobile communications networks of the 6th generation (6G). To serve as many users as possible and transmit large data volumes at high speed, the 6G network will consist of a large number of small radio cells. The base stations may easily be mounted to streetlights and will be connected by wireless links at frequencies in the terahertz range. However, terahertz receivers are still rather complex and expensive. In cooperation with Virginia Diodes (VDI) in Charlottesville/USA, researchers of KIT's Institute of Photonics and Quantum Electronics (IPQ), Institute of Microstructure Technology (IMT), and Institute for Beam Physics and Technology (IBPT) have now designed a simple, inexpensive receiver for terahertz signals that consists of a single diode. The team presented its concept based on a special signal processing method in *Nature Photonics* (DOI: 10.1038/s41566-020-0675-0).



Mit den Vorstellungen der Menschen von zukünftigen technischen Entwicklungen – ob in der Vergangenheit oder der Gegenwart – beschäftigt sich die Theorie der Technikzukünfte

The theory of technology futures deals with the people's conceptions of future technical developments – in the past or present



WAS ES BEDEUTET, WENN WIR ÜBER TECHNIK SPRECHEN

VON JUSTUS HARTLIEB

Technikzukünfte

Wohin die technische Zivilisation steuert, wird nicht am Würfeltisch höherer Mächte entschieden, sondern in komplexen Aushandlungsprozessen. Auch Visionärinnen und Visionäre wissen nicht, was werden wird, doch sie machen uns davon ein Bild. Technikfolgenforscher Professor Armin Grunwald und Technikhistoriker Professor Marcus Popplow plädieren dafür, die Kommunikation über die Welt von morgen vom Kopf auf die Füße zu stellen. In ihrer Theorie der „Technikzukünfte“ ermöglicht gerade die Unabsehbarkeit der Zukunft Erkenntnisgewinn.

lookKIT: Technikzukünfte – das ist ja zunächst mal ein etwas sperriger Begriff. Wie ist es dazu gekommen?

Armin Grunwald: Für mich hat das Anfang des Jahrhunderts mit der Debatte um die Nanotechnologie angefangen. In der Technikfolgenabschätzung erlebten wir damals einen regelrechten Orkan von Zukunftsvorstellungen – von Aussichten aufs Paradies bis hin zu düstersten Prophezeiungen. Zunächst war nicht klar, wie wir mit diesem Typ von Zukunftsaussagen ohne Evidenz und ohne Datengrundlage umgehen sollten. Denn zugleich hatten sie gewaltigen Einfluss: Die

amerikanische Regierung steckte eine Milliarde Dollar in den neuen Forschungszweig, während sich in Frankreich regelrechte Anti-Nano-Bewegungen formierten. All das hat mich bewogen, über Technikfolgen anders als bisher nachzudenken.

Wie denn?

Grunwald: Bei genauerem Hinsehen hat man den Eindruck, dass unsere Gesellschaft sich im Modus der Zukunft weiterentwickelt und dabei laufend Zukünfte von und mit Technik hervorbringt. Diese Vorstellungen haben Kraft – auch wenn die Technologien, um die es geht, gar nicht oder ganz anders realisiert werden. „Technikzukünfte“ ist mein Versuch, das auf einen Begriff zu bringen; ein Begriff, der Mensch, Gesellschaft und Technik in die Zukunft hineindenkt.

Marcus Popplow: In der Technikgeschichte gab es den Begriff „Technikzukünfte“ bislang nicht. Dennoch fällt der Anschluss leicht: Wir rekonstruieren, wie vergangene Gesellschaften auf sprachlicher und nichtsprachlicher Ebene über für sie zukünftige Technologien kommuniziert haben. Das eröffnet ein beträchtliches Forschungsfeld, in dem es nicht nur um Texte von Wissenschaftlern, Politikerinnen oder Science-Fiction-Autoren geht, sondern ebenso um Bil-

der und Filme, um Marketing, um die Haptik technischer Objekte und manches mehr.

Also verbindet sich mit dem Begriff auch ein integratives Bedürfnis?

Grunwald: In der Nanodebatte wurde das evident. Wir hatten es damals weniger mit Prognosen als mit „Erzählungen“ zu tun. Als Technikfolgenforscher waren wir versucht, so etwas als unseriös zu übergehen. Das hätte jedoch ihre Strahlkraft ignoriert. So kam es zu einem Perspektivenwechsel. Wir fragten nicht mehr: Was sagen diese Erzählungen über die Zukunft aus? Sondern: Was sagen sie über uns heute aus?

Zukunft also nicht als etwas zeitlich Ent-rücktes, sondern als Bestandteil des Heute?

Grunwald: Wann die nächste Sonnenfinsternis eintritt, das wissen wir. Aber wohin die Menschheit mitsamt ihrer Technik treibt, das wissen wir nicht. Unsere Bilder von der Zukunft sind zwangsläufig Expressionen der Gegenwart. Mal abgesehen davon, dass ich in einer Gesellschaft, in der die Zukunft bereits feststeht, gar nicht leben möchte.

Demnach beziehen sich Technikzukünfte paradoxerweise gar nicht auf die Zukunft?

Popplow: Jedenfalls sagen wir nichts voraus,



FOTOS: LAILA TKOTZ

Professor Armin Grunwald, Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT (l.), und Professor Marcus Popplow, Leiter des Departments für Geschichte am Institut für Technikzukünfte (ITZ) des KIT (r.)

Professor Armin Grunwald, Head of KIT's Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) (l.), and Professor Marcus Popplow, Head of the Department of History at KIT's Institute of Technology Futures (ITZ) (r.)

rechnen hoch oder leiten ab. Wir beschreiben, wie Leute sich die Zukunft vorgestellt haben, welche sinnstiftenden Erzählungen – sogenannte Narrative – zu welcher Zeit am Werk waren. Das Privileg der Geschichtswissenschaft ist es, dass sie nachschauen kann, wie es „wirklich“ geworden ist. Mehr interessieren freilich die Narrative sowie die Kommunikationsmedien, in denen sie kursieren und sich stabilisieren.

Herr Grunwald, Sie haben Technikzukünfte als „Vorstellungen über zukünftige Entwicklungen, in denen Technik eine erkennbare Rolle spielt“ eingeführt und als „Medium, in dem Debatten geführt werden“. Von welchen Konkurrenzbegriffen setzen Sie sich ab?

Grunwald: Für mich ist der Plural der programmatische Hebel. Als ich hier am KIT bei einem Kolloquium zum ersten Mal von „Zukünften“ gesprochen habe, ist mich ein ebenso geschätzter wie erfolgreicher Physiker mit der Bemerkung angegangen, es gäbe doch nur eine Zukunft. Und ich habe zurückgefragt: Welche denn? [*lacht*] So kamen wir in ein gutes Gespräch.

Popplow: Aus meiner Sicht füllt das Konzept „Technikzukünfte“ die Lücke zwischen den eher wolkigen „Utopien“ und „Visionen“ ei-

nerseits und der Alltagsrealität andererseits. Das Konzept erschließt eher Bodenständiges: wie wir alle im Alltag über zukünftige Technologien kommunizieren.

Schließt der dialogisch-pluralistische Ansatz nicht die visionären Einzelgänger und die genialen Spinner aus?

Grunwald: Nein, gar nicht. Leute wie Ray Kurzweil oder Elon Musk liefern das Futter für gesellschaftliche Debatten. Aber dann kommt es darauf an, solchen Visionären nicht einfach hinterherzulaufen, sondern kritisch nach den Implikationen ihrer Technikzukünfte zu fragen, außerdem nach technologischen Alternativen. So schafft man, in einem Akt der Selbstaufklärung, eine Wissensbasis für Entscheidungen. Gerade im Umgang mit neuen Technologien geht es darum, das, was man tut, bewusst zu tun.

Popplow: In der historischen Analyse fragen wir, an welche Positionen beziehungsweise Narrative die Visionärinnen und Visionäre anschließen





Technikfolgenforscher Armin Grunwald und Technikhistoriker Marcus Popplow plädieren dafür, die Kommunikation über die Welt von morgen vom Kopf auf die Füße zu stellen

Technology assessment expert Armin Grunwald and historian of technology Marcus Popplow recommend to take another perspective in communication about the world of tomorrow

Technology Futures

What It Means When We Talk about Technology

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Technology assessment expert Professor Armin Grunwald, Head of the Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS), and historian of technology Professor Marcus Popplow, Head of the Department of History at the Institute of Technology Futures (ITZ), study communication about the world of tomorrow under the title of "Technology Futures." The debate on nanotechnology about 20 years ago made Grunwald reflect on the impact of technologies in unprecedented ways and coin the term "technology futures." "Our society is continuously producing futures of and with technologies. These conceptions have a power of their own, even if the technologies in question are not realized at all or in another way," Grunwald explains. "The term 'technology futures' is my attempt to name this process." Grunwald points out that technology futures do not predict the future, but rather describe how humans imagined a future at times in the past. Analysis of technology futures, hence, gives researchers insights into humans of the present. Historian of technology Popplow studies the technology futures that existed in history: "We reconstruct how past societies communicated about their future technologies on a linguistic and non-linguistic level. This opens up a vast area of research that does not only deal with texts by scientists, politicians or science-fiction authors, but also with photos and films, marketing and much more." According to Grunwald, studying current conceptions of technology futures may create a knowledge base for decisions "by questioning technology futures and discussing technological alternatives." When using new technologies, everything that is done must be done deliberately, he says. ■

Contacts: armin.grunwald@kit.edu, marcus.popplow@kit.edu

und welche Funktion es hat, wenn solche herausgehobenen Figuren in einer bestimmten geschichtlichen Situation in Erscheinung treten. Auch das Gefälle zwischen Programm und Realisierung kann, wie beim Motoren-Pionier Felix Wankel, von Bedeutung sein.

Greifen diese Instrumente auch am zeitgenössischen Objekt?

Popplow: Lassen Sie mich ein Beispiel geben, wie das funktionieren könnte: In Debatten um Strategien zur Abschwächung des Klimawandels ist es ja Konsens, dass technische Innovationen in etwas eingebettet sein müssen, das man vage als „Bewusstseinswandel“ postuliert. Hier deckt die Analyse von Technikzukünften genau jene Ebenen ab, auf denen ein solcher Bewusstseinswandel erfolgen müsste. Weil wir Technikzukünfte als identitätsstiftende Sinngebungsprozesse verstehen, ahnen wir jedoch auch, wie schwer es werden wird, solche Selbstverständlichkeiten zu verändern. Ein Realisierungshorizont von wenigen Jahren erscheint da leider extrem unwahrscheinlich.

Welche Gesellschaft passt zur Idee der Technikzukünfte?

Grunwald: Der Begriff transportiert ein Ideal von Offenheit und Autonomie der Meinungsbildung beziehungsweise Entscheidungsfindung. Ich denke, dass das zu einer liberalen Demokratie gut passt. Aus der Politikberatung kann ich sagen, dass der Deutsche Bundestag daran, quer durch die Fraktionen, ein großes Interesse hat.

Von „Alternativlosigkeit“ ist da nie die Rede?

Grunwald: Nein, das kommt aus der Exekutive, und ich kritisiere es. Die Corona-Pandemie ist doch das beste Beispiel dafür, wie viele Optionen es gibt. Von denen die wirkungsvollsten in den letzten Monaten übrigens alte analoge Techniken, sprich Mund-Nase-Bedeckungen, und noch ältere Kulturtechniken, sprich Social Distancing, gewesen sind.

Popplow: Zugleich ist auch in der Pandemie ein Mechanismus zu beobachten, der für das Reden über Technik und Wissenschaft typisch ist: Sobald die Innovation Wirklichkeit wird – wie vor einigen Wochen in Gestalt der Coro-



FOTOS: LAILA TKOTZ

na-App – verändert sich der Diskurs von der Heils- beziehungsweise Unheilserwartung hin zur Ernüchterung. Auch beim Impfstoff könnte ein solcher Schwenk bevorstehen. ■

Kontakt: armin.grunwald@kit.edu,
marcus.popplow@kit.edu

Zum Weiterlesen / Literature:
Deutsche Akademie für
Technikwissenschaften (Hg.):
Technikzukünfte. Voraus-
denken – Erstellen –
Bewerten, München 2012
(online als PDF erhältlich).

Armin Grunwald (Hg.):
Technikzukünfte als
Medium von Zukunfts-
debatten und Technik-
gestaltung, Karlsruhe 2012
(<https://www.ksp.kit.edu/9783866449282>).

Marcus Popplow:
Zur Erforschung von Technik-
zukünften aus technik-
historischer Perspektive, in:
P. Dobroç, A. Rothenhäusler
(Hg.): 2000 revisited –
Rückblick auf die Zukunft,
Karlsruhe 2020, S. 41–58.



*Postkartenmotive
von der Weltausstel-
lung im Jahr 1900:
Diese zeigen die zu
dieser Zeit kursierenden
Visionen technischer Mög-
lichkeiten in der Zukunft*

*Postcards from the world
exhibition in 1900 illustrate
the visions of future technical
opportunities common at that time*

ANZEIGE

Unser Papierkram hinterlässt einen bleibenden Eindruck.

Wir bauen Hessen:
spannende Bauprojekte –
vom Universitätsklinikum bis hin zu
bedeutenden Kulturbauten des
Landes.

Bauen Sie mit:
Architekten, Bauingenieure und
Ingenieure der
Versorgungstechnik (m/w/d)
im Bau- und Gebäudemanagement.

HESSEN



JETZT BEWERBEN: lbi.hessen.de/Karriere
Wir bilden auch aus!





MOBILITÄTSUTOPIEN GESTERN UND HEUTE

VON HEIKE MARBURGER

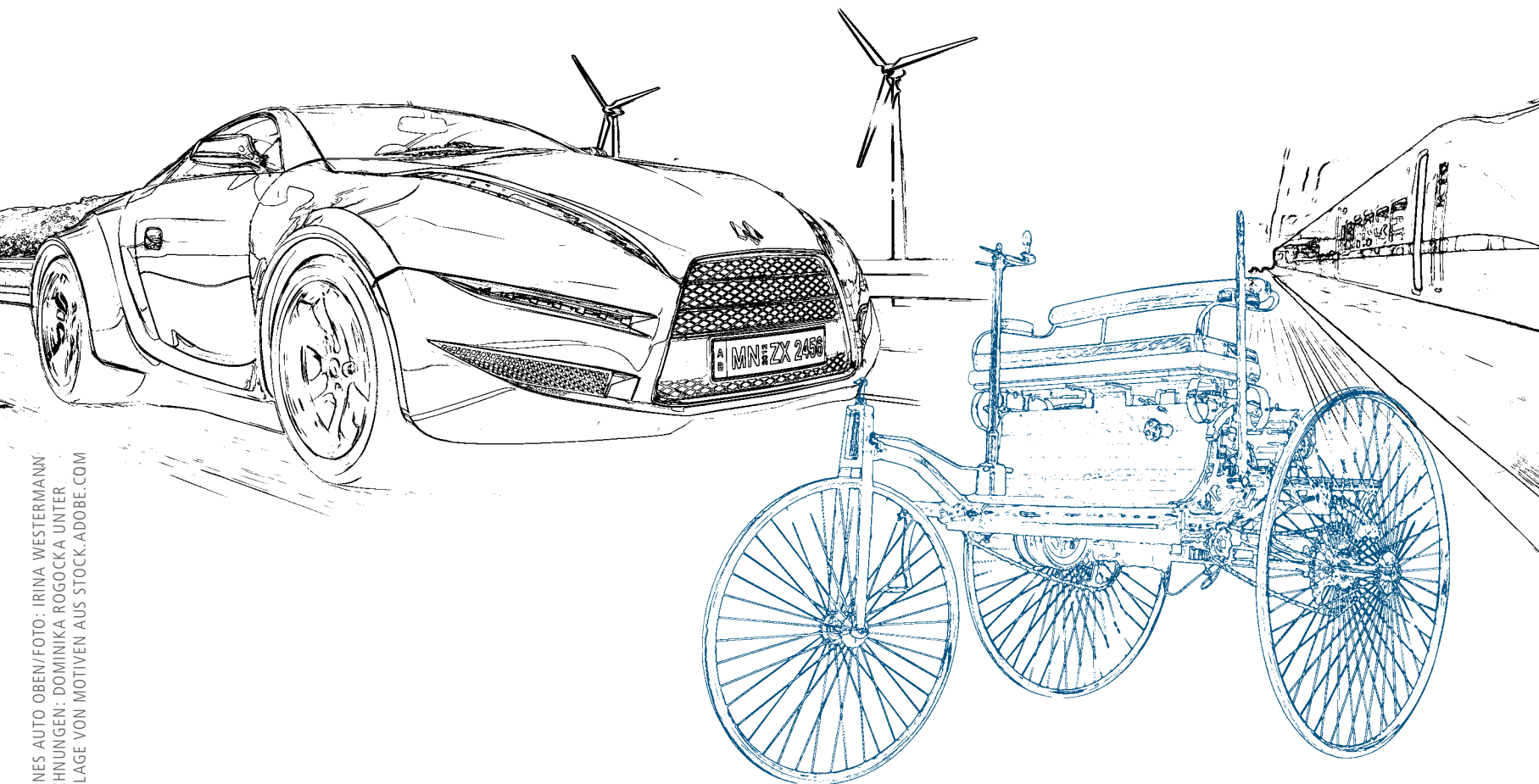


Von Superautomobilen und

Wie sieht die Mobilität von morgen aus? Ob in der Literatur, im Film oder in der Kunst – schon immer haben Menschen Fantasien über das Leben in der Zukunft entwickelt. Als in den 50er-Jahren der Massenverkehr zunahm und sich die Mobilität des Einzelnen steigerte, entstand die Vision einer mehrdimensionalen Stadt. „Man malte sich das urbane Leben in einer mehrschichtigen Stadt aus: Da gibt es unter der Stadt U-Bahnen, es gibt eine Autoebene, es gibt eine Fußgänger-ebene, darüber sind die Jets und die Hubschrauber, die von Hochhaus zu Hochhaus fliegen. Auf den einzelnen Ebenen fließen die Verkehrsströme hocheffizient und pausenlos. Der Raum wird durchflogen von Atomflug-

zeugen und von Raketen, die zum Nachbarplaneten rasen. Eine Utopie für eine multidimensionale Stadt, die heute zum Teil real ist“, erklärt Professor Kurt Möser vom Department für Geschichte am Institut für Technikzukünfte (ITZ) des KIT. Der Experte für Technikgeschichte beschäftigt sich mit Mobilitätsutopien und geht unter anderem der Frage nach, welche Erkenntnisse die Gesellschaft heute aus der wissenschaftlichen Betrachtung von Utopien gewinnen kann.

„Die schillernde Utopie von der Fortbewegung in einer multidimensionalen Stadt sei Ausdruck der gesteigerten Technikbegeisterung und der Modernisierungssehnsüchte in beiden Nach-



Professor Kurt
Möser, Department
für Geschichte am
Institut für Technik-
zukünfte (ITZ)

Professor
Kurt Möser,
Department of
History at the
Institute of
Technology
Futures (ITZ)



Vernunftsautos

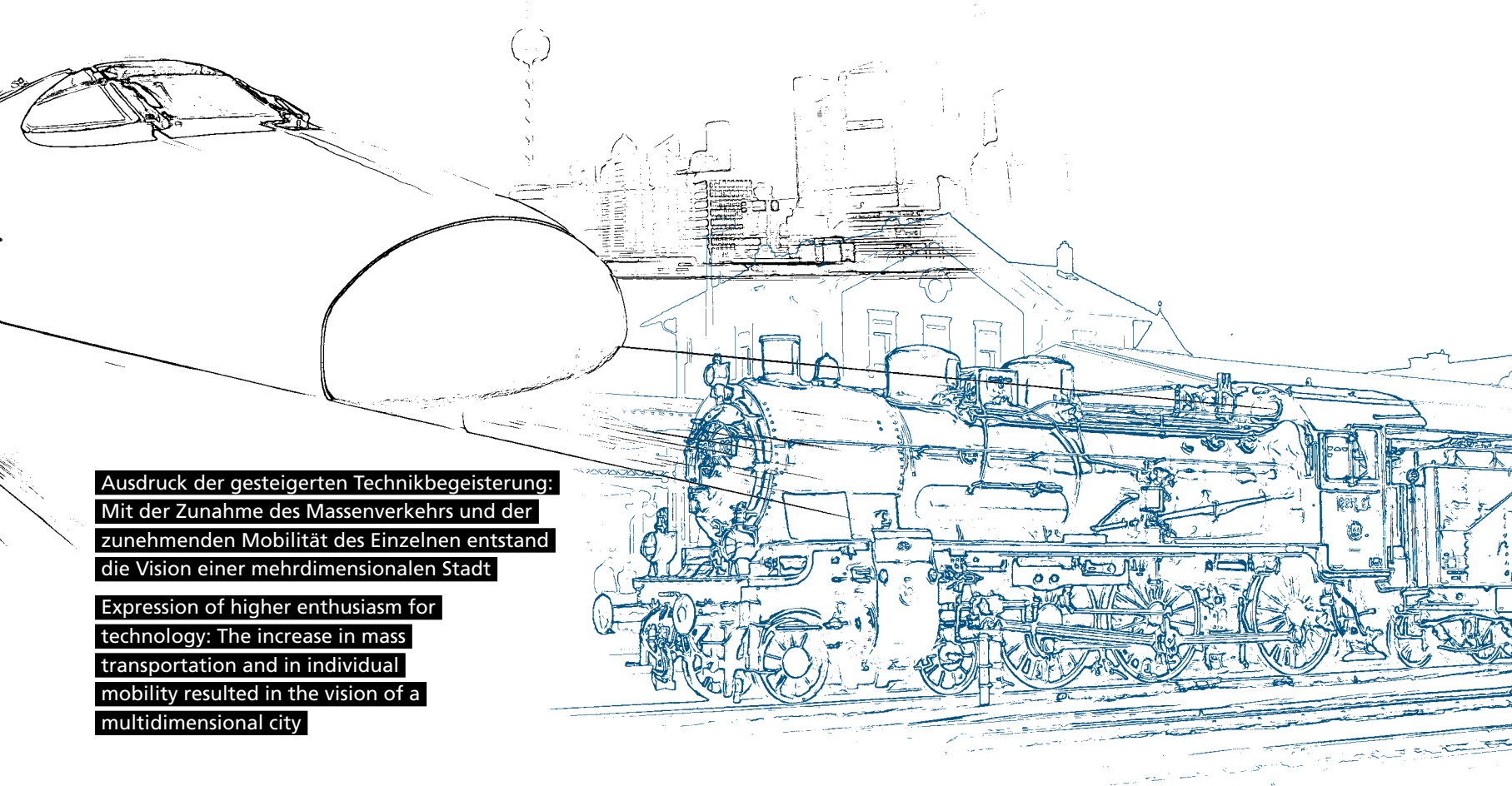
kriegsjahrzehnten gewesen“, verdeutlicht Möser. Die Idee des mobilen Einzelnen, der sich in großtechnischen Transportsystemen bewegt, hatte einen großen Reiz für die damalige Zeit. „Verkehrsutopien machten beispielsweise Aussagen über die Rolle des Transports in künftigen Gesellschaften, reflektierten mobilitätsbezogene Wünsche, Erwartungen und Befürchtungen, testeten Pfade technischer Lösungen oder spielten gefürchtete Konsequenzen dieser Entwicklungen und ihrer sozialen Implementierungen durch“, sagt Möser. Utopien initiieren demnach einen sozialen Prozess der Verortung von Technik. Mit ihnen könnten mögliche Verwendungsformen neuer Techniken durchgespielt und Befürchtungen und Al-

ternativen debattiert werden, bevor sie zu Innovationen würden, erläutert der Historiker.

Oft waren literarische Utopien auch der entscheidende Innovationsschub für einzelne Technologien. Inwiefern die Fantasie konkret Innovationen stimulierte, verdeutlicht Kurt Möser an Beispielen: „Wir wissen, dass fast alle Raketenpioniere, von Hermann Oberth bis hin zu Wernher von Braun, Jules Verne gelesen haben. Sein Roman ‚Von der Erde zum Mond‘ ist eine Literatur gewordene Utopie, welche die Begeisterung für Weltraumraketen in Gang gesetzt hat. Auch andere Raketenpioniere wurden nach eigenem Bekunden durch literarische Fantasien stimuliert, Welt-

raumfahrzeuge zu entwickeln.“ Ein anderes Fallbeispiel sei die Entwicklung des Panzers. Den englischen Tank, der 1910 entwickelt wurde, habe Science-Fiction-Autor H. G. Wells zehn Jahre zuvor in einer Erzählung beschrieben. Die Konstrukteure hätten nicht nur Wells' Vision eines Panzerkreuzers für den Landkrieg gekannt, sondern seien auch persönlich mit ihm befreundet gewesen.

Der Technikhistoriker Möser hat seinen Fokus speziell auf die Geschichte des Automobils und die Utopien gelegt, die es erzeugt hat. Verfolgt man die fantastischen Vorstellungen über die Nutzung des Autos im vergangenen Jahrhundert, kann man einzelne Perioden er-



Ausdruck der gesteigerten Technikbegeisterung:
Mit der Zunahme des Massentransports und der
zunehmenden Mobilität des Einzelnen entstand
die Vision einer mehrdimensionalen Stadt

Expression of higher enthusiasm for
technology: The increase in mass
transportation and in individual
mobility resulted in the vision of a
multidimensional city



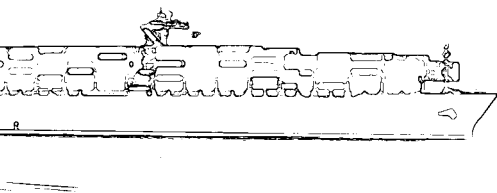
FOTO: IRINA WESTERMANN

Im Laufe der Zeit veränderten sich die Visionen für das Automobil: von schnell und luxuriös über komfortabel und modern bis hin zu sicher und ressourcenschonend

In the course of time, the visions of the automobile have changed from fast and luxurious to comfortable and modern to safe and resource-saving

kennen. So sind nach der Einführung des Autos von 1880 bis 1910 in Deutschland Fantasien von einem Superautomobil präsent. Es gibt Visionen von fliegenden und schwimmenden Autos, Autos als Kampfmaschinen sowie Entgrenzungs- und Hochgeschwindigkeitsutopien. Bis 1940 wird das Auto von morgen schneller, bequemer und luxuriöser. Außerdem träumen die Menschen von einem Auto für alle, ermöglicht durch Minimalismus und Produktionsverbilligung. Die 50er- und 60er-Jahre, so erklärt Möser, hätten die Idee eines immer komfortableren, gezielt modernen Automobils gepflegt, sogar schon mit automatisiertem Fahrbetrieb und neuartigen Antrieben wie etwa Gasturbinen oder Wankelmotoren. Dagegen treten in den 70er-Jahren Vorstellungen von sicheren und ressourcenschonenden Autos in den Vordergrund. Danach verlagert sich der Schwerpunkt der automobilen Visionen auf technische Aufrüstung zum staufreien Fahren und zu Alternativen zu fossilen Brennstoffen. Bequemlichkeit und Automatisierung spielen eine entscheidende Rolle in heutigen Visionen des Autos von morgen.

„Vor allem Krisen beflügeln Utopien“, sagt Möser. So folgte auf die Notwendigkeit zur Energiewende die Fokussierung auf das E-Mobil. Dabei sind Visionen für eine reibungslose Elektromobilität schon über 100 Jahre alt, und trotzdem konnte sich das E-Auto bis heute nicht gesellschaftlich etablieren. „Das Elektroauto war immer das Auto von morgen, nie das Auto der Gegenwart. Der Elektrizitätspionier



Obwohl die Visionen für eine reibungslose Elektromobilität schon über 100 Jahre alt sind, konnte sich das E-Auto bis heute nicht gesellschaftlich etablieren

Although electric mobility visions are more than 100 years old, the electric car has not yet succeeded in establishing itself in society

About Supercars and Rational Cars

Mobility Utopias Yesterday and Today

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

What will tomorrow's mobility be like? In literature, film, and the arts, people have always fantasized about life in the future. Kurt Möser, Professor at the Department of History of the KIT's Institute of Technology Futures, studies such mobility utopias. One of the goals of his scientific investigation is to discern what today's society can learn from these utopias.

"Transportation utopias, for instance, have covered the role of transportation in future societies, reflected mobility wishes, expectations, and concerns. They have tested technical solutions or analyzed potential consequences of these developments and their social implementations," the expert explains. Utopias may be used to try out potential applications of new technologies and to discuss concerns and alternatives before they are turned into innovations.

Oftentimes, literary utopias pushed innovative technologies. "We know that nearly all rocket pioneers, from Hermann Oberth to Wernher von Braun, read Jules Verne. His novel 'From the Earth to the Moon' is a utopia cast into literature that has fueled enthusiasm for space rockets," Möser says. "But crises also inspire utopias." The necessity of the energy transition was followed by a focus on the electric car, although electric mobility visions are more than 100 years old. "The electric car always was the car of tomorrow, never the car of the present," the historian says. Electric cars have always been considered too tame and not suited for travel or longer trips, Möser thinks. "The electric car rather is a rational car," Möser says and adds: "But the car is much more: A thing to experience adventures. Whoever reduced the car to a mere means of transportation, failed in history."

Currently, there is no lack of promising mobility utopias. "Also today, we have utopias that are socially and economically effective. Elon Musk fascinates us with his SpaceX rockets or the hyperloop concept, i.e. a high-speed train moving at near sonic speed in a tube with a partial vacuum. In Möser's opinion, Tesla Inc. is a utopia that has become economically successful, although it generates hardly any profit. ■

Contact: kurt.moeser@kit.edu

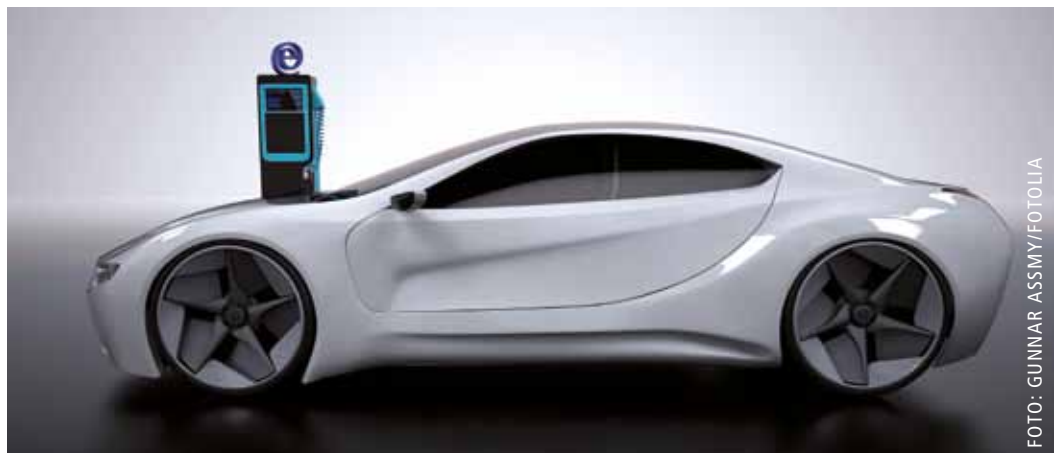


FOTO: GUNNAR ASSMY/FOTOLIA



Thomas Edison hatte 1906 gesagt, das Elektroauto sei das perfekte Auto, nur die Batterie sei nicht perfekt. Aber in zwei bis drei Jahren würden wir das gelöst haben.“ Elektroautos hätten schon immer als zu zahm gegolten, sie hätten nicht für das Reisen oder längere Touren getaugt, meint Möser. Die technischen Gründe sind bis heute unverändert: Reichweiten- und Ladeprobleme – aber auch kulturelle Vorbehalte. „Das E-Mobil hat sich nie gegen das Benzinauto durchgesetzt, weil die Kunden etwas anderes vom Auto wollten. Es war eher ein Vernunftsauto. In der Geschichte des Autos gab es jedoch immer unvernünftige Züge“, resümiert Möser. Dabei sei das Auto viel mehr: eine Privatheitsmaschine, ein rollendes Wohnzimmer, ein Ding, um Abenteuer zu erleben. Wer das Auto zum Transportmittel habe reduzieren wollen, der sei im Verlauf der Geschichte immer gescheitert.

An Erfolg versprechenden Mobilitätsutopien der Gegenwart mangelt es jedoch nicht. „Wir haben auch heute Utopien, die gesellschaftlich und wirtschaftlich wirksam sind. Wenn Sie an die Begeisterung denken, die Elon Musk mit seiner Weltraumutopie in Bewegung setzt, seinen SpaceX-Raketen, oder dem Hyperloop-Konzept eines Transportsystems, bei dem sich ein Hochgeschwindigkeitszug mit annähernd Schallgeschwindigkeit in einer Röhre mit Teilvakuum fortbewegen soll – das sind sehr erfolgreiche Utopien. Das erinnert mich ganz stark an die Aufbruchutopien der 60er-Jahre“, erklärt Möser. Vor allem das amerikanische Unternehmen Tesla sei eine Utopie, die wirtschaftlich erfolgreich geworden sei – obwohl es noch kaum Gewinne erwirtschaftete. ■

Kontakt: kurt.moeser@kit.edu

Der Hyperloop ist ein Transportsystem, bei dem sich ein Hochgeschwindigkeitszug in einer Röhre mit Teilvakuum beinahe lautlos fortbewegt

The Hyperloop is a transport system based on a high-speed train moving almost silently in a tube with a partial vacuum



ANZEIGE



Campus-Kollektion

Dezember-Aktion*

Versandkostenfreie Lieferung ab 15 Euro Bestellwert

www.kit-shop.de

(*1.12.-31.12.2020)



FUTUREBODY untersucht die Auswirkungen des Zusammenwachsens von Körper und Technik auf die Gesellschaft. Im Fokus stehen unter anderem Neurotechnologien und künstliche Intelligenz (KI)

FUTUREBODY investigates the effects of the merging of body and technology on society. The focus is on neurotechnologies and artificial intelligence (AI)



Upgrade zum Körper 2.0

DAS PROJEKT
„FUTUREBODY“ ERFORSCHT
DIE ZUKUNFT DES
ZUSAMMENSPIELS VON
MENSCH UND MASCHINE

VON HEIKE MARBURGER

Die Frage nach der Zukunft des menschlichen Körpers im Lichte neurotechnologischer Fortschritts steht im Mittelpunkt des Projekts „FUTUREBODY“, welches im Rahmen der EU-Fördermaßnahme EU-ERA-NET NEURON-ELSA gefördert wird und seit 2018 am KIT läuft. In dem Projekt hinterfragen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), wie sich das Zusammenwachsen von Körper und Technik auf die Gesellschaft auswirkt. Im Fokus stehen Neurotechnologien und Prothesen, die Entwicklungen in

der Robotik sowie künstliche Intelligenz (KI) und ihr Einfluss auf das Verständnis der Verbindung von Maschine und Mensch. Das Projekt wird mit Beteiligung der University of Calgary, der Universität Freiburg und der Biofaction KG in Wien durchgeführt. lookKIT sprach mit dem Projektleiter Christopher Coenen, Politologe am ITAS.

Was soll mit FUTUREBODY erreicht werden? Christopher Coenen: Der Blick in die Zukunft und die Entwicklung philosophischer, aber auch soziologischer Konzepte, wie sich

das Körper-Maschine-Zusammenspiel in Zukunft darstellen wird, sind das Ziel unserer Forschung. Es geht um die Analyse gesellschaftlicher Ängste und Hoffnungen und darum, ob wir vielleicht neue Begrifflichkeiten finden müssen. Zum Beispiel fragen wir, ob wir in Zukunft davon reden können, dass es einen Menschen und sein Gerät gibt, oder ob nicht eher der Mensch zugleich sein Gerät ist. So haben Rollstuhlfahrerinnen und -fahrer ja schon teilweise das Selbstverständnis, dass der Rollstuhl ein Teil von ihnen ist.

Die Beziehung von Mensch und Maschine hat schon immer Visionärinnen und Visionäre angeregt, mit der zukünftigen Bedeutung von Technologien zu spielen. Können Sie einige dieser Ideen benennen?

Coenen: Was ganz offensiv von Tesla-Chef Elon Musk und anderen vertreten wird, ist beispielsweise die Vorstellung der Verschmelzung des Menschen mit künstlicher Intelligenz. Da steckt die Überzeugung dahinter, dass der Mensch in Zukunft in unserer von Robotik geprägten Zivilisation nur noch Akteur bleiben kann, wenn er sich selbst klüger macht und mit der Maschine verschmilzt. Etwa so, dass Inhalte der künstlichen Intelligenz per Stimulation in unser Hirn fließen und umgekehrt die KI erkennt, was wir denken.

Können Sie konkrete technische Beispiele nennen?

Coenen: Ja, es geht beispielsweise um die Vorstellung eines neuartigen Gehirnimplantats, bei dem die beiden übergeordneten Typen von Neurotechnologien kombiniert werden: Zum einen sind das sogenannte ableitende Technologien, bei denen sozusagen Gehirnaktivitäten ausgelesen, Muster identifiziert und so auch Geräte, zum Beispiel ein Rollstuhl, gesteuert werden können. Beim anderen Typ wird das Gehirn stimuliert. Damit werden zum Beispiel Verbesserungen in der Gedächtnis- oder Denkleistung angestrebt und zum Teil schon erreicht. Nicht wenige Parkinsonpatienten haben solche Neurotechnik implantiert, um damit ihren Bewegungsapparat wieder besser kontrollieren zu können. Diese sogenannte tiefe Hirnstimulation (THS) wird unter anderem schon bei schwersten Depressionen eingesetzt.

Auf welchen weiteren Entwicklungen in der Forschung basieren die Visionen?

Coenen: Wir hatten beispielsweise am Cognitive Systems Lab am KIT eine Studie, die zeigte, dass aus Gehirnströmen einzelne Sprachlaute und kontinuierlich gesprochene komplette Sätze erkannt werden können. Aus der Messung

von Gehirnaktivitäten kann also zuverlässig erkannt werden, was einzelne Personen geredet haben. Das weist darauf hin, dass Gehirninhalte maschinell aufgezeichnet werden können. Das ist wichtig für die beliebte Vision, dass Menschen in Zukunft techno-telepathisch miteinander kommunizieren können.

Viele Vorhersagen zu dem Thema Mensch und Technik sind ja bereits eingetroffen. Werfen Sie auch einen Blick zurück?

Coenen: Wir beschäftigen uns auch mit literarischen und philosophischen Zukunftsvorstellungen aus vergangenen Zeiten. Was viele kennen, ist Aldous Huxleys Roman „Schöne neue Welt“, in dem Retortenbabys vorkommen, die heute etwas Normales sind. Aber auch ein großer Denker wie Immanuel Kant hat sich mit der Beziehung zwischen Geist und Gehirn beschäftigt. Er hat vor über 200 Jahren geschrieben, dass sich mit besseren Kenntnissen über die „Gehirnnerven“ und ihrer absichtlichen Manipulation ein neues Verständnis des Menschen entwickeln könnte. Wir sind jetzt genau in dieser Phase. Wir forschen am Hirn, wissen aber noch nicht genau, wie es funktioniert. Als man Affen Elektroden in das Hirn gesetzt hatte und diese dann allein durch ihre Gehirnaktivität einen Roboterarm eine Banane schälen ließen, war das eine große Überraschung. Das Beispiel Kants zeigt, dass Philosophie keine verstaubte Hinterzimmeraktivität sein muss, sondern auf die Zukunft vorbereiten kann.

Teil des Projekts FUTUREBODY ist die Frage nach der gesellschaftlichen Akzeptanz der neuen Mensch-Maschine-Beziehungen. Wie gehen Sie hier vor?

Coenen: Wir untersuchen kulturelle Aspekte wie die Selbstwahrnehmung von Anwenderinnen und Anwendern von Neurotechnologien und Prothesen. Neben dieser empirischen Forschung ist die konzeptionelle Forschung zum Mensch-Technik-Verständnis ein Hauptziel des Projekts. Dabei nutzen wir zum einen klassische Formate der öffentlichen Wissenschaftskommunikation. Wir informieren, geben die Gelegenheit zum Nachfragen und zur Diskussion. Unser Partner in Wien hat aber auch das Biofiction-Filmfestival zum Thema Zukunft des Körpers organisiert. Wir wollen herausfinden, welche Bedenken und welche Zukunftsvorstellungen die Bürgerinnen und Bürger zum Thema Verschmelzung Mensch und Maschine haben. Und dafür nutzen wir Kurzfilme in einem speziellen Workshop-Format, dem „World Café“. Zudem wird es öffentliche On-Tour-Veranstaltungen mit den Filmen und Podiumsdiskussionen geben.



FOTO: ANASTASIIA SULTANOVA

Sie hatten bereits erwähnt, dass es bei FUTUREBODY auch um die Selbstwahrnehmung und Bedürfnisse von Nutzerinnen und Nutzern der Technik am menschlichen Körper geht. Welche Erkenntnisse gibt es hier?

Coenen: Wir nehmen in diesem Zusammenhang an einem weiteren relevanten Projekt teil, nämlich INOPRO, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. In diesem arbeiten Partnerinnen und Partner aus der Industrie mit der Wissenschaft und Anwenderinnen und Anwendern vor allem an der Entwicklung intelligenter Gliedmaßenprothesen. Neurotechnologie spielt hier eine

Dipl.-Pol. Christopher Coenen, Projektleiter von FUTUREBODY und Politologe am ITAS

Dipl.-Pol. Christopher Coenen, Head of the FUTUREBODY project and political scientist at ITAS



Auch bei der Entwicklung intelligenter Gliedmaßenprothesen spielt Neurotechnologie eine wichtige Rolle. Der Fokus der ITAS-Forschenden liegt hier auf der Verbesserung der Lebensqualität der Nutzerinnen und Nutzer sowie deren Selbstwahrnehmung

Neurotechnology also plays an important role in the development of intelligent limb prostheses. The focus of the ITAS researchers here is on improving the quality of life and self-perception of the users

GRAFIK: DOMINIKA ROGOČKA

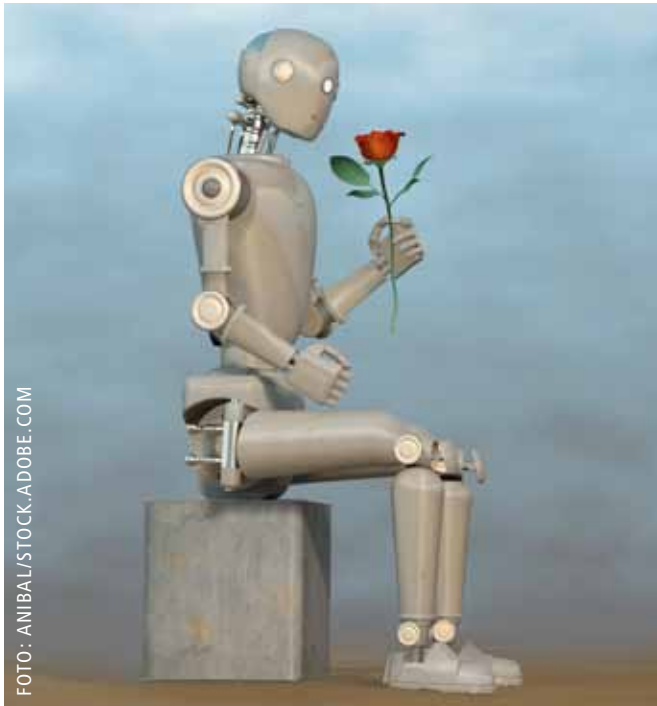


FOTO: ANIBAL/STOCK.ADOBE.COM

wichtige Rolle. Das KIT ist durch die Professur für Hochperformante Humanoide Technologien (H²T) am Institut für Anthropomatik und Robotik und durch das ITAS stark vertreten. Unser ITAS-Fokus ist hier die Verbesserung der Lebensqualität der Prothesennutzerinnen und -nutzer und deren Selbstwahrnehmung. Ein vorrangiges Ziel besteht darin, zu erarbeiten, was die konkreten Erwartungen der Nutzerinnen und Nutzer an die Technologien und was ihre Probleme sind. Aber ganz zentral ist auch die Frage: Wie kommen sie an die Technik? Hier geht es vor allem auch um die Erstattungsfrage im Gesundheitswesen. Denn wem nutzt Hightech, wenn, wer sie benötigt, diese nicht erhält? Außerdem wollen wir Interessengruppen von Prothesenträgerinnen und -trägern dabei unterstützen, sich stärker in forschungspolitische Diskussionen einzubringen.

Wie gehen Sie dabei vor?

Coenen: Wir machen viele Einzelinterviews mit Anwenderinnen und Anwendern, gehen auch den klassischen Weg über Workshops und Veranstaltungen und sind wiederkehrend im Austausch mit Interessensvertretungen der Prothesennutzerinnen und -nutzer.

Was leisten Gliedmaßenprothesen denn schon heute?

Coenen: Das kann man schwer universal sagen, da eine Behinderung ja sehr individuell ist. Die Nutzerinnen und Nutzer haben da ganz unterschiedliche Ansprüche, Erwartungen und Schwierigkeiten. Ein bedeutsamer Unterschied ist, ob durch die Prothese eine natürliche Funktion wiedererlangt oder etwas ermöglicht werden soll, das man noch nie hat-

Konzeptionelle Forschung: Die Forschenden möchten herausfinden, welche Bedenken und Zukunftsvorstellungen die Bürgerinnen und Bürger zum Thema Verschmelzung Mensch und Maschine haben

Conceptual research: The researchers want to find out the citizens' concerns and ideas associated with the merging of humans and machines

te. Insbesondere für körperlich fitte Amputierte können die Prothesen aber schon außerordentlich nützlich sein. Ich traf zum Beispiel bei einer Veranstaltung eine junge Frau, die sehr kunstvoll tanzte und trotz eines fehlenden Arms das Gleichgewicht hielt. Erst später sah ich, dass sie ein Kunstbein trug, mit dem sie sich wunderbar bewegen konnte. Gewisse Visionen der Mensch-Technik-Verschmelzung gehen aber viel zu weit, es klafft eine gewaltige Lücke zwischen ihnen und der Realität: Bei einem Anforderungsworkshop zu Beginn von INOPRO sprach ein Mann mit zwei künstlichen Armen. Ein Wunsch von ihm war, problemlos eine Kaffeetasse auf einem Untersetzer in die

Luft heben und dabei den Zucker umrühren zu können – das ist weit weg von übertriebenen „Cyborg“-Visionen.

Im Projekt wird auch die gesellschaftliche Wahrnehmung von Prothesenträgerinnen und -trägern betrachtet. Was haben Sie hier herausgefunden?

Coenen: Es gibt seit einer Weile die Tendenz, dass in der Öffentlichkeit durchaus gewisse Behinderungen nicht als Makel hervorgehoben, sondern als etwas Besonderes gezeigt werden. Gerade unter jüngeren Leuten besteht häufiger das Bedürfnis, etwa ihre Handprothese hervorzuheben, durch den Verzicht auf fleischfarbene Handimitate oder auch durch ein auffallendes Design. Die alte Wahrnehmung der Prothese und der Behinderung als Stigma wird hoffentlich bald ganz der Vergangenheit angehören. ■

Kontakt: christopher.coenen@kit.edu

Body Upgrade 2.0

“FUTUREBODY” Project Studies Future Interaction of Humans and Machines

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

The future of the human body in light of neurotechnological progress is the focus of the “FUTUREBODY” project. It is funded by EU-ERA-NET-NEURON-ELSA and started in 2018 at KIT. In “FUTUREBODY,” scientists of KIT’s Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) analyze the impact on society of the merging of body and technology as well as associated concerns and hopes. Their work focuses on neurotechnologies and prostheses, on developments in robotics and artificial intelligence (AI), and their influence on understanding the connection between humans and machines. Project partners are the University of Calgary, the University of Freiburg, and Biofiction KG, Vienna.

Researchers on the team of Dipl.-Pol. Christopher Coenen take into account a variety of neurotechnologies. One example are deep brain stimulation implants that many Parkinson’s patients use in order to better control their locomotor system. A study at KIT’s Cognitive Systems Lab revealed that speech sounds and complete spoken sentences can be identified from brain wave measurements. “This suggests that brain contents can be recorded by machines and fuels hopes for a future techno-telepathic communication of humans,” Coenen says.

Coenen and his team are also involved in the INOPRO project funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). Here, industry partners and scientists cooperate in the development of smart limb prostheses. Neurotechnology plays an important role. KIT is represented by the Chair for High Performance Humanoid Technologies (H²T) of the Institute of Anthropomatics and Robotics and by ITAS. The work of ITAS concentrates on improving the quality of life and the self-perception of prosthesis users. A crucial aspect is how users can be given access to the technology and whether health insurance companies will pay for it. “We also want to help prosthesis users participate in research policy discussions,” Coenen says. ■

Contact: christopher.coenen@kit.edu



FOTOS: SENSEING

DEFEKTE UND STÖRUNGEN RECHTZEITIG ERKENNEN

SENSOREN VON KIT START-UP ERMITTELN GRAD DER BESCHÄDIGUNG AN PRODUKTEN

DETECTING DEFECTS AND MALFUNCTIONS IN TIME

SENSORS MADE BY KIT'S STARTUP DETERMINE DEGREE OF DAMAGE TO PRODUCTS

VON MELANIE KLAGMANN // TRANSLATION: MELANIE KLAGMANN

Beim Transport kommt es immer wieder vor, dass Produkte unbemerkt beschädigt werden. Die Auswirkungen treten oft erst viel später zu Tage, wenn die Produkte in andere Teile verbaut werden – etwa in der Automobilindustrie. Dann auf Ersatzteile zu warten kostet mitunter viel Zeit und Geld. Das Start-up SenseING – Sensor Technology, das am wbk Institut für Produktionstechnik des KIT seinen Ursprung hat, möchte diese Kluft mit einem eigens entwickelten Sensor-Baukastensystem überbrücken.

Der Sensor registriert beim Transport, dass ein Fehler aufgetreten ist – beispielsweise, wenn Ladung umgefallen oder angestoßen ist und die Ware dadurch teilweise beschädigt wurde. Zudem erfasst der Sensor, abhängig vom konkreten Bedarf beim jeweiligen Einsatz, verschiedene Parameter wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und -druck, Magnetfelder, Beschleunigung oder Drehrate. Der Grad an Beschädigung lässt sich mit einer zugehörigen Software auslesen, dadurch können geeignete Maßnahmen ergriffen werden. „Aktuell definieren wir selbst noch die Parameter, welche die Sensoren jeweils überwachen. Ziel ist, dass jede Kundin und jeder Kunde sich die benötigten Bausteine seiner Sensoren individuell zusammenstellt und die Ergebnisse direkt und in Echtzeit auslesen kann. Schon jetzt sind die Sensoren unabhängig von einer Stromquelle, also Plug-and-play-fähig“, sagt Sven Kruse, Mitbegründer und Geschäftsführer von SenseING.

Die Platine für den Sensor haben die Wissenschaftler selbst entwickelt. Sie ist jetzt auch für die Luftfahrt zertifiziert. Das Team konnte damit herausfinden, welchen Belastungen eine Kaffeemaschine in einem Flugzeug oder beim Ladevorgang ausgesetzt ist. Dies ist wichtig, um die Lebensdauerabschätzung zu verbessern, da die Maschinen auf eine definierte Lebensdauer zugelassen werden. Der Prototyp des „Sensor-Baukastens“ befindet sich aktuell in der Proof-of-Concept-Phase. Nun sucht das Team dabei vorrangig nach Industriepartnern, die verschiedene Anwendungsfälle testen, etwa in der Logistik oder Produktion. ■

Weitere Informationen: www.senseing.de

It happens again and again: Products are damaged unnoticed during shipping. The effects often become apparent much later only when the products are installed as components in other products, such as in automobile production. At that point, waiting for spare parts can cost a lot of time and money. The startup SenseING Sensor Technology, which originated at the wbk Institute of Production Science of KIT, seeks to bridge this gap by a specially developed modular sensor system.

During transport, the sensor detects that an error has occurred – for example, cargo has fallen over or been hit and the goods have been damaged partly. Depending on the specific requirements of the application, the sensor records various parameters, such as air temperature, humidity and pressure, magnetic fields, acceleration, or rotation rate. Software can then calculate the degree of damage for taking appropriate measures. “Currently, we are still defining the parameters monitored by the sensors. In the end, every customer is to combine the required modules of sensors individually and read out the results directly and in real time. The sensors are already independent of a power source, i.e. capable of plug and play,” says Sven Kruse, co-founder and managing director of SenseING.

The sensor's board was developed by the scientists themselves. It has also been certified for aviation. The team determined the stress to which a coffee machine is exposed in an airplane or during loading. This is important to improve the estimated life expectancy, as the machines are certified for a defined lifetime. The prototype of the “sensor kit” currently is in the proof-of-concept phase. The team is now primarily looking for industrial partners to test various applications in e.g. logistics and production. ■

Further information: www.senseing.de



DAS DILEMMA DER CLIMATE ENGINEERING- FORSCHUNG

VON DR. STEFAN FUCHS

„Wir müssen **zeigen** können, worauf man sich **einlässt**“

Die globale Durchschnittstemperatur steigt. Um die Erwärmung zu begrenzen, reicht es nach aktuellen, durch den Weltklimarat (IPCC) berechneten Szenarien nicht aus, nur die Treibhausgas-Emission zu reduzieren. Die Modelle setzen sogenannte negative CO₂-Emissionen voraus. Dafür muss Kohlenstoffdioxid in großem Maßstab aus der Atmosphäre entfernt und langfristig eingelagert werden. Dieser technologische Eingriff ins Klimasystem wird Climate Engineering genannt. 2012 startete ein interdisziplinäres Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), das sich mit der Wirksamkeit sowie mit den Risiken und Nebeneffekten von Climate Engineering-Strategien beschäftigt. Das Ziel: eine wissenschaftliche Basis für einen verantwortungsvollen Umgang mit den

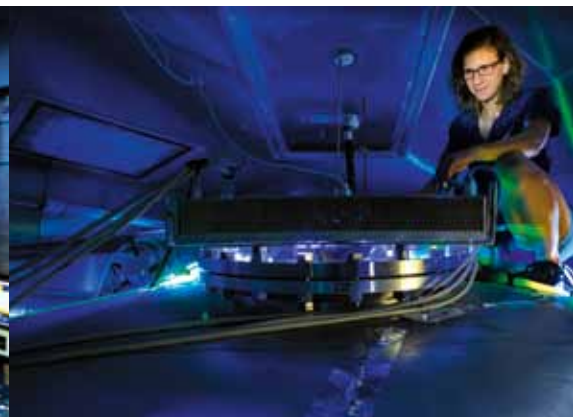
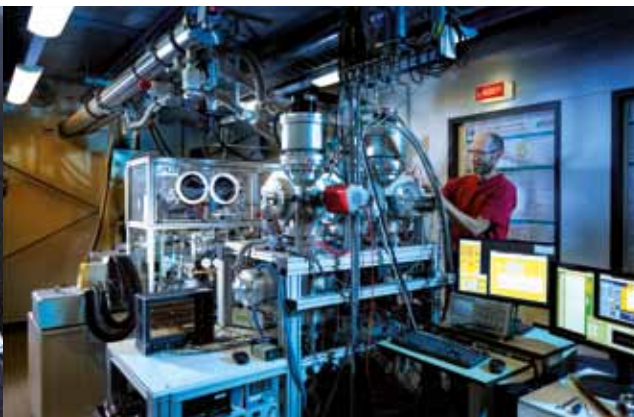
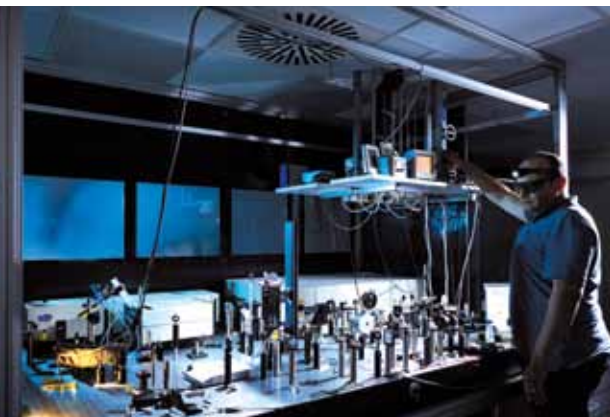
Technologien. Auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) des KIT führten im Rahmen der DFG-Initiative Modellrechnungen durch.

Climate Engineering-Technologien folgen zwei unterschiedlichen Ansätzen. Die erste Strategie ist es, CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen. Für das sogenannte Carbon Dioxide Removal (CDR) gibt es zum einen Ansätze, die auf natürlichen Mitteln und Maßnahmen beruhen. Dazu gehören etwa eine weiträumige Wiederaufforstung oder die Renaturierung von Mooren und Küstenökosystemen wie Seegraswiesen oder Mangrovenwälder. Daneben könnte mithilfe von Basaltstaub auf Ackerflächen oder einer Düngung der Weltmeere die Aufnahmekapazität der Landmasse und der Ozeane für Kohlenstoffdioxid verbessert werden. Zum anderen werden industrielle Anlagen entwickelt, die mit hohem Energieaufwand Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr aus der Luft filtern sollen. Im nächsten

Schritt soll das CO₂ langfristig in Endlagern eingeschlossen werden.

Alle bisher untersuchten CDR-Technologien haben jedoch Nebenwirkungen. Jeder Hektar Anbaufläche, der für die Produktion von Biomasse zur Bindung von Kohlenstoffdioxid genutzt wird, geht für die Nahrungsmittelproduktion verloren. Modellrechnungen zum Flächenverbrauch kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Sicher ist aber, dass ein erheblicher Teil der land- oder forstwirtschaftlich nutzbaren Fläche benötigt würde, wenn auf diese Weise ausreichende Mengen CO₂ aus der Atmosphäre entfernt werden sollen. Das gilt auch für die bisher favorisierte Kombination von Energiegewinnung aus Biomasse und Abspaltung des CO₂ im Verbrennungsprozess (Bio-Energy with Carbon Capture and Storage, BECCS). Der Anbau schnellwachsender Energiepflanzen gefährdet zudem die Biodiversität.

Die zweite Strategie der Climate Engineering-Technologien setzt darauf, die Er-



Dr. Bernhard Vogel, Leiter der Arbeitsgruppe „Spurenstoffmodellierung und Klimaprozesse“ des Departments Troposphärenforschung am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO), und Professor Thomas Leisner, Leiter des Departments Atmosphärische Aerosolforschung (AAF) am IMK

Dr. Bernhard Vogel, Head of the “Aerosols, Trace Gases, and Climate Processes” working group of the Troposphere Research Department of the Institute of Meteorology and Climate Research (IMK-TRO), and Professor Thomas Leisner, Head of IMK’s Atmospheric Aerosol Research Department (AAF)

wärmung durch das auf die Erde einstrahlende kurzwellige Sonnenlicht zu verringern. Das sogenannte Radiation Management (RM) zielt auf unmittelbare Kühlungseffekte. Das am weitesten ausgearbeitete RM-Konzept beruht darauf, Schwefelpartikel in der Stratosphäre auszubringen. Dafür gibt es ein Vorbild aus der Natur: Vulkanausbrüche. 1991 schleuderte der Pinatubo auf den Philippinen mehrere Millionen Tonnen Schwefeldioxid 30 Kilometer in die Höhe. Die globale Durchschnittstemperatur sank dadurch für ein Jahr um ein halbes Grad Celsius. „Das passiert durch Schwefelsäuretröpfchen, die auch natürlicherweise in 15 bis 20 Kilometern Höhe vorkommen, in der sogenannten Junge-Schicht“, sagt Professor Thomas Leisner, Leiter des Departments Atmosphärische Aerosolforschung am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-AAF) des KIT. Die Schwefelaerosole reflektieren das Sonnenlicht und schwächen so die Erwärmung der Erde ab. „Bereits 2008 schlug der Chemie-Nobelpreisträger Paul Josef Crutzen vor, die-

se Atmosphärenschicht durch das Einbringen von Schwefelaerosolen zu verstärken“, erklärt Leisner. Gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen der Universität Heidelberg untersuchte er im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms die Wirkung der Stratospheric Aerosole Injection (SAI) – und stieß dabei auf die Grenzen des Konzepts: „Es zeigt sich, dass ein Sättigungseffekt eintritt. Je mehr Schwefelsäure in die Stratosphäre eingebracht wird, desto weniger wirkt sie. Sie verklumpt zu größeren Teilchen, die dann schneller herunterfallen. Diese werfen das Licht auch nicht mehr so stark zurück, sondern streuen es vermehrt nach vorne. Die Wirkung eines SAI-Ansatzes ist daher begrenzt. Man kann nicht einen Pinatubo-Ausbruch auf zehn Pinatubo-Ausbrüche hochskalieren“, sagt Leisner.



FOTO: ANWADEUS BRAMSTIEPE

FOTOS: MARKUS BREIG



Das Department für Atmosphärische Aerosolforschung des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung am KIT untersucht grundlegende Prozesse, welche die Bildung, Umwandlung und Senken von atmosphärischen Aerosolen steuern

The Atmospheric Aerosol Research Department of KIT's Institute of Meteorology and Climate Research studies basic processes controlling the formation, conversion, and sinks of atmospheric aerosols

Die Versuchsanlage
AIDA am IMK-AAF
dient zur Untersuchung
der Auswirkungen von
Aerosolen auf Klima,
Wetter und Umwelt

The AIDA test facility
of IMK-AAF is used
to investigate the
effects of aerosols on
climate, weather, and
the environment

Daneben gebe es eine Reihe möglicher Nebenwirkungen, die jedoch in ihrem vollen Umfang durch numerische Simulationen nicht sicher bestimmt werden könnten. Aussagekräftige Feldexperimente seien ebenfalls kaum möglich, so Leisner. Neben Schädigungen der Ozonschicht durch chemische Reaktionen an der Oberfläche der gefrorenen Schwefelsäurepartikel erschienen vor allem mögliche Modifikationen des Wasserkreislaufs gravierend. „Wenn wir die durch die Treibhausgase verminderte Wärmeabstrahlung der Erde durch eine verminderte Sonneneinstrahlung kompensieren, operieren wir an ganz unterschiedlichen Punkten des Systems. Die Wärmeabstrahlung erfolgt mehr oder weniger gleichmäßig übers Jahr und über den ganzen Globus homogen. Die Sonneneinstrahlung dagegen variiert im Tag-Nacht-Rhythmus und entsprechend der Jahreszeiten. Sie ist räumlich und zeitlich viel variabler.

Fortsetzung auf Seite 27

Die Forschenden prüfen mithilfe eines Aerosolmassenspektrometers und eines chemischen Ionisationsmassenspektrometers die chemische Zusammensetzung der Aerosolgasphase und der Partikelphase

The researchers use an aerosol mass spectrometer and a chemical ionization mass spectrometer to check the chemical composition of the aerosol gas phase and the particle phase



FOTOS: MARKUS BREIG



“We Must Be Able to Show to People What They Are Getting into”

The Dilemma of Climate Engineering Research

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Since 2012, an interdisciplinary priority program funded by the German Research Foundation (DFG) has been dealing with the effects and risks of climate engineering. An active technical intervention in the climate system would mitigate the increase in temperature caused by greenhouse gas emissions. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) declared such measures indispensable to limit global warming besides reducing greenhouse gases.

One climate engineering strategy is so-called carbon dioxide removal (CDR). CO₂ would be removed from the atmosphere and stored in long-term repositories. But there are side effects: Chemically filtering carbon dioxide out of the atmosphere consumes a lot of energy. And even natural CDR measures, such as reforestation, may have negative impacts. To bind large amounts of carbon dioxide by photosynthesis, vast areas are required, which will then no longer be available for food production. Moreover, monocultures threaten biodiversity.

Another climate engineering strategy is so-called radiation management (RM) to achieve cooling effects. By means of stratospheric aerosol injection (SAI), for instance, sulfur particles are injected into the stratosphere. This also happens during volcanic eruptions. The sulfur droplets reflect sunlight and, in this way, weaken global warming. Professor Thomas Leisner, Head of the Atmospheric Aerosol Research Department of KIT's Institute of Meteorology and Climate Research (IMK), and colleagues from Heidelberg University studied the effect of SAI under the DFG priority program. They found that the concept has its limits. If a certain concentration is exceeded, the particles clot in the atmosphere and drop to the ground. Other potential side effects are damages of the ozone layer and far-reaching changes of the water cycle.

Another RM concept is arctic winter cirrus thinning (AWiCiT). The idea is to use technical measures to disperse cirrus clouds at high altitude above the Arctic. Cirrus clouds reflect the Earth's long-wave thermal radiation and prevent the heat from being released into the universe. Dr. Bernhard Vogel, Head of the “Aerosols, Trace Gases, and Climate Processes” working group of IMK's Troposphere Research Department, studied AWiCiT with a cloud model of unmatched detail. He proved that the concept may work, but that the effect may also be reversed. “The atmosphere is highly complex. There are a lot of uncertainties,” Vogel explains.

Apart from undesired risks and side effects, climate engineering raises governance issues: Should single countries be allowed to interfere with the worldwide climate system? Who will be liable for potential damage in neighboring countries? For Leisner and Vogel, climate engineering strategies are associated with too many unforeseeable side effects. They consider the use of climate engineering a politically serious decision and think that research into climate engineering is even more important. This would be the only way to identify all potential risks and communicate them clearly to society. ■

Contacts: thomas.leisner@kit.edu, bernhard.vogel@kit.edu

„Eine **Katastrophe**, deren **Folgen** wir noch **nicht überblicken** können“

DER MENSCHENGEMACHTE
KLIMAWANDEL BESCHLEUNIGT SICH

VON DR. STEFAN FUCHS

Trotz der wirtschaftlichen Einschnitte durch die Corona-Pandemie hat die Konzentration von CO₂ in der Atmosphäre nach Angaben der amerikanischen Wetterbehörde National Oceanic and Atmospheric Association (NOAA) im April dieses Jahres einen neuen Rekordwert erreicht. 416 ppm Kohlenstoffdioxid befinden sich in der Atmosphäre – so viel wie in den vergangenen 800 000 Jahren nicht. Das Zwei-Grad-Ziel der internationalen Klimapolitik scheint kaum mehr erreichbar zu sein. Eine wissenschaftliche Debatte über mögliche Technologien des Climate Engineering wird immer drängender. lookKIT spricht darüber mit Professor Johannes Orphal, Leiter des Bereichs „Natürliche und gebaute Umwelt“ und ehemaliger Direktor des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) sowie Beauftragter des Präsidiums für Klimaschutz und Nachhaltigkeit am KIT.

lookKIT: Heute, im sogenannten Anthropozän, bestimmt der Mensch das Geschehen auf unserem Planeten. Unser Handeln droht die Biosphäre zu zerstören, zu der wir selbst gehören. Ist die Klimakatastrophe die vielleicht gefährlichste Nebenwirkung der auf fossilen Brennstoffen beruhenden Technologien?

Johannes Orphal: Ich glaube, dass die Dimensionen einer Klimakatastrophe die tragischen Folgen anderer Ereignisse, wie etwa der aktuellen Covid-19-Pandemie,

bei weitem übertreffen. Mir fällt dazu der Mythos des Ikarus ein, der sich bei seinem Höhenflug die Flügel verbrennt und ins Meer stürzt; sein Vater, der Baumeister Dädalus, muss dem Absturz ohnmächtig zusehen – er hatte die Idee zu diesem Flug. Die Erderwärmung ist eine kommende Katastrophe, deren Konsequenzen wir noch nicht vollständig überblicken können. Auch das beobachtete massive Artensterben hängt mit dem Klimawandel zusammen. Es ist kaum absehbar, welche biologischen Kreisläufe wir da zerstören. In der ersten Phase der Industrialisierung waren solch dramatische Folgen des technologischen Fortschritts nicht vorstellbar, und Überlegungen zur Nachhaltigkeit wurden erst später angestellt. Es ist natürlich schwer, über längere Zeiträume in die Zukunft zu blicken. Das ist eine Wissenschaft, die sich erst entwickeln musste. In der Klimaforschung geschieht das mit Zukunftsszenarien, welche man natürlich auch nach Wahrscheinlichkeiten gewichten muss. Dabei spielen aber auch gesellschaftliche Entwicklungen eine große Rolle, die sehr viel schwerer einzuschätzen sind als die klar definierten Prozesse der Atmosphärenphysik. Dass zum Beispiel große Industrienationen wie die USA plötzlich aus dem Pariser Abkommen wieder aussteigen, war kaum vorhersehbar.

Inzwischen erreichen uns Alarmmeldungen aus der Klimaforschung. Die Rolle

der sogenannten Tipping Points, der Kippelemente im Klimasystem, war bisher nicht ausreichend berücksichtigt worden. Jetzt gibt es Befürchtungen, dass Phänomene wie etwa das Auftauen des Permafrostes oder die Verwandlung des Amazonas-Regenwalds in eine Savanne Kettenreaktionen in Gang setzen, die einen exponentiellen Temperaturanstieg bewirken. Für wie wahrscheinlich halten Sie Hot-Earth-Szenarien, die eine Erwärmung zwischen drei und fünf Grad bis zum Ende des Jahrhunderts voraussagen, wenn die Klimapolitik nicht sehr schnell die Emissionen reduziert?

Ich halte diese Szenarien für höchst wahrscheinlich. Das ist definitiv keine Panikmache. Es ist etablierter Stand der Forschung, dass wir jetzt dabei sind, in eine gigantische Klimakatastrophe mit ungeahnten Dimensionen zu rasen. Zum einen gibt es leider viele solcher Tipping Points,



FOTO: MARKUS BREIG

Professor Johannes Orphal, Leiter des Bereichs IV „Natürliche und gebaute Umwelt“ und Beauftragter des Präsidiums für Klimaschutz und Nachhaltigkeit am KIT

Professor Johannes Orphal, Head of Division IV “Natural and Built Environment” and Commissioner of the Executive Board of KIT for Climate Protection and Sustainability



Auswirkungen
des mensch-
lichen Handelns:
Im April dieses
Jahres befanden
sich 416 ppm
Kohlenstoff-
dioxid in der
Atmosphäre –
ein neuer
Rekordwert

Impacts of
human acting:
In April this
year, carbon
dioxide concen-
tration in the
atmosphere
reached a
new record
of 416 ppm

und wir kennen wahrscheinlich noch gar nicht alle. Zum anderen wirken sie alle in Richtung einer Beschleunigung der Erwärmung, und diese liegt heute am obersten Rand der Szenarien des Weltklimarats. Es ist allerdings nicht einfach für die Klimaforschung, genau vorherzusagen, wann diese Kipppunkte im Klimasystem erreicht sind, zumal es Interdependenzen gibt, also Variablen, die sich gegenseitig beeinflussen.

Sie meinen also, dass es unwahrscheinlich ist, dass wir die Erwärmung auf 1,5 oder zwei Grad begrenzen können?

Die Wahrscheinlichkeit ist leider gering. Trotzdem musste man sich politisch unbedingt ein ehrgeiziges Ziel setzen. Wir müssen jetzt aber auch überlegen, was geschieht, wenn es nicht erreicht werden kann. Der amerikanische Journalist David Wallace-Wells hat im letzten Jahr in seinem Buch „Die unbewohnbare Erde“ die apokalyptischen Folgen sehr gut beschrieben: Wenn das Klimasystem des Planeten aus dem Gleichgewicht gerät, sind Hungersnöte, Überschwemmungen und Dürren von biblischen Ausmaßen die Folge. Die Erde wird sicher auch in hundert Jahren nicht untergehen, aber das Leben wird sehr viel schwerer sein. Die Zeit des unbeschränkten Wachstums in den entwickelten Staaten wird für immer vorbei sein und unsere Generation wird als Generation dastehen, die definitiv nicht genug getan hat, damit den vielen nachfolgenden Jahrgängen diese schwere Bürde erspart bleibt.

In den optimistischeren Szenarien des Weltklimarats (IPCC) sind immer auch sogenannte negative CO₂-Emissionen eingerechnet. Damit ist die aktive technische Entnahme und langfristige Speiche-

rung des Klimagases gemeint – „Climate Engineering“ genannt. Geht der IPCC also bereits fest davon aus, dass es eine Form des umstrittenen Climate Engineering geben wird?

So etwas muss es künftig geben, es ist nur die Frage, welche Technologien eingesetzt werden. Ich verstehe sehr gut, dass es Menschen Angst macht, wenn man in ihrer Umgebung ein riesiges unterirdisches CO₂-Lager einrichtet. Da muss man natürlich genau überlegen, wie und wo man das macht. Aber das wird kommen, und es wird teuer sein. Wenn man

sich vor Augen führt, wie lange die Menschheit Unmengen an CO₂ in die Atmosphäre eingebracht hat, ist doch klar, dass man diese Mengen nicht im Handumdrehen wieder verschwinden lassen kann. Die Frage, welche Technologien am besten geeignet sind, ist wirklich spannend. – Daran müssen wir unbedingt arbeiten.

Der vielleicht schwerwiegendste Einwand gegen das Climate Engineering ist die Frage der Governance. Da diese Technologien prinzipiell planetare Auswir-

“A Catastrophe, the Implications of Which Are Not Yet Clear”

Human-made Climate Change Is Accelerating

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

In 2020, carbon dioxide concentration in the atmosphere has reached a new record of 416 ppm. In view of this development, limiting global warming to 1.5 or 2 degrees, as envisaged by the Paris Agreement, appears increasingly illusory. In his conversation with lookKIT, Professor Johannes Orphal, Head of the Division “Natural and Built Environment,” former Director of the Institute of Meteorology and Climate Research (IMK), and Commissioner of the Executive Board of KIT for Climate Protection and Sustainability, expresses great concern about tipping points that may lead to irreversible changes in the climate system. Modeling the variables of climatic tipping points that influence each other is a scientific challenge, he says. The collapse of an ecosystem, such as the rainforest in the Amazon Basin, or thawing of permafrost soils, might cause complex chain reactions that make so-called hot-earth scenarios probable. These scenarios predict warming by 3 to 5 degrees by the end of the century. The consequences would be a partly uninhabitable planet that has to fight droughts, hurricanes, floods, famines, and flows of refugees.

In the opinion of the climate researcher, sensible climate engineering processes are necessary to prevent the worst. Apart from reducing emissions to zero, it will be the task of

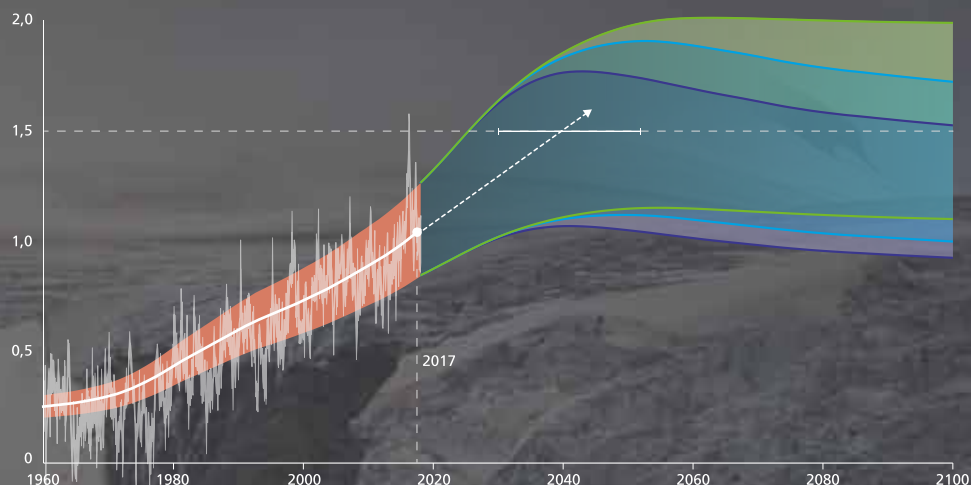
the century to remove the vast amounts of CO₂ emitted by humans from the atmosphere. As climate engineering technologies have worldwide implications, reaching a broad consensus of the international community on their use will be indispensable. In spite of the difficult processes in climate policy, Orphal trusts that this may still be achieved. “Because there will always be people like young Greta Thunberg, who are absolutely committed to the future,” Orphal says. And he ap-

peals: “We in Germany should consider all technological options and not build any economic, political, or ideological barriers, but shape our future such as it is proposed by modern science to the best of its knowledge and belief.” ■

Contact: johannes.orphal@kit.edu



FOTO: 198 PRODUCTION / STOCK.ADOBE.COM



kungen haben, ist ein breiter Konsens der Völkergemeinschaft unverzichtbar. Wenn wir den politischen Prozess um die CO₂-Reduktion seit dem Kyoto-Protokoll 1992 Revue passieren lassen, war es um den internationalen Konsens nicht gut bestellt. Gibt es Hoffnung, dass das mit dem Climate Engineering besser laufen könnte?

Es ist etwas zutiefst Menschliches, an eine bessere Zukunft zu glauben, – und das tue ich. Da gibt es ein Gedicht, das der große Jochen Klepper in der Nazizeit geschrieben hat. „Die Nacht ist vorgezogen, der Tag ist nicht mehr fern“, auch ein sehr schönes Lied, welches das gut ausdrückt. Ich glaube fest daran, dass wir das schaffen werden, weil wir es als Menschheit schaffen müssen. Und weil es immer wieder Menschen geben wird, die sich wie die junge Greta Thunberg bedingungslos für die Zukunft engagieren, obwohl es für sie eine enorme persönliche Belastung ist. Das gilt auch für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die im Rahmen des IPCC arbeiten, denn das ist nicht einfach normale wissenschaftliche Arbeit. Das ist eine Transferarbeit, die mit einem riesigen persönlichen Engagement einhergeht, oft eine echte Belastung für die normale Arbeit und die Familien der Forscherinnen und Forscher. Das erfordert einen großen Idealismus, der sich der Zukunft der Menschheit verpflichtet fühlt. Daher appelliere ich daran, dass wir hier in Deutschland alle technologischen Optionen in Betracht ziehen, und uns nicht ökonomische, politische oder ideologische Barrieren setzen, sondern unsere Zukunft so gestalten, wie es die moderne Wissenschaft nach bestem Wissen und Gewissen vorschlägt. ■

Kontakt: johannes.orphal@kit.edu

Das Diagramm zeigt die beobachtete monatliche mittlere globale Oberflächentemperatur und die geschätzte menschengemachte Erwärmung seit 1960

The diagram shows the observed monthly mean global surface temperature and estimated human-made warming since 1960

Quelle: IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung, Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, 2018.

Wenn das Klimasystem unseres Planeten aus dem Gleichgewicht gerät, sind Dürren, Überschwemmungen und Hungersnöte die Folgen

Imbalance of our planet's climate system will cause droughts, floods, and famines



FOTO: 109677825/STOCK.ADOBE.COM



FOTOS: MARKUS BREIG

Fortsetzung von Seite 24

Das heißt, diese Variablen können sich gegenseitig nie genau kompensieren“, erklärt Leisner. Temperaturunterschiede würden zudem durch Luftströmungen ausgeglichen, die auch für den Wasserkreislauf bestimmend seien. Numerische Simulationen zeigten, wie diese Strömungen durch den RM-Ansatz verändert werden könnten. „Insgesamt sieht man, dass sich der Wasserkreislauf dadurch verlangsamt. Er verändert sich nicht nur quantitativ, er verschiebt sich möglicherweise auch. Der Monsun kommt früher oder später, oder an anderen Stellen. Daran müssten die Menschen sich anpassen, was sicher mit Kosten und Leid verbunden wäre“, gibt Leisner zu bedenken.

Ein weiterer Ansatz für die Verringerung der Sonneneinstrahlung wird im hohen Norden untersucht: in der Arktis. Die Region um den Nordpol hat sich zu einem Hotspot des Klimawandels entwickelt. Die Erwärmung schreitet dort besonders schnell voran und bedroht das Meereis. Mit dem sogenannten Arctic Winter Cirrus Thinning (AWiCiT) wollen Forscherinnen und Forscher dieser Entwicklung entgegenwirken. Der RM-Ansatz versucht einen Kühlungseffekt zu erreichen, indem arktische Zirren aufgelöst werden. Zirren sind dünne Wolken aus Eiskristallen, welche sich weit oben befinden und die langwellige Wärmestrahlung der Erde reflektieren. Damit verhindern sie, dass die Wärme ins Weltall abgegeben wird – sie wirken wie eine Wärmedecke für die Erde und haben auf diese Weise einen mit den Treibhausgasen vergleichbaren Effekt. In der monatelangen arktischen Nacht verhindern sie das Abkühlen der darunterliegenden Atmosphärenschichten. Mit AWiCiT sollen die Wolken ausgedünnt werden. „Wenn man beispielsweise kristallinen Quarzstaub in die obere Troposphäre einbringt, bilden sich an den Partikeln viel größere Eiskristalle als ohne diese Eiskeime. Die großen Eiskristalle fallen

schneller herunter und lösen die Zirren damit auf“, erklärt Dr. Bernhard Vogel, Leiter der Arbeitsgruppe „Spurenstoffmodellierung und Klimaprozesse“ des Departments Troposphärenforschung am IMK. Im Rahmen der DFG-Initiative führte er mit einem bisher unerreicht detaillierten Wolkenmodell und einer genaueren Aerosolphysik numerische Simulationen zur Auflösung arktischer Zirren durch. „Man kann tatsächlich einen Kühlungseffekt erzielen. Das hängt davon ab, wie groß die Partikel sind, die man in die Atmosphäre einbringt. Allerdings müssen die durch Flugzeuge ausgebrachten Mengen relativ groß sein. Denn die Wahrscheinlichkeit ist gering, dass sie genau im richtigen Moment an der richtigen Stelle ausgebracht werden“, sagt Vogel. Da die modifizierten Zirren je nach Höhe eine unterschiedliche Durchlässigkeit für die Wärmestrahlung zeigen, könne sich der kühlende Effekt des AWiCiT jedoch unter bestimmten Umständen ins Gegenteil verkehren. „Es gibt viele Sonderfälle und nicht vorhergesehene Nebenwirkungen, die dieses einfache Konzept konterkarieren können. Die Atmosphäre ist ungeheuer komplex. Was die Aerosol-Wolken-Wechselwirkung angeht, gibt es große Unsicherheiten“, erklärt Vogel.

Neben den noch ungeklärten Risiken und Nebeneffekten steht für die schwer vorhersehbaren überregionalen Folgen der RM-Konzepte das Grundsatzproblem einer Governance. Dürfen einzelne Staaten im Alleingang Eingriffe ins weltweite Klimasystem vornehmen? Wer haftet für mögliche Schäden in den Nachbarländern? Solche möglichen völkerrechtlichen Konflikte waren auch Thema im DFG-Schwerpunktprogramm. „Was geschieht etwa, wenn ein Staat behauptet, ein

anderer hätte dort durch RM-Maßnahmen eine Dürre verursacht?“, fragt Leisner. „Zwei unterschiedliche Klimamodelle, das deutsche und das englische – beides hoch angesehene Modelle –, kamen in Simulationen zu einem solchen Ereignis zu unterschiedlichen Ergebnissen. Das eine Modell sagte eine Dürre voraus, das andere nicht.“

Beide Klimaforscher sind sich einig, dass es besser wäre, die Weltgemeinschaft würde nie vor eine Entscheidung für oder gegen Climate Engineering gestellt. Gerade aus diesem Grund muss aus Leisners Sicht die Forschung in diesem Bereich zumindest in Form von Modellen vorangetrieben werden. „Damit wir wissenschaftlich basiert zeigen können, dass

die Schwierigkeiten, die man sich damit einhandeln könnte, größer sein könnten als der mögliche Gewinn. Wenn einmal der Druck der öffentlichen Meinung in Richtung Climate Engineering wächst, können wir mit unseren Forschungsergebnissen klar zeigen, worauf man sich einlassen würde“, sagt Leisner. Das sei besser, als erst dann mit der Forschung anzufangen, wenn der Ruf nach Climate Engineering-Maßnahmen laut wird. „Wenn wir dann sagen, wir brauchen erst einmal zwanzig Jahre, um das zu erforschen, könnte es sein, dass man uns die Zeit dafür nicht gibt“, befürchtet Leisner. ■

Kontakt: thomas.leisner@kit.edu,
bernhard.vogel@kit.edu

Miniatür-Version der AIDA Wolkensimulationskammer:
Hier kann die Konzentration eisbildender Aerosolpartikel gemessen werden

The miniaturized version of the AIDA cloud simulation chamber is used to measure the concentration of ice-forming aerosol particles



FOTOS: MARKUS BREIG



Das Portable Ice Nucleation Experiment (PINE) ist eine mobile Wolkenkammer zur Untersuchung von Eiskeimpartikeln, die für die Eiskristallbildung in Mischphasenwolken und Zirruswolken relevant sind

The Portable Ice Nucleation Experiment (PINE) is a mobile cloud chamber to study ice nucleation particles relevant to ice crystal formation in mixed-phase and cirrus clouds



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

NEUER SUPERCOMPUTER HOREKA KOMMT ANS KIT

KIT WIRD ZENTRUM FÜR NATIONALES HOCHLEISTUNGSRECHNEN

NEW HOREKA SUPERCOMPUTER INSTALLED AT KIT

KIT WILL BE CENTER FOR NATIONAL SUPERCOMPUTING

VON DR. FELIX MESCOLI // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Was hier mit Augenmaß angeliefert wird, ist eine Komponente des neuen Hochleistungsrechners Karlsruhe (HoreKa). Wenn die 15 Millionen Euro teure Maschine im Sommer 2021 voll einsatzbereit ist, wird einer der wohl leistungsstärksten Supercomputer Europas im Rechnergebäude auf dem Campus Nord des KIT stehen. Das System hat eine erwartete Rechenleistung von rund 17 PetaFLOPS. Es kann also etwa 17 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde durchführen, was der Leistung von mehr als 150 000 Laptops entspricht. Damit kann das System in kürzester Zeit die enormen Datenmengen verarbeiten, welche in Forschungsprojekten etwa durch Simulationen anfallen. Das preisgekrönte, energieeffiziente Heißwasser-Kühlkonzept basiert auf der Lenovo Direct Water Cooling (DWC) Technologie und wird mit dem neuen System fortgeführt. Die knapp 60 000 CPUs sowie die über 750 GPUs der neusten Technologie werden dabei mit 45 Grad warmem Wasser gekühlt. 90 000 Liter fließen pro Stunde. „Das Gesamtsystem HoreKa ist mit seinem Architekturmix ideal auf unser Ziel abgestimmt, immer hoch-performante, effizientere und nachhaltigere wissenschaftliche Software zu entwickeln,“ betont Dr. Jennifer Buchmüller, Leiterin der High Performance Computing (HPC)-Systeme am KIT. Im November beschloss die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz, das KIT mit HoreKa zum Zentrum für Nationales Hochleistungsrechnen (NHR) zu ernennen. „Sei es in der Energie-, Mobilitäts- und Umweltforschung oder in Bereichen wie Cybersicherheit und Medizin: In der Wissenschaft fallen heute enorme Datenmengen an. Diese müssen wir nicht nur bewältigen, sondern aktiv nutzen, um die drängenden Herausforderungen unserer Gesellschaft zu meistern“, sagt der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka. „Ich freue mich sehr, dass das KIT mit seiner Erfahrung im Supercomputing nun Standort eines NHR-Zentrums wird.“ Mit der Aufnahme des KIT in den Verbund ist schon jetzt die Finanzierung der Nachfolgesysteme von HoreKa gesichert. „Deren Rechenleistung wird noch in ganz andere Dimensionen vorstoßen“, sagt Professor Martin Frank, Direktor des Steinbuch Centre for Computing (SCC) des KIT. ■

Kontakt: jennifer.buchmueller@kit.edu

This component of the new Karlsruhe supercomputer HoreKa delivered just about fit through the door. When the machine, which will cost EUR 15 million, is fully operational in summer 2021, one of the most powerful supercomputers in Europe will be located at KIT's computing center on Campus North. The system's expected computing capacity is about 17 PetaFLOPS. This means that it can carry out about 17 quadrillion computing operations per second, which corresponds to the capacity of more than 150,000 laptops. Within the briefest of periods of time, the system will be able to process the big volumes of data produced by simulations in research projects. It will be equipped with an upgraded energy-efficient hot water cooling concept based on the Lenovo Direct Water Cooling technology. Water measuring 45°C, flowing at a rate of 90,000 l per hour, will cool the machine's roughly 60,000 CPUs and more than 750 GPUs of the latest design. "The HoreKa system with its mix of architectures is ideally tailored to reaching our goal of developing scientific software of enhanced performance, efficiency, and sustainability," says Dr. Jennifer Buchmüller, KIT's High Performance Computing (HPC) Core Facility Leader. In November, the Joint Science Conference decided to make the KIT with HoreKa a center for national supercomputing. "In areas such as energy, mobility, and environmental research or cyber security and medicine, vast amounts of data are produced. Just managing these data will not be sufficient. We will have to actively use them to master the pressing challenges facing our society," says the President of KIT, Professor Holger Hanselka. "I am very happy that the KIT with its know-how in supercomputing will be a national supercomputing center." Admission of KIT to the Alliance of National Supercomputing Centers implies secure funding of successor systems of HoreKa. "Their computing capacity will be of even higher dimension," says Professor Martin Frank, Director of the Steinbuch Centre for Computing (SCC) of KIT. ■

Contact: jennifer.buchmueller@kit.edu



„Energie System 2050“: Der nächste Schritt in der Energiewende



Das Ziel, klimaneutral zu werden, stellt Deutschland vor eine große Herausforderung. Die Beiträge der Forschungsinitiative „Energie System 2050“ der Helmholtz-Gemeinschaft sollen Politik und Wirtschaft unterstützen

Achieving climate neutrality is a major challenge for Germany. The contributions of the research initiative “Energy System 2050” of the Helmholtz Association are to support politics and industry

WIE KANN DIE TRANSFORMATION
DES ENERGIESYSTEMS GELINGEN?
EINE FORSCHUNGSINITIATIVE
DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT
HAT DIESE FRAGE BEANTWORTET.
JETZT GEHT ES AN DIE UMSETZUNG.

VON DR. MARTIN HEIDELBERGER



FOTOS: AMADEUS BRAMSIEPE

Mit der aktuellen Entscheidung der Bundesregierung, bis zum Jahr 2050 die Klimaneutralität zu erreichen, steht das Industrieland Deutschland vor einer gewaltigen Aufgabe: die umfassende und langjährige Transformation des Energiesystems zu organisieren und gleichzeitig eine stabile Energieversorgung für unser alltägliches Leben, für die Wirtschaft und für den Betrieb von zentralen Infrastrukturen wie Kommunikation und Verkehr zu gewährleisten. Zurückgreifen kann sie dabei auf Ergebnisse der Forschungsinitiative „Energie System 2050“ der Helmholtz-Gemeinschaft. Diese startete bereits 2015, also im Jahr des historischen Übereinkommens von Paris zur Begrenzung des Klimawandels, und bündelte die Arbeit von acht Forschungszentren, darunter auch das KIT. 170 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiteten dabei in vielfältigen Konstellationen an unterschiedlichen „Puzzlestücken“ der Energiewende. Im September tagte nun die Abschlusskonferenz der Initiative in Berlin – coronakonform als Präsenzveranstaltung mit Webkonferenzzuschaltung. Dort präsentierten die Forschenden Strategien, Technologien und Open-Source-Werkzeuge, die für mehr Klimaschutz und Sicherheit im Energiesystem sorgen können. Bereits heute werden sie von Politik und Wirtschaft aufgegriffen.

Was die Beiträge der Helmholtz-Gemeinschaft so relevant mache, das sei vor allem der systemische Ansatz, sagt Professor Holger Hanselka, Koordinator des Forschungsbereichs Ener-

gie der Helmholtz-Gemeinschaft und der Initiative „Energie System 2050“ sowie Präsident des KIT. „Die von uns erarbeiteten systemischen Lösungsoptionen sind flexibel, sodass Akteurinnen und Akteure aus Politik und Wirtschaft künftig Handlungsvorschläge für sehr unterschiedliche Entwicklungen haben, die bislang nicht im Detail vorhersehbar sind.“ Nach dem Ende der aktuellen Forschungsetappe stehe man nun bereit, auch die praktische Umsetzung der Energiewende zu unterstützen: „Wir haben einen einzigartigen Forschungsverbund



Dominique Sauer, Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI), und Dr. Michael Suriyah, Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH)

Dominique Sauer, Institute for Automation and Applied Informatics (IAI), and Dr. Michael Suriyah, Institute of Electric Energy Systems and High-Voltage Engineering (IEH)

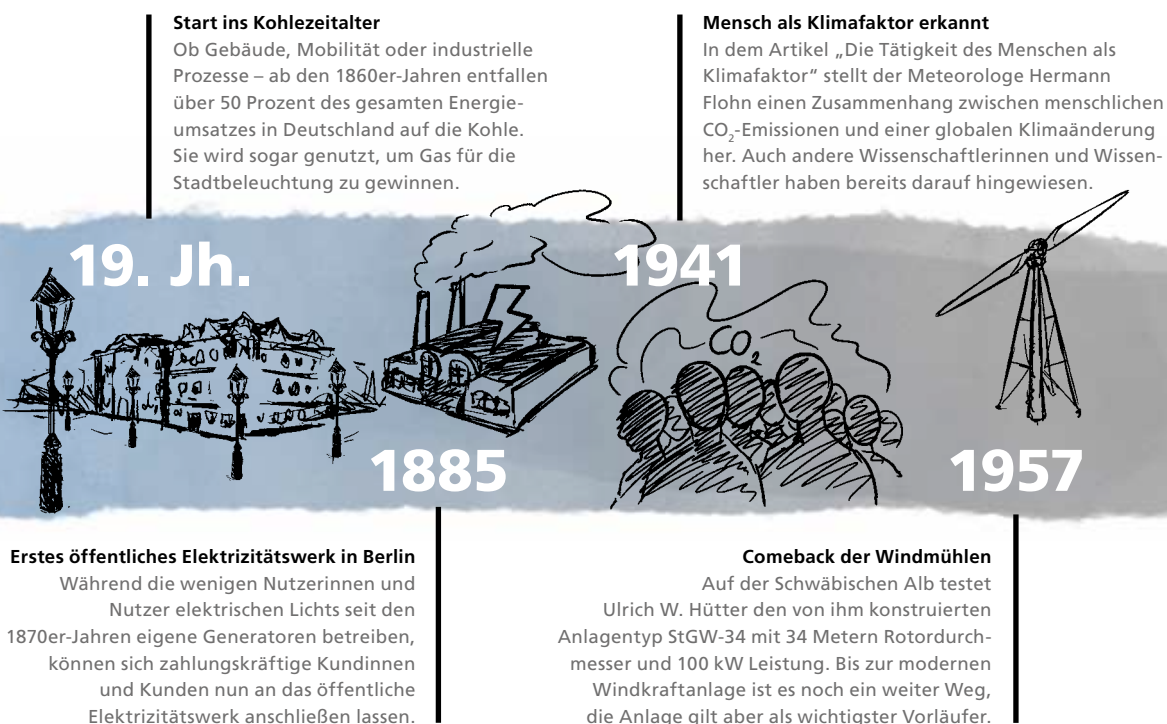
geschaffen, um neue Technologien und Komponenten des Energiesystems zu entwickeln und in einem realistischen Umfeld zu testen.“ In den nächsten Jahren werde man die Kooperation in den Programmen des Forschungsbereichs Energie fortführen und weiterentwickeln, so Hanselka.

Mehr Resilienz und Flexibilität für die Energienetze

Eine wesentliche Leistung von „Energie System 2050“ ist eine systemische Betrachtung

KLEINE GESCHICHTE DES UMDENKENS

Von der Kohleverstromung bis zum Offshore-Windpark – unsere Schlaglichter beleuchten Fragmente einer komplexen Energiegeschichte.



des gesamten deutschen Energieversorgungssystems. Wo es notwendig war, wurden dafür eigene Kartierungsexkursionen durchgeführt, um alle Gasversorgungsleitungen und jeden Strommasten präzise zu berücksichtigen. Untersucht wurden außerdem der Einsatz konkreter Technologien, etwa die Integration von Wasserstoff und biogenen Energieträgern in das Energiesystem, oder auch innovative Energienetzkomponenten wie Redox-Flow-Netzspeicher, Biogasanlagen sowie Gasturbinen zur Rückverstromung. Ein wichtiger Bestandteil dieser Technologiebetrachtungen waren lebenszyklusorientierte Nachhaltigkeitsanalysen, die neben Kosten und

CO₂-Ausstoß auch weitere ökologische sowie gesellschaftliche Faktoren berücksichtigten – etwa bei der Produktion von Kraftstoffen aus biogenen Reststoffen. Auf Grundlage der hochaufgelösten Daten zu den unterschiedlichen Technologieoptionen sowie zum Ist-Zustand unseres Energiesystems entwickelten die Forschenden mögliche Transformationspfade in ein nahezu klimaneutrales Energiesystem bis zum Jahr 2050.

Ein zentraler Aspekt dieser Arbeit am Energiesystem der Zukunft betraf die Stromversorgung. „Man kann sich das Stromnetz als Rückgrat unseres Energiesystems vorstellen – und die Anforderungen steigen mit der zunehmenden Elektrifizierung“, sagt Dr. Michael Suriyah vom Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) des KIT, einer der Forschenden der Helmholtz-Initiative. „Durch die Energiewende ergeben sich beispielsweise enorme Herausforderungen in Sachen Stabilität: Die Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie schwankt ja je nach Wetterlage. Außerdem müssen große Mengen Windstrom von Nord- nach Süddeutschland in entfernte Industriestandorte übertragen werden.“ Um das zu ermöglichen, müssten Speichertechnologien und Hochspannungsgleichstromverbindungen (HGÜ) in das Netz integriert werden. „Wir berücksichtigen außerdem innovative Netzkonzepte wie Microgrids, hybride Gleichstrom-Dreh-

Zentraler Bestandteil des Energiesystems der Zukunft: Die Stromversorgung mithilfe von Wind- und Solarenergie. Die Forschenden wollen diese flexibler und resilienter machen

A central component of the future energy system: Power supply based on wind and solar energy. Researchers seek to make this power supply more flexible and resilient



Erstes deutsches Atomkraftwerk

Das Versuchsatomkraftwerk Kahl (VAK) in der Nähe von Großwelzheim geht ans Netz. Mit Energie aus einem Siedewasserreaktor erzeugt es eine elektrische Leistung von 16 Megawatt. Es ist das erste kommerzielle Kernkraftwerk der Bundesrepublik Deutschland.

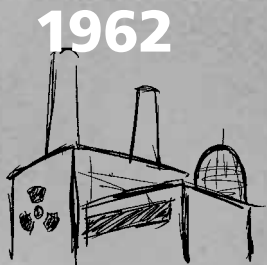
Bauplatzbesetzung in Whyll

Trotz Räumung verhindern Atomkraftgegnerinnen und -gegner den Bau eines Kernkraftwerkes in Whyll. In der Folgezeit kommt es immer wieder zu gewaltsamen Auseinandersetzungen um den Bau von Kernkraftwerken und Entsorgungseinrichtungen wie in Brokdorf, Grohnde, Wackersdorf und Gorleben.

„Neue Energiequellen“ werden Regierungsprogramm

Es wird erwartet, dass Sonne, Wind, Meereswellen und Geothermie bis zum Jahr 2000 maximal zwei Prozent des bundesdeutschen Bedarfs decken werden. Tatsächlich sind es dann rund sechs Prozent.

1962



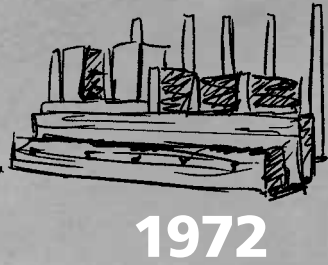
1975



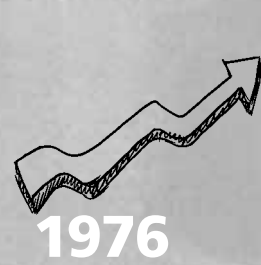
1977



1972



1976



1980

Neurath entzündet Kohlefeuer

In Nordrhein-Westfalen gehen die beiden ersten Blöcke des Kohlekraftwerks Neurath ans Netz. Später wird es mit insgesamt sieben Blöcken und einer Gesamtleistung von 4 465 Megawatt das größte Kraftwerk Deutschlands sein. Im Jahr 2018 betragen die CO₂-Emissionen 32,2 Millionen Tonnen.

„Soft Energy“ als Alternative

Der US-amerikanische Physiker Amory Lovins fordert einen auf Energieeffizienz und erneuerbaren Energien basierenden „soft energy path“ statt eines Ausbaus der Kernkraft und fossiler Energien zur Deckung eines steigenden Energiebedarfs.

Begriff „Energiewende“ wird geprägt

Wachstum und Wohlstand bis 2050 ohne Kernenergie und fossile Energieträger, darauf hoffen die Autoren des Buches „Energiewende – Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran“. Veröffentlicht wird es vom „Öko-Institut“, einem privaten Forschungsinstitut.

- **Activate the Progress of Intelligent Energy Systems, and Energy Transition** with an executive master of science, or certificate courses
- **Part-Time Studies and Work** in the fields of power to X and X to power, smart grids & buildings, regenerative energy systems, e-mobility, and well-to-wheel



www.ectorschool.kit.edu/EEM



ANZEIGE

stromnetze und neuartige Leistungselektronik und haben ihr Zusammenspiel in Simulationen und Experimenten getestet. Wir wollen die Stromversorgung flexibler und resilienter machen“, sagt er.

Werkzeuge für digitale Infrastrukturen und die Sektorenkopplung

Die Forschenden der Helmholtz-Gemeinschaft gehen davon aus, dass die Energieströme im Energiesystem der Zukunft in viel größerem Maße vernetzt sein werden, als das heute der

Fall ist. Entsprechend wurde auch das Stromnetz nicht herausgelöst betrachtet, sondern stets systemisch, etwa im Zusammenspiel mit den chemischen Energieträgern und relevanten Sektoren wie Mobilität oder Wärmeversorgung. Ziel war, verlässliche „Teamplayer“ für die Kopplung unterschiedlicher Sektoren zu identifizieren, beispielsweise Technologien zur Wandlung zwischen Strom und anderen Energieformen. Um hierzu dynamische Experimente auf Systemebene durchführen zu können, haben die Forschenden



Growian von Dithmarschen

Um zu beweisen, dass Windkraft nicht praktikabel ist, errichteten Energieversorger die damals größte „Windmühle“ der Welt. Die Großwindanlage (kurz Growian) mit drei Megawatt Leistung hat einen Rotor von 100 Metern und wird nur wenige Jahre laufen. Kleinere Anlagen erzielen bald bessere Resultate.

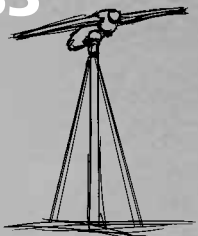
Reaktorunfall in Tschernobyl

Am 26. April 1986 explodiert einer der Reaktoren des ukrainischen Kernkraftwerks Tschernobyl. Radioaktives Material gelangt in die Atmosphäre und kontaminiert weite Teile Russlands, Weißrusslands und der Ukraine. Die radioaktive Wolke zieht auch nach Deutschland.

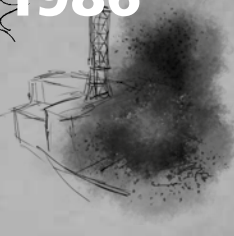
Stromeinspeisungsgesetz tritt in Kraft

Das Stromeinspeisungsgesetz (StromEinspG) verpflichtet Energieversorger erstmals dazu, Strom aus erneuerbaren Energien gegen eine Mindestvergütung abzunehmen. Im Jahr 2000 wird es durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) abgelöst. 2018 werden 195,4 Terawattstunden eingespeist.

1983



1986



IPCC 1991



1988



1994



Erste Photovoltaik-Großanlage

Auf der nordfriesischen Insel Pellworm wird eine Photovoltaik-Großanlage errichtet. Sie hat eine Gesamtspitzenleistung von 300 Kilowatt. Später wird die Anlage zu einem modernen Hybrid-System mit Windkraftanlagen und Stromspeicher ausgebaut.

Gründung des IPCC

Das Intergovernmental Panel on Climate Change, auch als „Weltklimarat“ bekannt, soll den Forschungsstand zum anthropogenen Klimawandel zusammentragen und bewerten. Ab 1990 veröffentlicht der Weltklimarat regelmäßig Berichte.

„Power-to-Gas“ als Lösung vorgeschlagen

In der Zeitschrift *Materials Science and Engineering* erscheint ein Artikel des japanischen Wissenschaftlers Koji Hashimoto. Darin schlägt er vor, Strom aus erneuerbaren Energien zu nutzen, um mittels Elektrolyse und Methanisierung klimaneutrale chemische Energieträger zu produzieren.

den größten Forschungsinfrastrukturverbund Europas geschaffen, zu dem das Energy Lab 2.0 auf dem Gelände des KIT genauso wie der Living Lab Energy Campus des Forschungszentrums Jülich (FZJ) gehören. Als detaillierte Modelle des Energiesystems verfügen sie über eigene Netzinfrastrukturen und sind inzwischen mit Power-to-X-Anlagen, Wohnhäusern und sogar mit Verkehrskomponenten ausgestattet.

Eng verwoben sind diese physischen Modelle mit virtuellen Strukturen, die für einen intelligenten und digitalen Ausbau des Energiesystems unerlässlich sind. „Mit einem verstärkt integrierten Gesamtsystem wird eine hohe Komplexität entstehen“, erläutert Dominique Sauer, eine weitere Forscherin aus der Helmholtz-Initiative, die am Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI) arbeitet und im Rahmen der Initiative promoviert. „Die Energieflüsse funktionieren dann nicht mehr im Sinne einer Einbahnstraße. Ob Elektrofahrzeug oder Wärmepumpen in Gebäuden, überall werden in großem Umfang Daten und Energie ausgetauscht.“ Gleichzeitig werden aber auch die Planung und der Prozess des Umbaus digitalisiert. So könnten mit „digitalen Zwillingen“ bereits heute Systemkomponenten in Experimente eingebunden werden, obwohl diese noch gar nicht existieren. „Das kann eine zukünftige Wasserstoffinfrastruktur sein, wie wir sie für ein klimaneutrales Energiesystem brauchen werden“, sagt sie.

*Wesentliche Leistung:
„Energy System 2050“
führt eine systemische
Betrachtung des gesamten
deutschen Energie-
versorgungssystems durch*

*Key achievement:
„Energy System 2050“
systemically analyzes the
entire German energy
supply system*



Ihre Modellierungswerkzeuge, Datensätze und Benchmarks begreift die Forschungsinitiative dabei als Teil eines offenen Ökosystems. „Alles, was wir entwickelt haben, stellen wir konsequent als Open Source zur Verfügung, sofern dies möglich ist. Unser Werkzeugkasten ist schon prall gefüllt und wird auch von Netzbetreibern eingesetzt“, so Sauer.

Die Energiewende als einmalige Chance

Trotz der gemeinsamen Anstrengung auf Seiten der Wissenschaft ist ein Erfolg der Energiewende natürlich noch von vielen anderen Faktoren abhängig. Forschende können Optionen aufzeigen und bei der Umsetzung unterstützen – benötigt werden aber auch das Ver-

ständnis und die Unterstützung der Bevölkerung sowie das beherzte Handeln von Politik und Wirtschaft. Eine zentrale Erkenntnis aus „Energy System 2050“ sollte dabei alle ermutigen, denen die Verpflichtungen von Paris etwas bedeuten: Deutschland hat die einmalige Chance, jetzt in spezifische Transformationspfade einzusteigen, die zum rechtzeitigen Erreichen fast vollständiger Klimaneutralität führen können. Genauso sollte aber klar sein, dass dies bei einem späteren Umsteuern nicht mehr möglich ist. Eine zweite Chance wird es also nicht geben. ■

Kontakt: anna.layer@kit.edu,
beatrix.dumsky@kit.edu

Weltklimagipfel in Kyoto

Erstmals werden nun völkerrechtlich verbindliche Ziele für die Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes beschlossen. Mit der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls verpflichten sich teilnehmende Industrienationen dazu, ihre Emissionen bis 2012 um mindestens fünf Prozent im Vergleich zu 1990 zu senken.

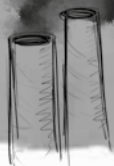
Erster deutscher Offshore-Windpark

Nahe der Nordseeinsel Borkum wird der Offshore-Windpark „alpha ventus“ eröffnet, und in Deutschland beginnt ein Windkraft-Boom. Ein Jahrzehnt später produzieren mehr als 20 deutsche Windparks in der Ost- und Nordsee jedes Jahr mehr Strom als fünf große Atomkraftwerke.

Übereinkommen von Paris

Auf der 21. UN-Klimakonferenz wird eine neue internationale Klimaschutzvereinbarung getroffen. Die 197 Vertragsparteien verpflichten sich unter anderem dazu, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter zwei Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen.

1997



2010



2015



2020



Atomkonsens

Eine rot-grüne Bundesregierung einigt sich mit den Energieversorgungsunternehmen auf den Ausstieg aus der Atomkraft nach dem Ablauf von Restlaufzeiten. Im Jahr 2010 beschließt die neue Koalition aus CDU/CSU und FDP aber die Verlängerung dieser Laufzeiten.

Reaktorunfall von Fukushima

Am 11. März 2011 beginnt mit dem Tōhoku-Erdbeben eine Unfallserie, es folgt die Kernschmelze in mehreren Reaktorblöcken. In Deutschland wächst die Skepsis gegenüber der Kernenergie – Bundeskanzlerin Angela Merkel entscheidet, schneller auszusteigen.

EU-Kommission will die Treibhausgasneutralität

Die Europäische Kommission bringt einen Gesetzesvorschlag ein, mit dem die EU bis 2050 klimaneutral werden soll. Mit dem deutschen Klimaschutzgesetz hat sich die Bundesregierung bereits 2019 dazu verpflichtet.

“Energy System 2050”: The Next Step of the Energy Transition

How Can the Transformation of the Energy System Succeed?
A Research Initiative of the Helmholtz Association Has
Answered This Question and Supports Implementation.

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Having decided to reach climate neutrality by 2050, Germany is facing a huge task as an industrialized country. It has to organize a comprehensive and sustainable transformation of the energy system, while ensuring stable energy supply for daily life, industry, and the operation of central infrastructure facilities, such as those for transportation and communication. The Helmholtz Association’s “Energy System 2050” research initiative has developed solutions. The effort began in 2015, the year of the historic Paris Agreement for limiting climate change, and pools the work of eight research centers, including KIT.

The relevance of the contributions of the Helmholtz Association results from their systemic approach, says Professor Holger Hanselka, Research Field Coordinator Energy, Coordinator of the Initiative “Energy System 2050,” and President of KIT: “The solution options developed by us are flexible. Actors in politics and industry are provided options for various developments in the future, which cannot yet be predicted in detail.” For a holistic analysis of the German energy supply system, researchers went on field trips for precise mapping of all gas supply pipelines and power poles. The initiative studied the use of specific technologies, such as the integration of hydrogen and biogenic fuels into the energy system, or innovative power grid components, such as redox-flow storage systems, biogas facilities, or gas turbines for re-conversion. In addition, it considered ecological and social factors, such as CO₂ emissions and costs. A central aspect of the Initiative’s work was power supply. In this area, major challenges are grid stability and transmission of power over long distances. The researchers simulated the interaction of innovative grid concepts and novel power electronics systems. Based on highly resolved data on the different technologies and the current status of our energy system, the Initiative developed transformation pathways towards a nearly climate-neutral energy system by 2050.

Having completed this stage of research, researchers are now ready to support practical implementation of the energy transition, Professor Holger Hanselka says. “We have created a unique research network to develop new technologies and components of the energy system and to test them in a realistic environment.” Europe’s biggest network of research infrastructures includes the Energy Lab 2.0 on the premises of KIT and the Living Lab Energy Campus of Forschungszentrum Jülich (FZJ).

One of the major findings of “Energy System 2050:” Germany has the unique opportunity now to embark on specific transformation pathways that may lead to achieving nearly complete climate neutrality in due time. But it should also be clear that this will no longer be possible by changing the course later on. There won’t be a second opportunity. ■

Contacts: anna.layer@kit.edu, beatrix.dumsky@kit.edu



Die Forschungsinfrastruktur Energy Lab 2.0 bietet die Möglichkeit, dynamische Experimente auf Systemebene durchzuführen

At Energy Lab 2.0, dynamic experiments can be carried out on system level

Im Smart Energy System Control Laboratory (SESCL) werden die energietechnischen Anlagen des Energy Lab 2.0 verschaltet, sodass Energienetze der Zukunft flexibel simuliert werden können

The Smart Energy System Control Laboratory (SESCL) interconnects the energy systems of Energy Lab 2.0 for flexible simulation of future energy networks



FOTOS: AMADEUS BRAMSIERE



für den Frieden

schieren

Die vielseitigen Instrumente der UNO zur
Sicherung und Wiederherstellung des
Friedens könnten in Zukunft auch durch
KI-Anwendungen ergänzt werden.

An diesen forschen Wissenschaftlerinnen
und Wissenschaftler des AIFB des KIT

AI applications might support the UN's
instruments for securing and restoring
peace in future. Such applications are
studied by scientists of KIT's AIFB

FOTO UNTEN (VEREINTE NATIONEN): BLENDE11.PHOTO/STOCK.ADOBE.COM

FOTO: RS-STUDIOS/STOCK.ADOBE.COM

Ma

KI KANN
UN-DIPLOMATIE
BEI DER
FRIEDENSSTIFTUNG
UNTERSTÜTZEN

VON DR. FELIX MESCOLI



Charta der Vereinten Nationen

Völker der Vereinten Nationen – fest entschlossen,
Geschlechter vor der Geißel des Krieges
reimal zu unseren Lebzeiten unsagbares
leid gebracht hat,
oben an die Grundrechte
r menschlich



Dr. Michael Färber vom Institut für
Angewandte Informatik und Formale
Beschreibungsverfahren (AIFB) des KIT

Dr. Michael Färber from KIT's Institute
of Applied Informatics and Formal
Description Methods (AIFB)

Vor 75 Jahren trat die Charta der Vereinten Nationen in Kraft. Das wichtigste Ziel der Organisation damals: Frieden. Und auch heute ist die Friedenssicherung und -wiederherstellung eine der zentralen Aufgaben. Die UN verfügen dafür über ein vielseitiges Instrumentarium, von der friedlichen Beilegung von Streit bis hin zu militärischen Operationen. Um den Ausbruch von bewaffneten Konflikten zu verhindern oder solche zu beenden, setzt die Völkergemeinschaft meist auf Diplomatie. Eine Domäne, in der Taktgefühl und Verhandlungsgeschick gefragt sind. Keine Eigenschaften, die man gemeinhin Maschinen zuspricht. Dennoch könnten Diplomatinen und Diplomaten bei heiklen Missionen in Zukunft auf die Unterstützung künstlicher Intelligenz (KI) zurückgreifen. Wie KI-Anwendungen bei der Friedensstiftung helfen können, haben Forscherinnen und Forscher des Instituts für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) des KIT untersucht.

Kaschmir, Libyen, Afghanistan, Jemen, Syrien, Mali – nahezu täglich liefern die Medien Berichte über zwischenstaatliche und innerstaatliche Konflikte. Zwischen 15 und 28 kriegerische Auseinandersetzungen und Kriege listen Friedensforscherinnen und -forscher verschiedener Organisationen für das Jahr 2019 auf. Der Bedarf an friedensstiftenden Maßnahmen ist also gewaltig, die Durchführung langwierig und kompliziert. „Konfliktbewältigung ist meist dann erfolgreich, wenn zwischen den Konfliktparteien möglichst sachlich über Fakten diskutiert werden kann“, sagt Dr. Michael Färber vom AIFB. „Dafür müssen Mediatorinnen und Mediatoren die Standpunkte aller Beteiligten sehr gut kennen.“ Aktenstudium, Hintergrundgespräche und Erfahrung auf dem diplomatischen Parkett dienten den Verhandelnden bislang als Rüstzeug, um bewaffnete Konflikte zu entschärfen oder zu beenden. Doch in der heutigen technologisierten Welt reichen die traditionellen Methoden aus Bismarcks Zeiten oft nicht mehr aus.

„Die Friedensstiftung wird traditionell als eine auf den Menschen ausgerichtete Aktivität betrachtet“, konstatiert Färber. „Allerdings werden Verhandlungen schon heute häufig durch

Online-Aktivitäten ergänzt.“ Die sozialen Medien haben die Konfliktlandschaft massiv verändert: „Konfliktparteien und Interessenvertretungen nutzen die verschiedenen bekannten Online-Plattformen, um sich Gehör zu verschaffen und produzieren dabei große Datenmengen, die mit konventionellen Mitteln nicht ausreichend analysiert werden können“, sagt Färber. Das wiederum sei aber nötig, um die Positionen der Konfliktparteien nachvollziehen zu können. Und: „Von den Konfliktparteien und Interessenvertretungen werden auch gezielt Falschmeldungen produziert und verbreitet.“ Informationen zu speichern und ihren Ursprung festzustellen, sei ein weiteres wichtiges Thema.

Nun verändern KI-Technologien und maschinelles Lernen bereits heute viele Bereiche unserer Arbeits- und Alltagswelt. Sie kommen in den Modellberechnungen der Klimaforschung, den smarten Fabriken der Industrie 4.0, bei der Bilderkennung oder der Streckennavigation im Auto zum Einsatz. Die Idee hingegen, solche Methoden zur Unterstützung von Entscheidungsfindungsprozessen in Politik und Diplomatie anzuwenden, ist bislang noch nicht im Mainstream angekommen. Färber will das ändern. Sein Gebiet, die Wissensrepräsentation und Wissensextraktion aus Texten mittels maschinellem Lernen, sei hierfür prädestiniert. „Warum sollten kreative Lösungen, die bereits andere Lebensbereiche umgekrempelt haben, nicht auch Friedensprozesse beflügeln und damit der Menschheit zugutekommen?“, meint der Informatiker.

„Obwohl das Thema KI im Bereich der Friedensmediation zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen hat, fehlt es bislang an konkreten Beispielen und Anwendungen. Selbst für

Institutionen wie die UN ist das Thema noch weitgehend unerforscht.“ Färber und sein Team arbeiten daher an passenden Methoden und Anwendungsszenarien. „Künstliche Intelligenz bietet Möglichkeiten, Werkzeuge zu entwickeln, die Mediatorinnen und Mediatoren und ihre Teams bei der Sammlung und Analyse der im Rahmen von Friedensprozessen produzierten Daten unterstützen könnten“, sagt der Informatiker. So könnten KI-Assistenzsysteme Online-Äußerungen von Konfliktparteien durchforsten und zudem die Erfahrungen aus früheren Friedensprozessen ausnutzen, um Mediatorinnen und Mediatoren weltweit zu unterstützen und Handlungsempfehlungen zu geben.

„Text-Mining-Systeme könnten gezielt die für die Mediation relevanten Informationen aus Online-Nachrichtentexten und sozialen Medien extrahieren“, erläutert Färber. Neben harten Fakten seien Friedensforschende dabei insbesondere an der Extraktion von Argumenten interessiert, um die Argumentation von Konfliktparteien nachzuvollziehen. Um die komplexe Aufgabe der Informationsextraktion zu bewältigen – eine Vielzahl an Entitäten, Fakten, Ereignissen und Argumenten, geschrieben in verschiedenen Sprachen, muss mit hoher Genauigkeit automatisch extrahiert und gespeichert werden –, setzt Färbers Team auf aktuelle Methoden des maschinellen Lernens, wie etwa tiefe künstliche neuronale Netze.

Das gewonnene Wissen muss zudem so abgespeichert werden, dass es für Menschen und Maschinen gleichermaßen verständlich ist. Färber und sein Team setzen dabei auf Wissensgraphen. Diese erlauben es, das Wissen in einer Graphstruktur zu modellieren und damit Dinge zueinander in Beziehung zu setzen, so-

Die UN-Charta trat
vor 75 Jahren in
Kraft. Nach wie vor
eines der wichtigsten
Ziele: Frieden

The UN Charter came
into force 75 years
ago. Still one of the
most important
goals: Peace



FOTO: RICOCHET64/STOCK.ADOBE.COM

wie Ähnlichkeiten und Analogien zu berechnen und in KI-Systeme einfließen zu lassen. Eine große Herausforderung besteht dabei darin, die symbolische Wissensrepräsentation von Wissensgraphen mit subsymbolischen Modellen wie tiefen neuronalen Netzen zu verbinden.

Nicht zuletzt dürfe auch die Anwendung der zukünftigen Assistenzsysteme für die Nutzenden, die Mediatorinnen und Mediatoren, nicht zu umständlich sein, gibt Färber zu bedenken. „Ergebnisse, wie Ähnlichkeiten verschiedener Konfliktfälle oder mögliche Ausgänge von Konflikten, müssten in geeigneter und intuitiver Form aufbereitet sein.“ Und schließlich müssen die KI-Systeme nachvollziehbar und vertrauenswürdig sein. Dies könne durch den Einsatz textueller und visueller Erklärungen erreicht werden.

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Friedensmediation sei allerdings nicht ohne Tücken, wie Färber einräumt. „KI kann hier zwar einen wichtigen Beitrag leisten, allerdings besteht auch die Gefahr, dass sie bestehende Machtverhältnisse verändert und der Komplexität von Friedensprozessen nicht gerecht wird. Gänzlich automatisierte Friedensverhandlungen sind momentan weder erwünscht noch realisierbar.“ Auch seien noch viele praktische Fragen offen: „Wir müssen Trainingsdaten für die Analyse von Konfliktpositionen entwi-

Besonders wichtig beim Einsatz von KI in der Friedensmediation: die Gewährleistung der menschlichen Entscheidungsfreiheit, Transparenz und Fairness

Particularly important when using AI in peace mediation: Ensuring human freedom of choice, transparency, and fairness



Ein Einsatzgebiet von KI-Assistenzsystemen im Bereich der Friedenssicherung könnte das „Text-Mining“ sein. Dabei durchsuchen die Systeme Informationen aus Online-Nachrichtentexten und sozialen Medien

To support peace processes, AI assistance systems might be used for text mining, i.e. for searching information published in online news and social media



ckeln.“ Die KI müsse außerdem die menschliche Entscheidungsfreiheit gewährleisten, transparent und fair sein, sagt Färber. Wer wegen fehlerhafter Angaben seines Navigationsgeräts einmal falsch abbiegt, muss schlimmstenfalls einen Umweg in Kauf nehmen. KI-basierte Friedensverhandlungen könnten aufgrund man-

gelnder Datenbasis, Falschinformationen oder Fehleinschätzungen schnell in einer Sackgasse enden. „Bis friedensstiftende Maschinen im diplomatischen Alltag funktionieren, haben wir noch viel zu tun“, sagt Färber. ■

Kontakt: michael.farber@kit.edu

Machines for Peace

AI Can Support UN Diplomats in Restoring Peace

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

To prevent or terminate armed conflicts, the international community mostly relies on diplomacy, which requires a high degree of tact and negotiating skills. These are not properties machines are assumed to have. Still, diplomats might be supported by artificial intelligence in future. Researchers of KIT's Institute of Applied Informatics and Formal Description Methods (AIFB) have studied how AI applications may help in making peace. "Today, negotiations already are often complemented by online activities," says Dr. Michael Färber from AIFB. "Warring parties and stakeholders use social media to express their views. They produce large data volumes that cannot be analyzed adequately with conventional means." But doing so is essential to reproduce and understand the positions of the conflicting parties. "Moreover, warring parties and stakeholders specifically produce and disseminate fake news," Färber adds.

Färber and his team work on methods and application scenarios to support peace processes with AI technologies. Text mining systems, for instance, might search online statements by warring parties or support knowledge-based assistance systems of mediators and recommend actions based on experience gained from previous peace processes. Apart from hard facts, peace researchers are interested in extracting arguments of warring parties. To manage this complex task, Färber's team uses the latest methods of machine learning, such as deep neural networks.

Use of artificial intelligence in peace mediation, however, has pitfalls, Färber admits. "AI may help a lot, but it may also change existing power structures. AI may fail to live up to the needs of complex peace processes. Entirely automatic peace negotiations are neither desired nor achievable." And many practical questions still remain to be answered: How can training data be developed for analyzing conflict positions? The AI must guarantee human freedom of choice and be transparent and fair. AI-based peace negotiations might quickly reach a dead end due to an insufficient database, false information, or misjudgments. "We still have a lot to do before peace-making machines are active in diplomacy," Färber says. ■

Contact: michael.farber@kit.edu



INTERNATIONAL DAY OF TOLERANCE

1ST EPICUR ANNUAL FORUM

TRINATIONAL PROJECT ON THE UPPER RHINE



FOTO: KIT



FOTO: EPICUR

FOTO: ISTOCK.COM/
LEONID ANDROJOV

On November 16, 1995, the 185 UNESCO member states officially signed the declaration of principles on tolerance as a fixed constituent of their joint charter. Since then, this day has been celebrated annually as the International Day of Tolerance, now also within the framework of the EPICUR network. At Adam Mickiewicz University, the partner university of KIT in Poznan (Poland), an "International Week for Equality and Tolerance" was organized. It included a series of six seminars on "Language of Empowerment." At KIT, the working group "Handling Discrimination" of the International Affairs Business Unit initiated several internal events, including the workshop "Kritisches Weißsein – was hat Rassismus mit mir zu tun?" (Critical Whiteness, what has racism to do with me), an online presentation on "Diskriminierende Sprache. Erkennen und Handeln" (Discriminating language. Recognizing and acting), and an empowerment workshop for student assistants with a migrant background and other international students to learn how to respond to daily racism. All events were aimed at creating awareness, at respectfully meeting and talking to each other, and at (even more) appreciating things we have in common and our diversity.

Contact: daniela.rueden@kit.edu
TRANSLATIONS: MAIKE SCHRÖDER

From December 09 to 11, 2020, KIT hosted the 1st EPICUR Annual Forum, which focused on entrepreneurship and sustainability. EPICUR (European Partnership for an Innovative Campus Unifying Regions) builds bridges between the creative academic communities of eight leading European universities in Amsterdam (NL), Freiburg (DE), Karlsruhe (DE), Mulhouse-Colmar (F), Poznań (PL), Strasbourg (F), Thessaloniki (GR), and Vienna (AT). The universities serve as intellectual hubs to the surrounding research and innovation landscapes. Current and future generations of students, teachers, researchers, and staff will engage in interdisciplinary, multilingual, research-inspired teaching and learning, as well as cutting-edge research and innovation, on this inter-university campus without borders. By offering a startup virtual tour, panel discussions, keynotes on financing of environmental projects and entrepreneurship, workshops with researchers and teachers from six European countries, a video challenge for ERASMUS students, and more, the EPICUR Forum aimed at gathering students and staff members of the eight universities and connecting this community to institutions, companies, and organizations in order to foster relations between universities and society.

Contact: michael.zacherle@kit.edu

The EU-funded project "Knowledge Transfer Upper Rhine" (KTUR) was started in autumn 2019 to establish a basis for trilateral offerings in the area of knowledge and technology transfer. The project is aimed at making border-crossing collaborations in research and development for science and industry in the trilateral Upper Rhine region more effective, systematic, and sustainable. For this purpose, twelve universities from Germany, France, and Switzerland as well as trade associations and companies established a network. The coordinator of the project is KIT. Apart from new training courses, platforms for the networking of startups, and trilateral innovation events, it also plans to establish a digital information and exchange platform to provide companies in the region with quick and easy access to technologies offered in the Upper Rhine region. KTUR was initiated within Eucor – The European Campus. The EU funds KTUR under the INTERREG V program with EUR 1.6 million for three years. The two participating universities from Northwest Switzerland receive about EUR 300,000 from the budgets of the Confederation and the cantons of Aargau, Basel-Landschaft, and Jura. The total budget of the project is EUR 3.9 million.

Contact: katharina.stoeckle@kit.edu
More information: www.ktur.eu

AEROBUSTER JAGT CORONA-VIREN

Aerosole, die sich beim Atmen, Sprechen oder Husten in Innenräumen verteilen, spielen eine wichtige Rolle bei der Verbreitung von Covid-19. Mit dem Aerobuster wollen Forschende des KIT nun einfach und effektiv Viren und andere Krankheitserreger aus der Raumluft inaktivieren. „Die Luft wird mittels eines Lüfters angesaugt, dann werden die Aerosole getrocknet und die Viren mit UV-C-Strahlung inaktiviert“, erläutert Dr. Jochen Kriegseis vom Institut für Strömungsmechanik des KIT. Der Luftdurchsatz des Geräts könne je nach Anwendungsbereich, Raumgröße und Zahl der Geräte im Raum angepasst werden und liege in einem Bereich zwischen 30 und 100 Kubikmetern pro Stunde. Vier Aerobuster erreichen damit die typischen Luftmengen von kommerziellen Luftreinigern. „Erste Ergebnisse zeigen, dass mit dem Aerobuster luftgetragene Modell-Viren zu fast 100 Prozent inaktiviert werden“, sagt Professor Horst Hahn, Leiter des Instituts für Nanotechnologie des KIT. Als nächsten Schritt wollen die Forschenden Prototypen bauen sowie Industriepartner und Politik ins Boot holen. Bezüglich der Kosten für die Materialien zum Bau des Aerobusters rechnen die Experten mit rund 50 Euro pro Stück.

Kontakt: thomas.blank@kit.edu, horst.hahn@kit.edu, jochen.kriegseis@kit.edu, martin.limbach@kit.edu



FOTO: KIRA HEID

LÄNGSTES HOCHSPANNUNGS-SUPRALEITERKABEL

Im Stromnetz der Zukunft muss elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen in städtische Lastzentren geleitet werden. Mit Supraleitern kann Strom ohne Widerstand und Verlust transportiert werden. In München soll nun das längste Supraleiterkabel der Welt realisiert werden. „Die Supraleitung soll insgesamt zwölf Kilometer lang werden und eine bestehende 380 Kilovolt-Leitung ersetzen können“, sagt Professor Mathias Noe, Direktor des Instituts für Technische Physik des KIT. „Wir nutzen ein Hochtemperatur-Supraleiterkabel, das sich durch extreme Kompaktheit und hohe Leistung auszeichnet.“ Innerhalb von zwei Jahren will das Konsortium unter anderem ein 200 Meter langes Kabelteilstück, Endverschlüsse und die Kühlung entwickeln. Anschließend sollen die zwölf Kilometer angegangen werden. Die Forschungen sind Teil des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projekts „SuperLink“. Dem Projektkonsortium gehören neben dem KIT und der Fachhochschule Südwestfalen die Stadtwerke München sowie die Unternehmen THEVA, NKT Cables Group und der Industriegase-Konzern Linde an.

Kontakt: mathias.noe@kit.edu

DORIS WEDLICH VERSTORBEN

Am 20. September 2020 ist Professorin Doris Wedlich verstorben. Das KIT hat damit eine leitende Wissenschaftlerin und Wissenschaftsmanagerin verloren, die dessen Aufbau und Weiterentwicklung nachhaltig prägte. Doris Wedlich war Professorin für Zoologie und seit 2009 bis zu ihrem Ruhestand im Februar 2020 Leiterin des Bereichs I. Hier war sie verantwortlich für die wissenschaftlichen Disziplinen Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik. In ihrer Forschung widmete sie sich hauptsächlich dem molekularen Verständnis der Zellwanderung. Für ihre Arbeit wurde Doris Wedlich unter anderem mit dem Merckle-Forschungspreis und dem Forschungspreis des Landes Baden-Württemberg ausgezeichnet. Zudem erhielt sie eine Hector Fellowship als Spitzenforscherin in den MINT-Fächern. Gemeinsam mit Partnern trieb sie mit großem Engagement die Einrichtung der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) voran, die am 12. Oktober in Karlsruhe eingeweiht wurde. „Dass Frau Wedlich viel zu früh von uns gehen musste, macht uns hilflos und traurig“, sagt der Präsident des KIT, Holger Hanselka. „Unsere Gedanken sind bei den Angehörigen und bei unseren Erinnerungen an die Zeit, die wir mit Doris Wedlich verbringen konnten.“



FOTO: PATRICK LANGER

NACHRICHTEN | NEWS +++ NACHRICHTEN | NEWS +++

GREEN DEAL:
GOOD FOR A CLIMATE-
NEUTRAL EUROPE –
BAD FOR THE PLANET

Europe is to become the first climate-neutral continent by 2050; this goal of the “Green Deal” was announced by the EU in late 2019. Carbon emissions shall be reduced, while forestation, agriculture, environmentally friendly transport, recycling, and renewable energies shall be advanced. “But it will be also necessary to specify foreign trade goals. Otherwise, we will only outsource the problem and continue to damage our planet,” says Dr. Richard Fuchs from the Institute of Meteorology and Climate Research – Atmospheric Environmental Research (IMK-IFU), KIT’s Campus Alpine in Garmisch-Partenkirchen. The research team compared sustainability conditions abroad with those in Europe and recommended actions for a standardized procedure. The scientists of KIT urgently recommend harmonizing sustainability standards to significantly reduce the use of fertilizers and pesticides and avoid deforestation. The researchers also point out that Europe’s carbon footprint needs to be globally assessed and subsequently improved. “Only then will the “Green Deal” be a good deal not only for a climate-neutral Europe, but also for our entire planet”, Fuchs says. The article is published in the journal Nature. DOI: 10.1038/d41586-020-02991-1

Contact: richard.fuchs@kit.edu
TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER
FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: PETER ZEILE

URBAN MOBILITY:
TOGETHER OR AGAINST EACH OTHER

The urban transport area is a scarce and, at its interfaces, an often fiercely contested good. The “Cape Reviso” project has now been launched to study the relationship between pedestrian and bicycle traffic. “Conflicts along the routes and subjectively perceived stress in near-accidents, which are not found in any statistics, have a great influence on the choice of transport mode. To support pedestrian and bicycle traffic, it is important to reduce conflicts among weak road users,” says Dr. Peter Zeile of KIT’s Institute for Urban and Landscape Design. In the project financed by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), researchers equipped cyclists with distance sensors to identify locations where overtaking cars do not observe the specified safety distances. Within the “Urban Emotions” initiative launched by Zeile, the urban planner and his team determine how test participants in the project feel in traffic. The researchers will link the distances measured to data from stress sensors and GPS trackers and interviews. In the second stage of the project, the findings of the survey will be transferred to applications of extended and virtual reality. In its final stage, the project will focus on real traffic again.

Contact: peter.zeile@kit.edu

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

ENORME BESCHLEUNIGUNG
FÜR DIE MEDIKAMENTENFORSCHUNG

Kernspinresonanz (engl. nuclear magnetic resonance, NMR) ist ein wichtiges Instrument für die Arzneimittelforschung, da sie die Bindung von Wirkstoffen an Krankheitserreger quantifizieren und räumlich auflösen kann. Doch bislang fehlen der NMR Empfindlichkeit und Durchsatz, um große Wirkstoffbibliotheken effizient zu scannen. Die Forschungsteams um Professor Jan Gerrit Korvink am Institut für Mikrostrukturtechnik und Dr. Benno Meier am Institut für Biologische Grenzflächen des KIT entwickeln im Projekt „HiSCORE“ („Highly Informative Drug Screening by Overcoming NMR Restrictions“) zusammen mit Partnern eine Methode, um Wirkstoff-Screenings mit hohem Durchsatz (HTS) zu ermöglichen. Dabei arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum einen mit einer Technologie, welche die Durchführung einer großen Anzahl von Messungen parallel möglich machen soll. Zum anderen soll die Signalintensität der NMR erhöht werden, sodass die Probengröße verringert werden kann. Der Europäische Forschungsrat (ERC) fördert das Projekt mit einem Synergy Grant.

Kontakt: jan.korvink@kit.edu, benno.meier@kit.edu



FOTO: MARKUS BREIG

Neue Wege für alten **KUNSTSTOFF**



DAS INSTITUT FÜR TECHNISCHE CHEMIE UND DAS
INSTITUT FÜR INDUSTRIEBETRIEBSLEHRE UND INDUSTRIELLE
PRODUKTION DES KIT ARBEITEN IM THINKTANK
„INDUSTRIELLE RESSOURCENSTRATEGIEN“ AN EINEM
KREISLAUF FÜR KUNSTSTOFFABFÄLLE

VON ALMUT OCHSMANN

Professor Dieter Stapf, Leiter des
Instituts für Technische Chemie
(ITC), und Dr.-Ing. Rebekka Volk,
Leiterin der Forschungsgruppe
„Projekt- und Ressourcen-
management in der bebauten
Umwelt“ am Institut für Industrie-
betriebslehre und Industrielle
Produktion (IIP)

Professor Dieter Stapf, Head of the
Institute for Technical Chemistry
(ITC), and Dr.-Ing. Rebekka Volk,
Head of the Research Group
“Project and Resource Manage-
ment of the Built Environment”
at the Institute for Industrial
Production (IIP)



Auf dem Tisch liegt eine große Plastiktüte mit Abfall: bunte Folien, ein Blumentopf, eine Zahnbürste, ein Tetra Pak. Alles das ist im gelben Sack gelandet, wird aber nicht in den Kunststoffkreislauf zurückgeführt, sondern verbrannt. Heute wird ein Großteil des Abfalls, den wir im gelben Sack entsorgen, energetisch verwertet, da diese Produkte und Verpackungen nicht mechanisch recycelt werden können. Nur 20 bis 40 Prozent der Leichtverpackungen aus dem gelben Sack können in Deutschland wieder für neue Kunststoffprodukte verwendet werden – und das meist nur einmal. „Diese Spülmittelflasche aus Rezyklat ist dickwandiger als ihre Vorgängerin, und aus ihr kann man nur noch eine Parkbank machen und danach gar nichts mehr. Das ist kein hochwertiges Recycling“, sagt Professor Dieter Stapf vom Institut für Technische Chemie (ITC) am KIT. „Auch im Baubereich, in der Automobilherstellung und bei Elektronikprodukten fallen große Mengen an Kunststoffabfall an, der derzeit nicht recycelt werden kann. Wenn wir die Kreisläufe schließen wollen, dann müssen wir geeignete Verfahren dafür finden.“

Eines dieser vielversprechenden Verfahren ist die Pyrolyse von Kunststoffen. Bei der Pyrolyse werden die langkettigen Kunststoffe durch hohe Temperaturen verflüssigt und in kleine Moleküle zerlegt, die wieder zur Kunststoffproduktion genutzt werden können. Im besten Fall entsteht in der Pyrolyse ein Öl, das als Erdölersatz in der chemischen Industrie für neue Produkte verwendet werden kann. Bei diesem chemischen Recycling braucht man keinen sortenreinen Kunststoff, der nicht sortierbare Rest des gelben Sackes kann ebenso wie automobiler Kunststoffabfall pyrolysiert werden.

In der Pyrolyseanlage am Campus Nord steigt Dipl.-Ing. Frank Richter auf eine Leiter und schüttet geschredderten Kunststoffabfall in einen großen Metalltrichter. Innen transportiert eine lange Förderschnecke den Abfall, der mit Sand vermischt wird, durch den Reaktor, der aussieht wie eine lang gezogene Industriespülmachine. Dort wird die Mischung auf 500 Grad Celsius erhitzt, sodass sich die Kunst-

stoffe verflüssigen. Alle festen und mineralischen Anteile werden als Asche abgeschieden. Andere störende Stoffe wie Flammenschutzmittel, Chlor- und Brombestandteile werden abgetrennt, indem Kalk zugesetzt wird. Abhängig von der Abfallzusammensetzung, den Katalysatoren, der Dauer und der Temperatur wird am Ende des Pyrolyseverfahrens ein goldgelbes Öl, ein dickeres dunkles Öl oder ein fast schwarzes Wachs kondensiert. Je weniger zähflüssig und je heller das Öl, desto besser ist die Qualität des Kondensats. Bei diesem Vorgang entstehen auch energiereiche Gase, die in einer chemischen Fabrik direkt wieder genutzt werden könnten, weil sie wertvolle Moleküle für die Produktion von Kunststoffen oder andere Basischemikalien enthalten.

Das Team am ITC arbeitet zurzeit mit Industrieunternehmen zusammen, die Kunststoffe herstellen und nach neuen Wegen für das Recycling suchen. „Wir erforschen systematisch, was mit der Pyrolyse erreicht werden kann und wie Pyrolyseverfahren in großem Maßstab konzipiert werden müssen, damit möglichst viel rohstofflich nutzbares Öl herauskommt“, sagt Stapf. „Wir wollen nicht nur den Sortierrest des gelben Sacks recyceln, sondern auch ganz andere Produkte: Dämmstoffe von Gebäuden beispielsweise. Die sind einerseits im Rahmen der Energiewende sehr sinnvoll, weil wir weniger Energie benötigen, aber sie können andererseits mit aktuellen Technologien noch nicht recycelt werden. Mit der Pyrolyse gewinnen wir das Styrolmonomer zurück, also einen Chemierohstoff.“

Wo und in welchem Umfang Kunststoffabfälle in Deutschland anfallen, das analysiert Dr. Rebekka Volk mit ihrer Forschungsgruppe „Projekt- und Ressourcenmanagement in der bebauten Umwelt“ am Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) des KIT. Ihr Fokus liegt auf dem Recycling von unterschiedlichen Stoffströmen, die im Bau-, Konsum- und Automobilsektor vorkommen. Rebekka Volk arbeitet gemeinsam mit Dieter Stapf und weiteren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im THINKTANK „Industrielle Ressourcenstrategien“ des Landes Baden-Württemberg im Leuchtturmprojekt „Kreis-



FOTOS: MARKUS BREIG

Ein Großteil der Kunststoffabfälle
wird nicht in den Kunststoffkreislauf
zurückgeführt, sondern verbrannt.
Neue Verfahren sollen die Kreisläufe
schließen

A large portion of plastic waste
is combusted rather than returned to
the cycle of plastic materials. New
processes are needed to close the cycles

Dipl.-Ing. Frank Richter an der Pyrolyseanlage am Institut für Technische Chemie (ITC): Die langkettigen Kunststoffe werden durch hohe Temperaturen verflüssigt und in kleine Moleküle zerlegt, die wieder zur Produktion von Kunststoffen genutzt werden können

Dipl.-Ing. Frank Richter at the pyrolysis plant at the ITC: long-chain plastics are liquefied at high temperatures and decomposed into small molecules that can be reused in the production of plastics

laufwirtschaft für Kunststoffe“. In dem Projekt beschäftigt sie sich mit ihrem Team mit der Bewertung und dem Systemdesign von chemischem Kunststoffrecycling in Deutschland. Im THINKTANK, der am KIT angesiedelt ist, treffen Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Industrie und Politik zusammen und diskutieren gemeinsam über mögliche neue Wege des Kunststoff-Recyclings.

Zuletzt hat Rebekka Volk mit ihrem Team das Pyrolyseverfahren mit dem bestehenden mechanischen Recycling verglichen. Die jüngsten Ergebnisse zeigen, dass für die in Deutschland anfallenden Kunststoffverpackungen mechanisches Recycling und Pyrolyse vergleichbar gut sind. Allerdings können im chemischen Recycling, im Gegensatz zum mechanischen Recycling, Schad- und Störstoffe eliminiert werden. Am besten schnitt in der Analyse eine Kombination von mechanischem und chemischem Recycling ab. „Die Verbrennung großer Mengen Leichtverpackungen ist klimaschädlich und wenig nachhaltig. Die Pyrolyse hingegen braucht relativ wenig Energie und vermindert deswegen den CO₂-Ausstoß“, erklärt Rebekka Volk. „Kunststoffe sind sehr energiereich, und wenn wir sie pyrolysieren, dann finden sich fast 80 Prozent der Energie im nutzbaren Gas und in den Ölen wieder. Auch in dem festen Stoff, der sich bildet, stecken bis zu zehn Prozent der Energie, die im Pyrolyseprozess genutzt werden kann. Damit trägt sich dieser Prozess energetisch gesehen selbst.“

Neben der Pyrolyse gibt es zwei weitere vielversprechende chemische Recycling-Prozesse: Man kann die Kunststoffe bei sehr hohen Temperaturen unter Zugabe von Sauerstoff zu Synthesegas, einem anderen Chemierohstoff, umsetzen. Manche Kunststoffarten können auch chemisch mit Lösungsmitteln aufgelöst werden. Beide Prozesse sind noch nicht etabliert, werden am KIT aber bereits erforscht. Die experimentellen Möglichkeiten der Pyrolyseanlagen am Campus Nord sind einzigartig in der Forschungslandschaft. Sie erlauben es, Ergebnisse in die Praxis zu übertragen, und schaffen die Voraussetzung für einen Technologietransfer sowie für Industriekooperationen. „Das chemische Recycling ist ein boomendes Gebiet“, sagt Dieter Stapf.



Ways to Reuse Old Plastic

At the THINKTANK “Industrial Resource Strategies,” KIT’s Institutes for Technical Chemistry and Industrial Production Work on Closing the Plastics Cycle

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Colored film, flower pots, toothbrushes, beverage cartons. These are separately collected recyclables, most of which are incinerated rather than returned to the cycle of plastic materials. Only 20 to 40% of lightweight packages disposed of in Germany can be reused to produce new plastic products – most are reused only once. “If we want to close the cycles, we have to find new processes,” says Professor Dieter Stapf from KIT’s Institute for Technical Chemistry (ITC).

One of the most promising methods is pyrolysis of plastics. During pyrolysis, long-chain plastics are liquified at high temperatures and decomposed into small molecules that can be used for the production of plastics again. In the best case, pyrolysis produces an oil that may be used as a petroleum substitute when producing new products in the chemical industry. On the North Campus, KIT operates a unique pyrolysis research infrastructure. There, the team of ITC collaborates with industrial companies to develop new recycling paths. “We conduct systematic research to find out what can be achieved with pyrolysis and how pyrolysis processes have to be designed on a large scale to produce a maximum amount of pyrolysis oil,” Stapf says.

The locations where plastic wastes are produced and in what amounts in Germany are analyzed by Dr. Rebekka Volk and her team “Project and Resource Management of the Built Environment” at KIT’s Institute for Industrial Production (IIP). Her work focuses on the recycling of materials used in the construction, consumption, and automotive sectors. Together with Dieter Stapf and other scientists, she is involved in the flagship project “Circular Economy for Plastics” of the Baden-Württemberg THINKTANK “Industrial Resource Strategies” that is located at KIT. Representatives of science, industry, and politics assess chemical recycling of plastics in Germany and discuss potential new recycling pathways. Their work not only addresses process technologies, but also focuses on assessing flows of materials on the product and branch levels and national and international levels. In addition, they study aspects of implementation. ■

Contacts: dieter.stapf@kit.edu, rebekka.volk@kit.edu

NEU SigmaPlot® 14.5

Datenanalyse und Graphen: Einfach und intuitiv

WEITERE PRODUKTE VON **inpixon** Indoor Intelligence™

Statistik-Software mit Berater

SigmaSTAT
Advisory Statistics for Non-statisticians

Automatische Kurvenanpassung

TableCurve 2D
Automated Curve Fitting Analysis

Automatische Peak-Separation
und -Analyse

PeakFIT
Automated Peak Separation Analysis

Automatische Bildanalyse

SigmaSCAN
Automated Image Analysis

Mehr Statistik, mehr Graphen,
weniger Aufwand

SYSTAT
Comprehensive
Statistical Analysis

Automatische Oberflächenanpassung

TableCurve 3D
Automated Surface Fitting Analysis

Informationen über spezielle Lizenzmodelle: Tel: 02104-9540, Kostenlose Demo CD anfordern unter: saveskontakt@inpixon.com (Bitte AK1220 angeben)

ANZEIGE

Doch nicht nur die verfahrenstechnische Forschung ist wichtig, für eine Kreislaufwirtschaft müssen auch die Materialströme auf Produkt-, Branchenebene oder sogar auf nationaler und internationaler Ebene analysiert werden. Eine Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe wäre ein logischer und erstrebenswerter Schritt, meint Rebekka Volk, denn sowohl Firmen als auch Kunden wünschten vermehrt nachhaltige Recycling-Produkte, die Neuwaren-Qualität hätten. „Wenn wir uns vom Erdöl unabhängig machen und weniger Treibhausgase emittieren wollen, brauchen wir Recyclingverfahren, bei denen die Qualität des Materials und der hergestellten Produkte auch bei mehreren Durchläufen erhalten bleibt, ähnlich wie bei Metall oder Glas“, sagt sie.

Auf dem Weg in eine Kreislaufwirtschaft sei es aber wichtig, so Rebekka Volk, dass man für jede Abfallfraktion neu untersuchen müsse, welcher Entsorgungs- und Recyclingweg aus ökonomischer und ökologischer Sicht der beste sei. Für automobilen Kunststoffe oder solche aus der Elektronik werde sie das mit ihrem Team analysieren. „Und erst basierend auf diesen wissenschaftlichen Ergebnissen sollte entschieden werden, ob diese Verfahren im großen Maßstab umgesetzt werden. Denn für das chemische Recycling müssen deutschlandweit große Anlagen gebaut werden, um die steigenden Abfallmengen zu bewältigen“, sagt Rebekka Volk. Allerdings würden bislang in Deutschland – im Unterschied zum europäischen Ausland – die chemischen Verfahren noch nicht in allen

Fällen als Recycling anerkannt. „Wenn wir Kunststoffabfälle nur mechanisch recyceln wie bislang“, sagt Volk, „werden wir die ambitionierten europäischen Ziele der EU für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft nicht erreichen können. Mithilfe neuer Technologien könnten wir dagegen Kunststoffabfälle als wertvollen Rohstoff aus aller Welt importieren und anstatt fossiler Rohstoffe nutzen.“

Ein Problem bei der Kreislaufführung von Materialien sei insgesamt, dass sich Produktdesigner noch viel zu wenig mit diesem Thema auseinandersetzen, betont Volk. „Das betrifft die Herkunft der eingesetzten Rohstoffe und Energien, die freigesetzten Emissionen bei der Verarbeitung und natürlich die Frage, was aus einem Produkt wird, wenn es einmal im Abfall landet.“ Um Deutschland in Sachen Kreislaufwirtschaft zum Technikvorreiter zu machen, will der THINKTANK „Industrielle Ressourcenstrategien“ deshalb neue Wege gehen und Begegnungen zwischen produzierender Industrie, Chemietechnik, Abfallwirtschaft und Politik realisieren. „Wenn die Kommunikation zwischen ‚Anfang‘ und ‚Ende‘ der Wertschöpfungskette funktioniert, dann können zukünftig innovative Prozesse entstehen, die eine echte Kreislaufwirtschaft ermöglichen“, so Dieter Stapf. „Der intensive Austausch im THINKTANK soll dazu beitragen, den Weg dafür zu ebnen.“ ■

Kontakt: dieter.stapf@kit.edu,
rebekka.volk@kit.edu

Pyrolyseprodukte aus aufbereiteten Gebäudedämmungen, Kunststoffen aus dem Automobil und Sortierresten von Verpackungsabfällen: Je weniger zähflüssig und je heller das Öl, desto besser ist die Qualität des Kondensats

Pyrolysis products from recycled building insulation, automotive plastics, and packaging waste sorting residues: The less viscous and the lighter the oil is, the better is the quality of the condensate





Die Leidenschaft zum Beruf gemacht:
Die Gründer von Kolibri Games erobern
mit „Idle Miner Tycoon“ den Markt für
mobile Spiele

Turning passion into profession: The founders
of Kolibri Games conquer the market for
mobile games with "Idle Miner Tycoon"

Millionendeal

*Eine der größten Übernahmen
aller Zeiten in der deutschen
Videospielbranche: 2020 erwarb
Gaming-Riese Ubisoft 75 Prozent
der Anteile an dem Unternehmen
für rund 120 Millionen Euro*

*One of the biggest takeovers ever
in the German video games industry:
in 2020, gaming giant Ubisoft acquired
75 percent of the shares in the company
for about 120 million euros*

Karlsruhe, 2016: In einer Wohngemeinschaft sitzen zehn Leute im Wohnzimmer, einige halten ein Meeting im Badezimmer ab, im Schlafzimmer läuft ein Bewerbungsgespräch. Was fragwürdig klingt, waren die Anfänge von Daniel Stammler und Janosch Sadowski mit ihrem Start-up „Kolibri Games“. Die Idee: Ein Spiel für das Smartphone. Das Konzept: Schächte bauen, Geld investieren, neue Minen kaufen – und das alles, ohne im Spiel bankrott zu gehen.

Dazu gehörten beispielsweise eine Plattform mit Kursen zu Lernmethoden, der Verkauf von Lebensläufen an Firmen, ein Jobportal oder eine Motivationsplattform. „Das hat am Anfang nicht so gut geklappt. Die Ideen waren wahrscheinlich nicht gut genug, und wir als Gründer hatten ehrlich gesagt auch keine Ahnung, was wir da machen“, erinnert sich Stammler. „Wir haben aus unseren Misserfolgen aber immer wieder gelernt und sind jedes Mal besser geworden.“



Berlin, 2020: Die Gründer erzielen bei der Übernahme ihres Unternehmens eine der höchsten Bewertungen aller Zeiten in der deutschen Videospielbranche. Der Videospielriese Ubisoft erwirbt drei Viertel des Unternehmens für rund 120 Millionen Euro. Die bisher recht kurze, aber beeindruckende Geschichte von Kolibri Games, ehemals Fluffy Fairy Games, begann 2016 am KIT.

Bevor die Gründer allerdings ihre Erfolgsidee hatten, mussten sie einige Male scheitern. „Sowohl Janosch als auch ich haben die unterschiedlichsten Sachen ausprobiert und verschiedenste Unternehmen gegründet“, sagt Daniel Stammler, der mit Janosch Sadowski die Doppelspitze von Kolibri Games bildet.

„Unsere Geschichte ist eine Geschichte über hohe Einsätze und Scheitern und eine Geschichte über Leidenschaft, Belastbarkeit und harte Arbeit“

Nach den Fehlschlägen gingen die Gründer systematischer vor: Was brauchen beziehungsweise wollen die Leute? Wie groß ist der Markt für das Produkt? Kann man mit dem Produkt Geld verdienen? Wie einzigartig und nachhaltig erfolgreich ist es? „Jeder, der vorhat zu gründen, sollte sich diese Fragen stellen und ehrlich beantworten“, empfiehlt Janosch Sadowski. „Wir fanden heraus, dass Spiele unsere Leidenschaft sind. Der Markt für mobile Spiele war damals leicht zugänglich und sah sehr vielversprechend aus.“



„KOLIBRI GAMES“ – EINES DER ERFOLGREICHSTEN START-UPS DES KIT

VON SANDRA WIEBE



v. l. n. r. (from the left): Oliver Löffler, Daniel Stammler, Janosch Sadowski

für Handyspiele

In ihrer Wohngemeinschaft fingen die Gründer an, ein Spiel für das Smartphone zu kreieren und zu programmieren: „Idle Miner Tycoon“ – eine Wirtschaftssimulation, in der es um einen Minenbesitzer geht, der immer reicher werden will. Dafür muss er Schächte bauen, Geld investieren, neue Minen kaufen. Der Clou daran ist, dass das Spiel auch in der Offline-Zeit weiterläuft und dass man nicht verlieren oder bankrottgehen kann.

Die Firma gründeten sie dann zu fünft: Neben Stammler und Sadowski stiegen Sebastian Karasek, Tim Reiter und Oliver Löffler ein. Alle studierten am KIT – Informatik, Wirtschaftsingenieurwesen und Informationswirtschaft.

„Am KIT herrscht eine sehr inspirierende Atmosphäre“

„Am KIT wirst du gefördert, aber auch sehr gefordert“, so Sadowski. „Hier gibt es viele Einrichtungen, die dir dabei helfen, eine eigene Firma zu gründen, wie die Gründerschmiede des KIT oder das CyberLab in Karlsruhe.“ Schnell merkten die Gründer aber, dass Studieren und Arbeiten nicht gleichzeitig zu schaffen ist, wenn man beides ernsthaft verfolgen möchte. „Du kannst nicht morgens

drei Stunden in die Bibliothek, dann sieben Stunden arbeiten und dann abends noch mal vier Stunden in die Bibliothek. Wir haben es vier Wochen durchgehalten und dann beschlossen, unseren Master nicht mehr zu machen und uns auf das Geschäft zu konzentrieren“, sagt Sadowski. „Wir haben es nicht bereut!“ Inzwischen sind nur noch drei von fünf Gründern mit an Bord: Daniel Stammler und Janosch Sadowski als Geschäftsführer sowie Oliver Löffler als technischer Direktor.

Die Wohngemeinschaft wurde den Gründern dann schnell zu klein: Ende 2016 war die Woh-

nung mit mehr als 15 Leuten überfüllt und sie zogen in eine Büroetage am Rand der Karlsruher Innenstadt. Ende 2017 hatte Kolibri Games rund 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Anfang 2018 zog das Start-up nach Berlin. „Dort ist die Atmosphäre internationaler“, sagt Stammler. „Wir können so viel leichter neue Leute einstellen. Auch ist der direkte Kontakt zu anderen Firmen, mit denen wir zusammenarbeiten wollen, viel einfacher.“ Im selben Jahr brachte Kolibri Games ein zweites Handyspiel auf den Markt. Seit 2019 hat das Unternehmen rund 100 Angestellte und 100 Millionen Downloads erreicht. „Wir hatten von vorn-

2018 zog das Start-up nach Berlin, wo es heute rund 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hat
In 2018, the startup moved to Berlin, where it now has around 100 employees



FOTOS: KOLIBRI GAMES



Eine vollständige Übernahme durch Ubisoft ist in Zukunft geplant, die Gründer sind aber weiterhin dabei und treffen ihre eigenen Entscheidungen

A complete takeover by Ubisoft is planned in the future, but the founders will continue to be involved and make their own decisions

herein das Ziel, eine erfolgreiche, große Firma aufzubauen“, so Stammler. „Aber um den nächsten Schritt gehen zu können, brauchten wir einen Partner, der breiter aufgestellt ist und mehr Erfahrung und Expertise mitbringt.“

2020 erkannte Gaming-Riese Ubisoft das Potenzial des Start-ups und erwarb 75 Prozent der Anteile an dem Unternehmen für rund 120 Millionen Euro – die Gründer erzielten damit eine der höchsten Bewertungen aller Zeiten in der deutschen Videospielbranche. Doch was war das Erfolgsrezept von Kolibri Games? „Man sollte erst einmal den Kern des Produkts entwickeln und es dann möglichst schnell auf den Markt bringen, anstatt noch viele Funktionen hinzuzufügen. Diese sind zwar sicher wichtig, entscheiden aber am Anfang nicht darüber, ob das Produkt funktioniert oder nicht“, weiß Sadowski. Dies führte die Gründer zum erhofften Erfolg: Seit Tag eins hatten sie über 1.000 Downloads am Tag. Und sie brachten seit 2017 rund 300 Updates für „Idle Miner Tycoon“ heraus.

„Wir sind auf das Feedback und die Wünsche der Spieler eingegangen und haben anhand dessen unser Spiel immer weiter entwickelt“

In Zukunft ist eine vollständige Übernahme durch Ubisoft geplant – die Gründer sind aber

A Deal Worth Billions for Mobile Games

Kolibri Games – One of KIT's Most Successful Startups

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Karlsruhe, 2016: Together with three fellow students, Daniel Stammler and Janosch Sadowski from Karlsruhe Institute of Technology (KIT) pursue the idea of developing a game for smartphones and found their startup “Fluffy Fairy Games.”

Berlin, 2020: The company, now renamed “Kolibri Games”, succeeds in one of the biggest takeovers ever in the German video game industry.

At the beginning of the founders' fairytale career, they had quite a long orientation phase during which they jettisoned several business ideas. “We finally realized that games were our passion. The market for mobile games was easily accessible at that time and looked very promising,” says Sadowski. In their shared apartment, the then-students started to design and program a game for the smartphone. Called “Idle Miner Tycoon,” it was an economic simulation game about a mine owner who wants to become richer and richer. The added bonus is that the game continues to run even when you are offline and that you do not lose or fail.

The students soon rented an office floor on the outskirts of downtown Karlsruhe. By the end of 2017, Kolibri Games already had around 50 employees. As 2018 began, the startup moved to Berlin. In the same year, the company launched a second mobile game. In 2019, Kolibri Games had about 100 employees and had reached 100 million downloads. Then came the big success: In 2020, gaming giant Ubisoft recognized the potential of the start-up and acquired 75 percent of the shares in Kolibri Games for 120 million euros.

In the future, a complete takeover by Ubisoft is planned. Three of the five founders are still on board: Daniel Stammler and Janosch Sadowski as managing directors, Oliver Löffler as technical director. “It was important to us to be able to continue to make independent decisions without having to discuss everything in advance,” explains Stammler. More games are to be developed in the next few years. And what was the most important thing on the road to success? “Keep on going! Learn from mistakes and do better next time,” advises Stammler. “We only got this far because, among other things, we relied on ourselves and our employees,” Sadowski says. “We trust ourselves and our team.” ■

Further information: www.kolibrigames.com

Das Konzept des Spiels: Eine Wirtschaftssimulation, in der man Schächte baut, Geld investiert und neue Minen kauft – und das alles, ohne verlieren zu können

The concept of the game: An economic simulation in which you build shafts, invest money, and buy new mines – without having to accept losses

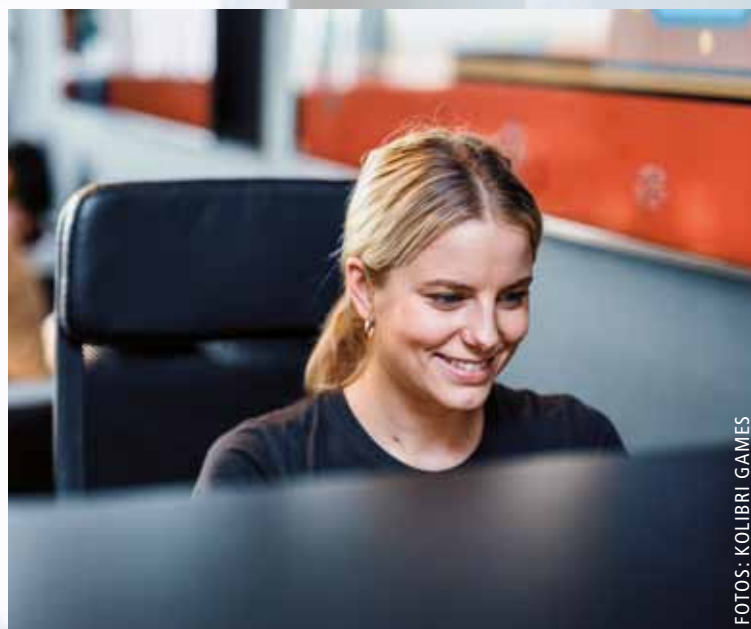


natürlich mit an Bord. „Uns war es wichtig, dass wir weiterhin eigenständig Entscheidungen treffen dürfen, ohne vorher alles absprechen zu müssen. Das haben wir erreicht!“, freut sich Stammler. In den nächsten Jahren sollen noch weitere Spiele entwickelt werden. Und was war das Wichtigste auf dem Weg zum Erfolg? „Immer weitermachen! Aus Fehlern lernen und es beim nächsten Mal besser machen“, rät Stammler. „Außerdem niemals stehen bleiben. Die Firma immer wieder evaluieren und anpassen, sich immer wieder selbst erfinden.“ „Wir sind nur so weit gekommen, weil wir uns unter anderem auf uns und unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verlassen haben“, so Sadowski. „Wir vertrauen uns und unserem Team.“ ■

Weitere Informationen:
www.kolibrigames.com

*Die Zukunft im
Blick: In den
kommenden
Jahren möchte
das Start-up aus
Karlsruhe weitere
Spiele entwickeln*

*Focusing on the
future: In the
coming years, the
startup from
Karlsruhe wants
to develop more
games*



FOTOS: KOLIBRI GAMES

ANZEIGE

DIE INNOVATIONSFABRIK GOES BILDUNGSCAMPUS

ifh®

Innovationsfabrik
Heilbronn

Neuer Standort, bewährtes Konzept: Die Innovationsfabrik Heilbronn (IFH) bleibt weiterhin erste Wahl für technologieorientierte Startups & innovative GründerInnen, CoWorking und kreatives Arbeiten.

Neue Adresse:
Bildungscampus 3
74076 Heilbronn

Weitere Informationen unter
www.innovationsfabrik.de



**DIE IFH AB
JETZT AM NEUEN
STANDORT!**

Leichtes Gas mit großer Wirkung

PORTRAIT: SANDRA GÖTTISHEIM // FOTO: MARKUS BREIG



Professor Thomas Jordan,
Leiter der Wasserstoffgruppe am
Institut für Thermische Energietechnik
und Sicherheit (ITES) des KIT

Professor Thomas Jordan, Head of the
Hydrogen Group at KIT's Institute for Thermal
Energy Technology and Safety (ITES)

Das Wasserstofftechnikum am
KIT wird für Versuchsreihen
rund um das Thema
Wasserstoff eingesetzt. Es
besteht aus mehreren
Druckkammern, in denen
beispielsweise die Ausbreitung
und Verteilung von
Wasserstoff beobachtet
werden kann

KIT's Hydrogen Test Center
is used for experiments
relating to hydrogen.
It consists of several
pressure chambers to study
the dispersion and distribution
of hydrogen, for instance

AM WASSERSTOFFTECH- NIKUM HYKA WIRD AM EIN- SATZ UND AN SICHERHEITS- FRAGEN VON WASSERSTOFF- TECHNOLOGIEN GEFORSCHT

VON GEREON WIESEHÖFER

Als die „Hindenburg“ nach vielen erfolgreichen Atlantiküberquerungen am 6. Mai 1937 bei ihrer Landung in Lakehurst (New Jersey) in Flammen aufging, war mit dem Inferno das Ende der Verkehrsluftschiffahrt besiegelt. Das mit 245 Metern Länge größte je gebaute Luftschiff brannte innerhalb einer halben Minute vollständig aus, 35 der 97 Personen an Bord starben. Ebenfalls an Bord: Wasserstoff – er war eines von vielen Gliedern in der Verkettung unglücklicher Ereignisse. Bis heute schüren die Bilder der Katastrophe die Angst vor dem leichtesten Gas im Periodensystem. Und sie schmälern die gesellschaftliche Akzeptanz, ihn als wichtigen, klimaneutralen

Energieträger im Mix für Industrie und Mobilität einzusetzen.

Diese emotional begründete Ablehnung ist jedoch nur die eine Seite, ihr gegenüber steht das tatsächliche Sicherheitsrisiko, das von Wasserstoff ausgeht. „Wasserstoff ist sicher, wenn man seine Besonderheiten berücksichtigt. Er ist nicht gefährlicher als andere Energieträger“, sagt Professor Thomas Jordan, Leiter der Wasserstoffgruppe am Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit (ITES) am Campus Nord des KIT. Jordan ist daneben Vorstandsmitglied in der Internationalen Gesellschaft für Wasserstoffsicherheit „HySafe“, die er 2009 mitgründete, und berät als Mitglied des European Hydrogen Safety Panel EHSP europäische Projekte hinsichtlich Wasserstoffsicherheit. Sein Fazit: In vielen Belangen ist Wasserstoff völlig ungefährlich. Er ist ungiftig und verbrennt zusammen mit Sauerstoff rückstandsfrei zu Wasser. Zudem ist er sehr leicht und entweicht im Freien sofort nach oben. „Das macht ihn unter

Umständen sogar sicherer als andere konventionelle Energieträger“, so Jordan.

Eine besondere Situation hingegen ergibt sich in geschlossenen Räumen, wenn Wasserstoff nach unkontrolliertem Austritt nicht nach oben entweichen kann und sich ein leicht entzündliches, explosives Luft-Staub-Wasserstoff-Gemisch bildet. Ein Entzünden dieses Gemisches ist den meisten von uns noch als Knallgasreaktion aus dem Chemie-Unterricht in Erinnerung. Die schnelle Brennbarkeit von Wasserstoff kann darüber hinaus dazu führen, dass sich eine starke Druckwelle bildet, die für Menschen in geschlossenen Räumen sehr gefährlich ist.

„Deshalb erforschen wir vertieft die Grundlagen und Eigenheiten von Wasserstoff: Wir wollen ihn sicher und beherrschbar machen, das heißt: Unfälle effektiv vermeiden oder zumindest Unfallfolgen auf ein akzeptables Maß vermindern. Wasserstoff wird im Energiemix von morgen eine entscheidende Rolle

spielen, denn nur mit ihm ist es möglich, in absehbarer Zeit eine decarbonisierte, klimaneutrale Industrie und Mobilität zu erreichen“, erläutert Jordan die Zielsetzung seiner Arbeitsgruppe.

Mit Rechenmodellen und Computer-Simulationen beschreiben die Forscherinnen und Forscher sämtliche Aspekte, die für die Wasserstoffsicherheit relevant sind, beispielsweise das dynamische Verhalten von Flammen in Wasserstoff-Luft-Mischungen. Die besondere Herausforderung für diese numerischen 3D-Simulationen von Verteilung, Deflagration und Detonation sowie von Staubexplosionen liegt darin, dass viele der neuen Anwendungen von Wasserstoff sehr hohe Drücke oder extrem tiefe Temperaturen zur Speicherung des Gases benötigen.

Die theoretischen Rechenmodelle finden ihre Entsprechung in grundlegenden Forschungsexperimenten. Daher knallt und rumpelt es in der Arbeitsgruppe von Thomas Jordan mitunter auch ordentlich. Für die Versuchsreihen steht das Wasserstofftechnikum HYKA zur Verfügung. Es besteht aus mehreren riesigen Druckkammern, in denen die Ausbreitung und Verteilung von Wasserstoff beobachtet sowie die Entwicklung von Verbrennungsvorgängen und Staubexplosionen untersucht werden können. Das Wasserstofftechnikum wurde mit Unterstützung der deutschen Industrie im damaligen Forschungszentrum Karlsruhe aufgebaut und ging im Herbst 2004 in Betrieb. Sämtliche relevanten Parameter werden während der Versuchsreihen in den Druckkammern erfasst, Highspeedkameras und Drucksensoren dokumentieren die Explosionen, mit Halbleitertechnik werden die für das Auge unsichtbaren Wasserstoff-Flammen sichtbar gemacht. Aus diesen Daten werden dann die Rechenmodelle für die numerischen Simulationen weiterentwickelt und validiert. Am Ende stehen fundierte Sicherheitsregeln und Standards für den alltäglichen Umgang mit Wasserstoff als Energieträger.

Aktuell laufen zwei EU-Projekte am Wasserstofftechnikum. In einem davon wird eine breite pränormative Wissensbasis zu kryogenem, also bei -253 Grad Celsius verflüssigtem Wasserstoff geschaffen. Dieser wird in speziellen Kühlgeräten, sogenannten Kryostaten, gelagert und transportiert. Doch was passiert, wenn Flüssigkeit austritt? Wie schnell dampft kryogener Wasserstoff ab? Wo sollten die Container aufgestellt und welche Normen könnten dafür vorgeschlagen werden? Die Untersuchungen ergaben, dass sich glatte Flächen als Unterlage besser eignen als zum

Beispiel ein Kiesbett, da an dessen großer Oberfläche viel Sauerstoff kondensiert und es so eher zu einer Explosion kommen kann.

Im anderen EU-Projekt, dem HyTunnel-CS-Projekt, beschäftigt sich die Arbeitsgruppe mit gasförmigem Wasserstoff, wie er bei einem Autounfall in einem Tunnel aus dem Tank austreten könnte. In einem solchen Szenario kann das Gas nicht entweichen und könnte sich schließlich entzünden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen, wie die Folgen eines solchen Unfalls eingedämmt werden könnten. Welche dämpfende Wirkung könnte etwa von der Wasserspryanlage ausgehen, um die durch eine Explosion entstehende Druckwelle zu mindern? Welche Rolle könnten dabei vorhandene Sicherheitseinrichtungen, wie Wassernebel-, Schaum- oder ein Ventilierungssystem sowie die Entlüftungskanäle spielen? Und: Wie können solche Szenarien gänzlich vermieden werden?

Die Forschungsanfänge zur Wasserstoffsicherheit im damaligen Forschungszentrum

Karlsruhe bezogen sich nicht auf die Nutzung des Gases als Energieträger. „Auslöser war der Unfall von Tschernobyl 1986“, erklärt Thomas Jordan. „Bei großen nuklearen Unfällen entstehen auch große Mengen an Wasserstoff. In Tschernobyl wurden 400 Kilogramm Wasserstoff gebildet. Das Gas löste eine Sekundärexplosion aus, die wesentlich zum Schaden beigetragen hat.“ Aufgabe ist, diese Phänomene besser zu verstehen und Lösungen zu erarbeiten.

Jordan begleitet zudem die Entwicklung und den Bau des ersten europäischen und weltweit größten Fusionsreaktors ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), welcher derzeit im südfranzösischen Kernforschungszentrum Cadarache entsteht und 2025 ans Netz gehen soll. In dem Reaktor wird kein Uran benötigt, sondern stattdessen schwerer und überschwerer Wasserstoff (Deuterium und Tritium) fusioniert – mit allen Sicherheitsrisiken, welche die Arbeit mit Wasserstoff mit sich bringt. Das Team der Wasserstoffgruppe des KIT entwickelt hierfür am Wasserstofftechnikum die notwendigen Sicherheitsstandards.



/be an
explorer

Be the one who rewrites
the rules of what
tech can do.

ericsson.com/careers

ANZEIGE



Das Ziel der Forschenden ist – neben der Lösung von technischen Sicherheitsfragen beim Umgang mit Wasserstoff – eine höhere gesellschaftliche Akzeptanz des Energieträgers zu erreichen

Researchers work on solving safety issues when using technical hydrogen and on enhancing the society's acceptance of this source of energy

Inzwischen ist Wasserstoff am Campus Nord des KIT auch in die mobile Alltagswelt eingezogen: Zwei Busse, die mit Wasserstoff betrieben werden, fahren im Shuttle-Verkehr vom Campus Süd zum Campus Nord und umgekehrt. Je zwei Brennstoffzellen stellen 120 Kilowatt elektrische Leistung bereit. Getankt wird auf dem Campus Nord an der KIT-eigenen Wasserstoff-Tankstelle. „Unsere Aufgabe besteht nicht nur darin, die technische Sicherheit beim Umgang mit Wasserstoff zu gewährleisten. Wir müssen auch die nötige gesellschaftliche Akzeptanz erreichen. Vertrauen gewinnen wir nur durch eine transparente und konsistente Informationspolitik“, fasst Jordan die Aufgaben seiner Forschungsgruppe zusammen. „So wollen wir die durch ‚Hindenburg‘ und Chemieunterricht irritierte Wahrnehmung von Wasserstoffsicherheit überwinden und ökonomische und sichere Lösungen realisieren.“ Nebenbei: Heute geht man davon aus, dass der Unfall mit dem Luftschiff dieselben Folgen gehabt hätte, wenn anstelle von Wasserstoff das nicht entzündliche Helium als Traggas verwendet worden wäre – denn gestorben sind die Passagiere vor allem durch die brennenden Dieselvorräte für den Antrieb des Luftschiffs. ■ Kontakt: thomas.jordan@kit.edu

Die sicherheitsrelevanten Eigenschaften von Wasserstoff unterscheiden sich von denen anderer gasförmiger Energieträger, beispielsweise Erdgas, erheblich.

Wasserstoff ...

- ... ist leichter als Luft, breitet sich also bevorzugt nach oben aus.
- ... verteilt sich wegen seiner hohen Diffusivität sehr schnell.
- ... hat eine extrem kleine Zündenergie, die eine spontane Entzündung des Gemischs begünstigt.
- ... ist über einen sehr großen Konzentrationsbereich brennbar. Eine Wasserstoff-Luft-Mischung brennt deshalb beinahe vollständig aus.
- ... hat eine hohe Brenngeschwindigkeit, durch die sich das Schadenspotenzial erhöhen kann.

Aktuell laufen zwei EU-Projekte am Wasserstofftechnikum: eines zu kryogenem, also bei -253 Grad Celsius verflüssigtem Wasserstoff und eines zu gasförmigem Wasserstoff, wie er bei einem Autounfall in einem Tunnel aus dem Tank austreten könnte

Two EU projects are currently being carried out at the Hydrogen Text Center, one on cryogenic hydrogen, i.e. hydrogen liquefied at -253 degrees Celsius, and one on gaseous hydrogen escaping from a tank during a car accident in a tunnel



FOTOS: MARKUS BREIG

Light Gas with a Big Effect

At the HYKA Hydrogen Test Center, Research Covers Use and Safety of Hydrogen Technologies

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

To this day, the Hindenburg catastrophe has created fear of hydrogen, the lightest gas in the periodic table. And it is still inhibiting the society's acceptance of hydrogen as an important, climate-neutral source of energy for industry and mobility. "Hydrogen is safe when taking into account its characteristics," says Professor Thomas Jordan, Head of the Hydrogen Group of KIT's Institute for Thermal Energy Technology and Safety (ITES). Jordan is Member of the Board of the International Society for Hydrogen Safety "Hy-Safe" and of the European Hydrogen Safety Panel EHSP that supports European projects in terms of hydrogen safety.

The advantages: Hydrogen is non-toxic. Together with oxygen, it can be combusted to water without any residues. It is very light and immediately escapes upwards when used outdoors. In closed rooms, however, in which hydrogen cannot escape after an uncontrolled release, a highly flammable, explosive air-dust-hydrogen mix may form. Its explosion may lead to a dangerous pressure wave. Scientists at HYKA study how hydrogen use can be made safe and manageable. HYKA is equipped with several pressure chambers to observe the propagation and dispersion of hydrogen and analyze the development of combustion processes and dust explosions. Currently, two projects funded by the EU are being carried out.

Jordan also is involved in development and construction of Europe's first and the world's largest fusion experimental reactor ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) in Cadarache, Southern France. ITER is planned to be commissioned in 2025. In the reactor, fusion of heavy and superheavy hydrogen (deuterium and tritium) will take place. HYKA researchers are developing the necessary safety standards. Meanwhile, hydrogen has become part of everyday mobility at KIT: Two hydrogen-fueled buses shuttle between the campuses. "Hydrogen will play an important role in tomorrow's energy mix, because this will be the only way to achieve decarbonized, climate-neutral industry and mobility within a foreseeable time," Jordan says. ■

Contact: thomas.jordan@kit.edu



KÖNNEN PFLANZEN BRUSTKREBS BEKOMMEN?

CAN PLANTS GET BREAST CANCER?

VON LAURA JÖRGER // TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Ob Pilze, Pflanzen oder Menschen – sie alle besitzen genetische Information in ihren Zellen. Im Falle einer Schädigung, beispielsweise durch UV-Strahlung, kann die genetische Information mithilfe verschiedener Reparaturmechanismen stabilisiert werden. Diese haben ihren Ursprung in der Evolution und weisen bei Mensch und Pflanze eine große Ähnlichkeit auf. Mit der Erforschung solcher Prozesse beschäftigen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Botanischen Institut des KIT.

„Mutationen in Genen, die der Genomstabilität dienen, führen beim Menschen häufig zu Krebs“, sagt Holger Puchta, Professor für Molekularbiologie und Biochemie am Botanischen Institut. Um die Mechanismen zu untersuchen, greifen die Forscherinnen und Forscher auf Pflanzen zurück, denn Experimente mit Säugerzellen sind sehr komplex. „Wir können viele Dinge bei Pflanzen einfacher untersuchen als beim Menschen“, so Puchta. So zum Beispiel bei der Frage, welche Rolle ein Gen, das die Stabilität des Genoms gewährleisten soll, bei der Vererbung spielt oder wie sich der Ausfall eines solchen Gens auf die Vererbung auswirkt. „Die experimentellen Systeme sind bei Pflanzen viel einfacher“, sagt Puchta. „Im Gegensatz zu Mensch oder Maus, deren Embryonen bei einigen Mutationen in Reparatur-Genen bereits in frühen Entwicklungsphasen absterben, sind Pflanzen trotz solcher Erbgutveränderungen weiterhin lebensfähig. Bei ihnen können wir die weitere Entwicklung deshalb unmittelbar beobachten. Die Ergebnisse, die wir bei Pflanzen erzielen, können dann auch auf den Menschen übertragen werden, da beide Ähnlichkeiten in ihrer genetischen Information aufweisen.“

So konnte die Arbeitsgruppe um Puchta an der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand) zeigen, dass BRCA2, ein Gen, das beim Menschen eine wichtige Rolle bei der Unterdrückung der Tumorentstehung spielt, auch bei der Vererbung von Bedeutung ist. Mutiert das Gen im menschlichen Körper, so wird die Entstehung von Brustkrebs bei der betroffenen Person gefördert. Trotz der Existenz von BRCA2 in Pflanzen können diese keinen Krebs bekommen. Das liege an der Tatsache, dass Pflanzen durch ihre Zellwand ein sehr festes Gerüst hätten und die Zellen so nicht durch den Organismus wandern könnten, sagt Puchta. „Beim Menschen besteht die Gefährlichkeit von Krebserkrankungen vor allem in den Metastasen. Der Krebs streut, und so entstehen im Körper an verschiedenen Stellen Geschwüre, wodurch die Patientinnen oder Patienten häufig sterben. Durch die feste Form der Pflanzenzellen ist die ungerichtete Vermehrung und Verbreitung von Tumoren nicht möglich“, sagt Puchta. ■

Kontakt: holger.puchta@kit.edu

Whether it be fungi, plants, or humans, all have genetic information in their cells. In the event of damage, such as by UV radiation, the genetic information can be stabilized with the help of various repair mechanisms. These have their origins in evolution and are very similar in plants and humans. Researchers at KIT's Botanical Institute are committed to the investigation of these repair processes.

“Mutations in genes that serve the stability of the genome often lead to cancer in humans,” says Holger Puchta, professor of Molecular Biology and Biochemistry at the Botanical Institute. To investigate related mechanisms, the researchers use plants, because experiments with mammalian cells are very complex: “We can investigate many things more easily in plants than in humans,” Puchta says. For example plant experiments might reveal the role played in heredity by a gene that is supposed to ensure the stability of the genome and the effect on heredity of the failure of such a gene. “The experimental systems are much simpler in plants. In contrast to humans or mice, whose embryos die at an early stage of development in some mutations of repair genes, plants remain viable despite such genetic alterations. Hence, we can directly observe their further development. The results we obtain in plants can then be transferred to humans, as both have similarities in their genetic information.”

Using the model plant *Arabidopsis thaliana* (thale cress), the research group was able to show that BRCA2, a gene that plays an important role in the suppression of tumor development in humans, is also important in heredity. If the gene mutates in the human body, breast cancer development is promoted. Despite the existence of BRCA2 in plants, they cannot develop cancer. This is due to the fact that plants have very solid scaffolds due to their cell walls, and cancer cells thus cannot migrate through the organism. „The danger of human cancer lies mainly in the formation of metastases. The cancer spreads, and tumors develop in different places in the body, which often leads to the death of the patients. Due to the solid form of the plant cells, an undirected multiplication and spread of tumors is not possible.“ ■

Contact: holger.puchta@kit.edu

Der Lithiumschatz vom Oberrheingraben

**EIN
MINIMAL-
INVASIVES VER-
FAHREN AUS DEM KIT
ZUM ABBAU VON LITHIUM
MITTELS GEOTHERMIEANLAGEN
SOLL DIE ELEKTROMOBILITÄT IN EUROPA
NACHHALTIGER MACHEN**

VON DR. MARTIN HEIDELBERGER

Lithium ist ein Alkalimetall, das wegen seiner hohen Reaktivität in der Natur nicht elementar, sondern nur in meist ionischen Verbindungen mit anderen Elementen vorkommt – oder gelöst wie im salzigen Thermalwasser des Oberrheingrabens

Lithium is an alkali metal which is highly reactive and, hence, never occurs freely in nature, but only in usually ionic compounds with other elements – or in aqueous solutions like the salty thermal waters of the Upper Rhine Graben

Wegweisende Innovationen entstehen oft dann, wenn Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus ganz unterschiedlichen Disziplinen bemerken, dass sie ein gemeinsames Thema haben, und dann entscheiden, gemeinsam zu forschen. Im Falle der Chemieingenieurin und Wasserchemikerin Dr. Florencia Saravia und des Geologen Dr. Jens Grimmer stand am Anfang das Thema Lithium. Zusammen haben sie ein Verfahren entwickelt, mit dem der begehrte Rohstoff minimalinvasiv, effizient und nachhaltig aus den natürlichen Vorkommen in Deutschland und Frankreich gewonnen werden kann. Für ein Europa, das sich auf den Weg in die Klimaneutralität gemacht hat und dabei eine große Menge Lithium-Ionen-Batterien für Millionen Elektrofahrzeuge benötigt, könnte sich das gerade zur Patentierung eingereichte Grimmer-Saravia-Verfahren als strategisch bedeutsam erweisen.

In einem Labor der Forschungsstelle des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) am Engler-Bunte-Institut des KIT hat Florencia Saravia (DVGW) für den Recherchebesuch von lookKIT ein tischtennisplattengroßes Rollgestell aus Stahl herbeigefahren, auf dem allerlei Gerätschaften angebracht sind.

„Wir haben uns das Ziel gesetzt, Lithium aus den Tiefenwässern des Oberrheingrabens zu gewinnen, und mit diesem Aufbau haben wir unsere ersten Versuche gemacht“, sagt die Wissenschaftlerin aus der Arbeitsgruppe von Professor Harald Horn (Professor für Wasserchemie und Wassertechnologie am Engler-Bunte-Institut und Sprecher der DVGW-Forschungsstelle). „Das Wasser zum Experimentieren haben wir damals noch selbst zusammengebraut.“ Auf den ersten Blick fallen blaue Plastikscheiben ins Auge, Druckanzeigen und weiter unten ein kleiner Eimer auf einer Waage. Die Scheiben führen durchsichtige Plastikschläuche in einige aufeinander verschraubte Platten, die an Blumenpressen erinnern. Was sich genau darin befindet, will Florencia Saravia aber noch nicht verraten. Auch Jens Grimmer aus der Arbeitsgruppe von Professor Thomas Kohl vom Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW) des KIT bittet um Geduld: „Bis unsere Pilotanlage erfolgreich läuft, wollen wir nicht mehr dazu sagen, als dass es sich um ein Membranverfahren handelt. Genutzt werden soll außerdem die bestehende Infrastruktur von Geothermieranlagen, die heiße Wässer aus der Tiefe fördern, um thermische in elektrische Energie umzuwandeln. Bevor das Wasser dann wieder in die Tiefe gepumpt wird, wollen wir zukünftig unser Verfahren einbauen, und das war es auch schon.“

Der Betrieb der Geothermieranlage wird dabei nicht gestört.“ Lithium wird somit als Nebenprodukt gewonnen.

Eine Pilotanlage mit dem neuen Verfahren soll 2021 in Betrieb gehen, augenblicklich laufen Gespräche über einen geeigneten Standort. Für Jens Grimmer ist das ein wichtiger Meilenstein: Als Geologe beschäftigt er sich seit vielen Jahren mit den geologischen Besonderheiten des Oberrheingrabens und der Herkunft und Entstehung der Thermalwässer. Seit den 1980er-Jahren, spätestens seit den 1990er-Jahren war bekannt, dass die Lithiumionenkonzentrationen in den Tiefenwässern des Oberrheingrabens im Vergleich zu Meerwasser bis zum Faktor 1000 angereichert sind. In manchen Wässern sind es bis zu 200 Milligramm pro Liter. „Das sind zwar nicht die Konzentrationen, wie sie in manchen der Solen der Salzseen in Chile oder Argentinien zu finden sind, aber im Thermalwasserkreislauf einer Geothermieranlage zirkuliert sehr viel Wasser und entsprechend viel Lithium“, sagt Grimmer. „In einer typischen Anlage werden in jeder Sekunde 60-70 Liter Thermalwasser durch den Wärmetauscher gepumpt. Das sind dann bis zu zwei Milliarden Liter im Jahr, die bislang ungenutzt in die tiefen Reservoirs zurückgeführt werden.“



**Die Lithiumionenkonzentrationen
in den Tiefenwässern
des Oberrheingrabens sind im
Vergleich zu Meerwasser
bis zum Faktor 1 000
angereichert**

**Lithium ion concentrations
in the deep waters of the Upper
Rhine Graben are enriched
by as much as a factor of 1 000
compared to seawater**

Dr. Florencia Saravia vom Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) am Engler-Bunte-Institut (EBI) des KIT und Dr. Jens Grimmer vom Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW) des KIT

Dr. Florencia Saravia from the German Technical and Scientific Association for Gas and Water (DVGW) at KIT's Engler-Bunte Institute (EBI) and Dr. Jens Grimmer from KIT's Institute of Applied Geosciences (AGW)

Die Idee, diese riesigen Wassermengen zu nutzen und das Lithium daraus zu extrahieren, ließ ihn nicht mehr los. Allein im Jahr 2018 wurden nach Angaben der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Deutschland fast 6 000 Tonnen Lithiumkarbonat importiert. Neben der Produktion von Lithium-Ionen-Batterien wird das Element vor allem in der Glas- und Keramikindustrie eingesetzt; auch für Schmierstoffe und für Klimaanlageanlagen wird es benötigt. Sollte es nicht möglich sein, diesen Bedarf mit den Vorkommen im Oberrheingraben zu decken? „Bei Hochrechnungen kommen wir auf einige hundert Tonnen Lithium, die zumindest theoretisch jedes Jahr pro Geothermieanlage gefördert werden könnten. Auf Grundlage der bekannten Daten belaufen sich die Potenziale im Oberrheingraben in Deutschland und Frankreich deshalb ungefähr auf 1 800 Tonnen Lithium, beziehungsweise auf 9 600 Tonnen Lithiumkarbonat“, sagt Grimmer. „Allerdings wird kein Verfahren dieses Potenzial zu 100 Prozent nutzen können. Voraussichtlich wird man sich mit 20 bis 30 Prozent zufriedengeben müssen. Im Sinne einer nachhaltigen Förderung sollte man auch keinesfalls zu gierig sein.“

Bislang importieren Deutschland und Frankreich ihr Lithium vor allem aus den klassischen Förderländern Chile, Argentinien und Australien, die mehr als 80 Prozent der weltweiten

Produktion auf sich vereinen. Doch der Import hat seine Schattenseiten, weiß Florencia Saravia: „In den Salzseen in der Atacama-Wüste ist die Lithiumkonzentration zwar hoch, aber die Konzentration des Lithiums durch Verdunstung in quadratkilometergroßen Teichanlagen sowie die weitere Verarbeitung und Reinigung des Lithiumkarbonats verbrauchen viel Wasser, das in den ariden Gebieten des südamerikanischen Hochplateaus besonders kostbar ist.“ Zudem dauere der Prozess Monate und könne durch vereinzelte Niederschlagsereignisse weiter verzögert werden, während eine Förderung mit Geothermieanlagen in Europa kontinuierlich und innerhalb von Stunden erfolge. In Australien wiederum stamme das Lithium meist aus konventionellem Bergbau, bei dem große Abraumvolumina entstünden, die deponiert werden müssten. „Außerdem ist das Lithium in den Mineralen in der Regel an Silikate gebunden und muss mit hohem stofflichem und energetischem Aufwand zu einer Lösung verarbeitet werden, um daraus Lithiumkarbonat beziehungsweise Lithiumhydroxid zu gewinnen. Alles in allem ebenfalls ein sehr teurer Prozess mit einer ungünstigen CO₂-Bilanz“, sagt Saravia. „Unser Verfahren ist dagegen minimalinvasiv, verursacht keinen Abraum und befördert das Thermalwasser nach Gebrauch weitestgehend unverändert wieder in die Tiefe.“



FOTOS: AMADEUS BRAUMSIEPE

Zu den Forschungsthemen der profilierten Membrantechnologieexpertin Florencia Saravia gehören bereits ganz unterschiedliche innovative Anwendungsmöglichkeiten von Membranen. Mit ihrem Wissen nun auch zu einer nachhaltigen Lithiumförderung beitragen zu können, hat sie bei der Technologieentwicklung zusätzlich motiviert: „Wir exportieren in Europa viele Umweltprobleme in Drittländer, um unseren Lebensstandard aufrechtzuerhalten und zu verbessern. Ich finde aber, wir sollten, wenn möglich, unsere Rohstoffe umweltverträglich vor der eigenen Haustür gewinnen. Dabei könnten auch regionale Wertschöpfungsketten entstehen und neue Arbeitsplätze geschaffen werden“, so Saravia.

FOTO OBEN: APFELWEILE/STOCK.ADOBE.COM



Für die Gewinnung des Lithiums soll die bestehende Infrastruktur von Geothermianlagen genutzt werden, die heiße Wässer aus der Tiefe fördern, um thermische in elektrische Energie umzuwandeln

For extraction of lithium, it is planned to use the existing infrastructure of geothermal plants that extract hot water from the depth to convert thermal into electrical energy

FOTO: WIKIPEDIA COMMONS

The Lithium Treasure of the Upper Rhine Graben

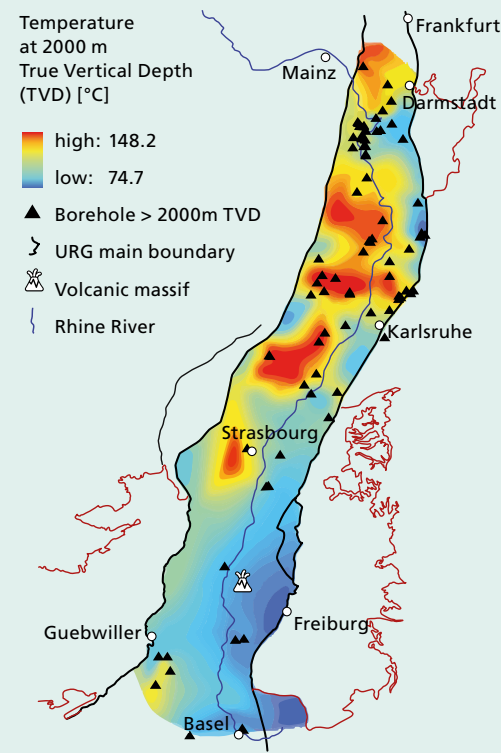
KIT Develops Minimally Invasive Lithium Mining Process Using Geothermal Plants to Make Electromobility in Europe More Sustainable

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

The chemical engineer and water chemist Dr. Florencia Saravia from the German Technical and Scientific Association for Gas and Water (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches – DVGW) at KIT's Engler-Bunte Institute (EBI), who works in the research group of Harald Horn (Professor for water chemistry and water technology at EBI and spokesman of the DVGW research unit), and geologist Dr. Jens Grimmer from KIT's Institute of Applied Geosciences (AGW), who works in the research group of Professor Thomas Kohl, have jointly developed a process by which the coveted raw material lithium can be extracted from natural deposits in Germany and France in a minimally invasive, efficient, and sustainable way. "We have set ourselves the goal of extracting lithium from the deep waters of the Upper Rhine Graben," says Saravia. The Grimmer-Saravia process, which has just been submitted for patenting, could prove to be strategically important to a Europe that has set out on the road to climate neutrality and in the process requires a large quantity of lithium-ion batteries for millions of electric vehicles. So far, Germany and France import their lithium mainly from Chile, Argentina, and Australia, which account for more than 80 percent of global production. But the import has its dark sides: Extracting lithium from the salt lakes of the Atacama Desert consumes large quantities of precious water and is a lengthy process. Mining the raw material in Australian mines creates large volumes of overburden, and the lithium must first be dissolved from the minerals.

The idea of extracting lithium instead from the deep waters of the Upper Rhine Graben has long been on Grimmer's mind. Since the 1980s, or at the latest since the 1990s, it has been known that the lithium ion concentrations in the deep waters of the Upper Rhine Graben are enriched by as much as a factor of 1000 compared to seawater. In some waters, the concentration is as high as 200 milligrams per liter. Saravia and Grimmer conducted their first experiments in a laboratory of the DVGW research unit at EBI. The researchers have not yet revealed exactly how their method works. "Until our pilot plant runs successfully, we do not want to say more about it than that it is a membrane process. The existing infrastructure of geothermal plants, which extract hot water from the depths to convert thermal energy into electrical energy, will also be used. Before the water is then pumped back into the depths, we want to install our process, and that's it. The operation of the geothermal plant will not be disturbed," says Grimmer. Lithium is thus obtained as a by-product. A pilot plant using the new method is scheduled to go into operation in 2021, and a search for a suitable location is currently underway. ■

Contact: jens.grimmer@kit.edu, saravia@dvgw-ebi.de



Baillieux, P., Schill, E., Edel, J. B., Mauri, G. (2013). Localization of temperature anomalies in the Upper Rhine Graben: insights from geophysics and neotectonic activity. *International Geology Review*, 55(14), 1744-1762

Neben einer geringen Umweltbelastung und der Reduzierung geostrategischer Abhängigkeiten bei der Lithiumförderung hätte eine Anwendung des Grimmer-Saravia-Verfahrens in Geothermianlagen noch weitere Vorteile: Der Mineralschatz aus dem Oberrheingraben könnte nämlich nicht nur die europäische Elektromobilität nachhaltiger machen, sondern auch wichtige Rohstoffe für andere Hightech-Anwendungen liefern. Vorstellbar wäre es, aus dem Thermalwasser neben dem Lithium weitere seltene und werthaltige Elemente zu extrahieren – beispielsweise Rubidium oder Cäsium, die in der Laser- und Vakuumtechnologie benötigt werden. ■

Kontakt: jens.grimmer@kit.edu,
saravia@dvgw-ebi.de

Für ein Europa, das sich auf den Weg in die Klimaneutralität gemacht hat, könnte sich das gerade zur Patentierung eingereichte Grimmer-Saravia-Verfahren als strategisch bedeutsam erweisen

The Grimmer-Saravia process, which has just been submitted for patenting, could prove to be strategically important to a Europe that has set out on the road to climate neutrality



FOTOS: AMADEUS BRAMSIEPE



KLIMA-ZUSAMMENHÄNGE ANSCHAUICH GEMACHT

INTERAKTIVER PRÄSENTATIONSGLOBUS AM KIT ERMÖGLICHT BLICK AUF UNSERE ERDE

VISUALIZING CLIMATE RELATIONSHIPS

INTERACTIVE PRESENTATION GLOBE AT KIT PROVIDES VIEWS OF OUR EARTH

VON JOHANNES WAGNER // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER // FOTOS: MARKUS BREIG

Welche Trends im Klimawandel zeichnen sich ab und welche Einflüsse haben sie auf unser tägliches Leben in der Region? Das Department Troposphärenforschung am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO) des KIT hat zur Unterstützung der Lehre jetzt auch einen interaktiven Präsentationsglobus.

„Wir schaffen und vermitteln Wissen für Gesellschaft und Umwelt“, sagt der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka. „Mit dem neuen Präsentationsglobus des IMK-TRO am KIT lassen sich globale Zusammenhänge eindrucksvoll visualisieren. Damit können wir in den Forschungsthemen Klima, Atmosphäre, Umwelt oder Nachhaltigkeit wissenschaftliche Ergebnisse für die Gesellschaft sichtbar und erlebbar machen.“

Ob Vulkanausbrüche, Tsunami, Wettergeschehen oder Klimawandel: Der „OmniGlobe“ hat einen Durchmesser von 120 Zentimetern, kann Simulationen aller Art zeigen und macht Zusammenhänge im weltweiten Kontext anschaulich. Dies ermöglicht die Technik im Inneren des Visualisierungsgeräts: Mittels zweier Projektoren in HD-Qualität werden Daten und Simulationen in 4K-Auflösung angepasst und verzerrungsfrei in einer 360-Grad-Darstellung auf die Innenseite des Globus projiziert. „Aktuell stehen dafür etwa 30 bis 40 Simulationen zur Verfügung“, so Dr. Hans Schipper, Leiter des Süddeutschen Klimabüros vom IMK-TRO. Neben Klimasimulationen des IMK-TRO sind auch Simulationen anderer Einrichtungen des KIT mit globalen Ergebnissen denkbar.

Präsentationsgloben dieser Art stehen bislang unter anderem bei der NASA, im Hauptquartier der World Meteorological Organization (WMO), bei der UNO, im Deutschen Klimarechenzentrum, in Museen – und jetzt auch am KIT. Eingesetzt wird der Globus etwa in der Lehre – ein deutlicher Mehrwert im Studium. Die Simulationen erleichtern den Studierenden das Verständnis für die sich abspielenden Prozesse. Da der Globus mit etwas Aufwand transportabel ist, kann er zudem auf Messen oder auch bei Veranstaltungen wie dem Tag der offenen Tür eingesetzt werden. ■

What are the emerging trends in climate change and what influence will they have on our daily life in the region? To assist education and public information efforts, the Troposphere Research Department of the Institute of Meteorology and Climate Research (IMK-TRO) of KIT now possesses an interactive presentation globe.

“We create and impart knowledge for the society and the environment,” says the President of KIT, Professor Holger Hanselka. “The new presentation globe of the IMK-TRO impressively visualizes global relationships. Scientific results developed in the areas of climate, atmosphere, environment, or sustainability can be seen and experienced by the public.”

Whether it be volcanic eruptions, tsunamis, weather, or climate change, the OmniGlobe can display simulations of any phenomenon and visualizes relationships in a worldwide context. For this purpose, the visualization system is equipped with two projectors of HD quality that adapt data and simulations in 4K resolution and project them free of distortions over 360 degrees onto the inner surface of the globe, which has a diameter of 120 cm. “Currently, about 30 to 40 simulations are available,” says Dr. Hans Schipper of IMK-TRO, the Head of the South German Climate Office. In addition to the climate simulations of IMK-TRO, simulations of other KIT institutions with global results also are feasible.

Presentation globes of this type can be found at NASA, the headquarters of the World Meteorological Organization (WMO), UNO, the German Climate Computing Center, and in museums, and now also at KIT. The globe is for example used for education purposes and it clearly adds value to studies. The simulations facilitate the student’s understanding of the processes taking place. As the globe can be transported with a little effort, it may also be used at trade fairs or for events, such as the Open Day. ■

Further information: www.imk-tro.kit.edu,
www.sueddeutsches-klimabuero.de

Weitere Informationen: www.imk-tro.kit.edu,
www.sueddeutsches-klimabuero.de

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

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

KIT – The Research University in the Helmholtz Association



AUFLAGE/CIRCULATION

15 000

REDAKTIONSANSCHRIFT/EDITORIAL OFFICE

Strategische Entwicklung und Kommunikation (SEK)/

Strategic Corporate Development and Communication

Leiterin (kommissarisch): Dr. Isabelle Südmeyer

SEK-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

BILDREDAKTION/COMPOSITION OF PHOTOGRAPHS

Gabi Zachmann 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

International Affairs Business Unit/Translation Services

Byron Spice

KORREKTORAT/PROOFREADING

Christiane von der Heide (SEK-GK), Laura Jörger, Maike Schröder (INTL)

ANZEIGENVERWALTUNG/ADVERTISEMENT MANAGEMENT

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

LAYOUT UND SATZ/LAYOUT AND COMPOSITION

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

76829 Landau // 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



Steffen Pippig
Ingenieurbau

„Join the Team. Wirken Sie

Kompetenz ist unsere Referenz. Steigen Sie ein. Wir bieten

dabei mit, Unmögliches

Praktika, Ausbildung, Studium, Karrierechancen weltweit.

machbar zu machen.“

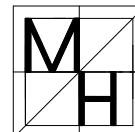
www.meva.de

... mehr als nur
Schalung

meva

Architekturbüro Huxhold GbR
Kantstr.10 • 76137 Karlsruhe
Tel. 0721-32585/6 • Fax: 32587

Dipl.-Ing. Michael Huxhold Freier Architekt BDA • Dipl.-Ing. Thomas Huxhold Bauingenieur ING BVR



beraten
planen
bauen
sanieren

Stellenanzeige Bauingenieur / Architekt (m/w/d)

Wir sind ein Architektur- und Ingenieurbüro mit 35-jähriger Erfahrung, insbesondere im Umgang mit vorhandener Bausubstanz, Modernisierungen und Instandsetzungen.

Zu unseren Stammauftraggebern zählen verschiedene Städte und Gemeinden, Kirchen, Wohnbauunternehmen und Hausverwaltungen, zu denen wir über viele Jahre eine vertrauensvolle Geschäftsbindung aufgebaut haben.

Zur Verstärkung unseres Büros suchen wir ab sofort einen Absolventen der Fachrichtung Architektur oder Bauingenieurwesen.

Unser Angebot:

- abwechslungsreiche und interessante Projekte
- eigenverantwortliches Arbeiten in allen Leistungsphasen gemäß HOAI § 1-8
- familiäre Büroatmosphäre
- leistungsgerechte Bezahlung
- einen sicheren und zukunftsorientierten Arbeitsplatz

Ihr Profil:

- Abgeschlossenes Studium der Architektur oder Bauingenieurwesen
- Interesse am Umgang mit vorhandener Bausubstanz
- Sie besitzen ein sicheres Auftreten, sind durchsetzungsstark und verfügen über sehr gute Deutschkenntnisse
- Sicherer Umgang in CAD (vorzugsweise AutoCAD), AVA und MS-Office

Über Ihre aussagekräftige Bewerbung per Mail an info@architekturbuero-huxhold.de würden wir uns sehr freuen.

Bei Rückfragen steht Ihnen Herr Huxhold gerne zur Verfügung. (Tel: 0721 – 32585)

Gepflegtes
Schrägsitzventil
sucht neugierige
Ingenieure,

die einen
untrüglichen
Riecher für
Innovationen
haben.



Wir sind ständig auf der Suche nach neuen Ideen. Unser Anspruch ist es, Produkte zu entwickeln, die echte Meilensteine sind. Dabei zögern wir auch nicht, mit Gewohnheiten zu brechen und ganz neue Wege zu gehen. Deshalb suchen wir immer Leute, die im besten Sinne neugierig sind. Die ihr ganzes Wissen und ihre Leidenschaft ins Team einbringen. Gehören Sie dazu?

Wir bieten für Studierende Praktika, Werkstudententätigkeiten und Abschlussarbeiten.

Mutige gesucht.

www.buerkert.de

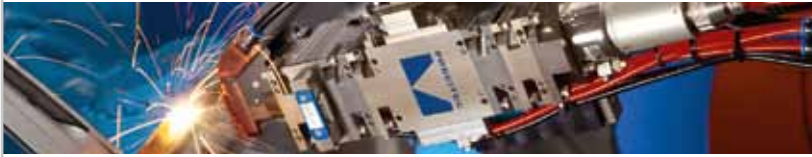


Bürkert Fluid Control Systems
Christian-Bürkert-Straße 13-17
74653 Ingelfingen

DIGITALISIERUNG IST LEIDENSCHAFT

Dein Herz schlägt für spannende Digitalisierungsprojekte?
Unseres auch! Schau vorbei und lerne uns besser kennen auf
seitenbau.com/digitalisierung-ist-leidenschaft

SEITENBAU GmbH | jobs@seitenbau.com | www.seitenbau.com



MASTERARBEIT (M/W/D): Konzeption und Umsetzung moderner Logistikprozesse in einem produzierenden Betrieb

WERKSTUDENT/PRAKTIKANT (M/W/D): Embedded Softwareentwicklung

ABSCHLUSSARBEIT IM BEREICH DER LASERMATERIALBEARBEITUNG (M/W/D)

Gaggenau

Karlsruhe

THE SMART WAY TO LASER

Die Precitec Gruppe ist weltweit führend in der Entwicklung von Systemlösungen und Komponenten für die Lasermaterialbearbeitung sowie im Bereich optische Messtechnik. Mehr als 600 Mitarbeiter sorgen dafür, dass wir unseren internationalen Kunden ganz nah und den Märkten meist einen Schritt voraus sind.

Damit das so bleibt, setzen wir auf Forschung und Entwicklung, nachhaltige Innovationskraft und unsere Mitarbeiter. Als Familienunternehmen liegt uns viel an einer unabhängigen Entwicklung und den Menschen, die zum Erfolg beitragen.

Mehr über Precitec und wie wir Laser- und Messtechnik weiterentwickeln, finden Sie auch unter www.precitec.de oder unter Tel. 07225/684-885.

Precitec GmbH & Co. KG | Sylvia Botiba-Peter | Draisstraße 1 | 76571 Gaggenau | karriere@precitec.de

SCHLEITH BAUT NEUE WEGE.

WERDEN SIE TEIL UNSERER MANNSCHAFT

Wir bauen vom Tief- über den Straßen-, Ingenieur- und Industrie- bis zum Schlüsselfertigbau, vom Bodensee über den Breisgau bis nach Hessen und Rheinland-Pfalz. Das erreichen wir nur mit einem Team von qualifizierten Berufsstärkern und erfahrenen Spezialisten. Kommen Sie in die Schleith-Familie und setzen gemeinsam mit uns spannende Projekte um.

Wir freuen uns über Ihre Bewerbung@schleith.de!



WALDSHUT-TIENGEN | STEISSLINGEN | RHEINFELDEN | UMKIRCH | ACHERN | KARLSRUHE | MANNHEIM

Hitex sucht Verstärkung:

Funktionale Sicherheit, Embedded-Systems und mehr ...

Wir sind seit über 40 Jahren Embedded-Partner der Industrie, besonders für Safety, Security und Connectivity.

Am Standort Karlsruhe suchen wir die Experten (w/m/d) der Zukunft für die Entwicklung und Integration von Hard- und Software, vor allem für sicherheitskritische Anwendungen in Embedded-Systemen:

- > Entwicklungsleiter
- > Projekt-Manager
- > Einkäufer
- > Trainee

hitex 
EMBEDDED TOOLS & SOLUTIONS

Auch studienbegleitend oder zum Studienabschluss bieten wir regelmäßig spannende und interessante Aufgaben.

Bewerben Sie sich noch heute!

Christiane Spiegel-Hock
E-Mail: personal@hitex.de
www.hitex.com/jobs





Gute Ideen bauen besser. Die beste Idee für Studenten: Schöck.

Hightech aus der Heimat: Willkommen bei Schöck in Baden-Baden! Unser Job: Wir entwickeln, produzieren und vertreiben tragende und dämmende Bauprodukte für die ganze Welt. Sie können mitmachen! Als Werkstudent, Praktikant – oder Sie schreiben Ihre The-

sis bei uns. Wir bieten Ihnen das Wissen eines Technologieführers und die Atmosphäre eines Familienunternehmens. Ihre Eintrittskarte in unsere Welt ist eine gute Bewerbung. www.schoeck.de/karriere

Unter- oder oberirdisch: auf jeden Fall SPANNEND!



Think Local. Act global. Was wir in Bruchsal entwickeln, wird auf der ganzen Welt erfolgreich eingesetzt. Wir verwirklichen Projekte bei denen Abenteurer und Bürohelden an einem Strang ziehen. Neugierig? Dann findest du unsere aktuellen Stellenangebote und weitere Infos zu VMT unter: www.vmt-gmbh.de/jobs.



Wir suchen einen
Oberbauleiter (m/w/d)
Perspektive: Technischer Leiter

Wir freuen
uns auf
Verstärkung
für unser
Team!



Bewerbungen und Rückfragen an:

Anja Michalek

Tel.: 0176 61040608

Mail: anja.michalek@michalek-wohntraum.de

Michalek Wohn(t)raum GmbH

Town & Country Lizenzpartner

Deutschritterstr. 39, 74078 Heilbronn-Kirchhausen

www.michalek-wohntraum.de

Ihre Aufgaben

- Gesamtprojektsteuerung der Bauvorhaben in den Landkreisen Karlsruhe, Heilbronn und Schwäbisch Hall.
- Teamleitung von Bauleitern in Fest- und Freianstellung.
- Lösungsorientierter Ansprechpartner für alle am Bau Beteiligten.

Ihr Profil

- Abgeschlossene Ausbildung im Bereich des Bauwesens.
- Befähigt zur Bauleitung nach LBO.
- Mehrjährige und fundierte Berufserfahrung.
- Überdurchschnittliche Dienstleistungsorientierung gepaart mit dem Vermögen zu unternehmerischem Denken.

Die Michalek Wohn(t)raum GmbH ist Town & Country Lizenzpartner für den Großraum Heilbronn und Karlsruhe. Wir errichten Ein- und Zweifamilienhäuser in massiver Bauweise. 2020 begleiten wir über 70 Familien in ihr Eigenheim.

Innovative
Minds
wanted

ZUKUNFT MITGESTALTEN WERKSTUDENTEN | THESIS | BERUFSEINSTEIGER

Bei SÜSS MicroTec können Sie die Technologien gestalten, die das Leben in Zukunft weiter verändern werden. Wir entwickeln Spezialmaschinen für die Mikrostrukturierung – unabdingbar für die Herstellung von MEMS, Mikrochips und LEDs.

Uns begeistern Hightech, Fortschritt und Innovation, und uns begeistern Menschen, die mit ausgeprägtem Forscherdrang und einem hohen Qualitätsanspruch unsere Produkte jeden Tag besser machen.

SÜSS MicroTec

Ferdinand-v.-Steinbeis-Ring 10
75447 Sternenfels b. Pforzheim
E-Mail: saskia.hanauer@suss.com
www.suss.com



Sie studieren Bauingenieurwesen?

BEIM MARKTFÜHRER DURCHSTARTEN

Sie studieren Bauingenieurwesen mit dem Schwerpunkt im konstruktiven Bereich an einer Fachhochschule oder Universität und möchten Ihre berufliche Karriere in einem erfolgreichen und zukunftsorientierten Industrieunternehmen starten? Wir suchen ab sofort zur Unterstützung an unserem Hauptsitz Anwendungs- oder Entwicklungsingenieure für Gerüstsysteme:

- ▶ Praktikanten (m/w/d)
- ▶ Werkstudenten (m/w/d)
- ▶ Bachelor- oder Masteranden (m/w/d)
- ▶ Berufseinsteiger / Absolventen (m/w/d)

Als erfolgreiches Familienunternehmen in der 3. Generation bieten wir attraktive Rahmenbedingungen und machen gerne gemeinsam mit Ihnen für unsere Kunden „Mehr möglich“.

- Unser Angebot:**
- ▶ Vielseitiges und interessantes Aufgabengebiet
 - ▶ Hoher Praxisbezug
 - ▶ Umfassende Einarbeitung in das Aufgabengebiet
 - ▶ Offene Arbeitsatmosphäre
 - ▶ Weiterbildungsmöglichkeiten
 - ▶ Langfristiger und sicherer Arbeitsplatz in einem expandierenden, mittelständischen Familienunternehmen mit Zukunft

Bitte bewerben Sie sich über unser Karriereportal www.layher.com/karriere.



Layher ist der führende Hersteller von Gerüstsystemen. Wir sind weltweit mit über 1.900 Mitarbeitern und Vertriebstöchtern in 42 Ländern präsent. Die Marke Layher bedeutet für unsere Kunden aus Industrie und Bauwirtschaft seit Jahrzehnten innovative Produkte, anwendungsorientierte Technik und Qualität „Made in Germany“. Der Sitz der Firmenzentrale mit Entwicklung, Produktion und Verwaltung ist in Güglingen-Eibensbach. Unsere Strukturen sind schlank und flexibel. Die Entscheidungswege sind kurz und Eigenverantwortung ist nicht nur gewünscht, sondern gefordert.

Wilhelm Layher GmbH & Co KG
Ochsenbacher Straße 56
74363 Güglingen-Eibensbach

www.layher.com

Layher 

Mehr möglich. Das Gerüst System.



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 selbstständig 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:

- selbstständiges Führen und Leiten verschiedener Baumaßnahmen
- Steuern und Koordinieren der am Projekt Beteiligten
- selbstständige 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



WELCOME TO DISYLAND

DER RICHTIGE ORT FÜR QUERDENKER, STRATEGEN, MACHER UND TÜFTLER
KLINGT NACH DIR? WIR SUCHEN:

Informatiker, Schwerpunkt Datenbanken (m/w/d)

Geoinformatiker (m/w/d)

Java/JavaScript Software-Entwickler (m/w/d)

DevOps Engineers (m/w/d)

IT-Berater, Schwerpunkt GIS (m/w/d)

Praktikanten, Werkstudenten, Studienabschlussarbeiten

MEHR ERFAHREN: WWW.DISY.NET/KARRIERE



Krisensicher mit echten Perspektiven!

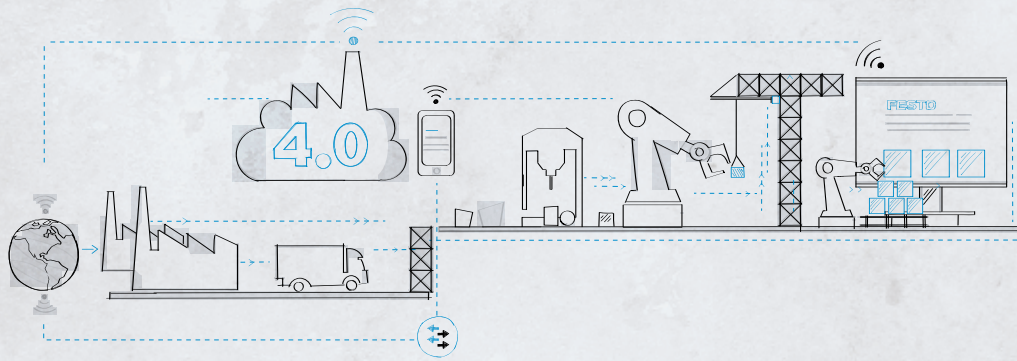
Als mittelstandsgeprägtes Unternehmen und hochtechnisierter Sanierungsdienstleister sind unsere Lösungen in allen Wirtschaftsbranchen gefragt. Wir sind weiter auf Expansionskurs und suchen für unsere Sanierungsabteilung

- Bauingenieure
 - Architekten
 - Bautechniker
- als PROJEKLEITER (m/w/d)**

für Schadenbesichtigungen von Gebäuden nach Brand- und Wasserschäden, der Erstellung von Sanierungskonzepten sowie deren ganzheitliche Projektabwicklung.



Ingenieurbüro Ritzer GmbH
Brand- & Wasserschadensanierung
Dipl.-Ing. Tobias Ritzer
Lindenbachstr.29, 91126 Schwabach
bewerbungen@ritzergmbh.com


FESTO

Beste Perspektiven für kluge Köpfe der Digitalisierung

Lukas Weber ist Tüftler, Bastler und Programmierer aus Leidenschaft. Nach seinem Studium der Mechatronik an der Hochschule Esslingen hat er sein Hobby zum Beruf gemacht: Und arbeitet heute bei Festo in der Welt der Automatisierungstechnik. Mit Prototypen, neuesten Technologien und Freiraum für Erfindergeist.

Techie durch und durch

„Für mich war schon früh klar: Ich möchte Maschinen bauen, die selbstständig arbeiten und in denen unterschiedlichste Komponenten zusammenspielen. Die Verbindung von Mechanik und Elektronik finde ich dabei besonders spannend: Deshalb habe ich mich nach meiner Ausbildung noch für ein Studium der Mechatronik mit Vertiefung Automatisierungstechnik entschieden. Und genau hierbei Softwareentwicklung kennen und lieben gelernt. Programme selber zu schreiben und zu verstehen wie die Technik dahinter funktioniert: Das ist genau mein Ding.“

Mit Neugier in den Praxiseinsatz

Mein Wissen aus dem Studium wollte ich dann auch in der Praxis anwenden. Bei Festo habe ich hierfür die perfekte Möglichkeit bekommen: Mit einem Praxiseinsatz in der Abteilung „Exhibition Software“. Hier werden weltweit Messen umgesetzt – von der Planung über die Konzipierung und Umsetzung von Exponaten bis zur Programmierung sämtlicher Software. Eine riesige Spielwiese für die Köpfe der Digitalisierung, auf der ich mich sofort wohlfühlt habe. Weil ich mit offenen Armen empfangen wurde und direkt selber kleine Projekte übernehmen konnte. Mein persönliches Highlight: Als ich ein Teil-Exponat völlig selbstständig programmieren und umsetzen konnte. Besonders beeindruckt hat mich, dass alle bei Festo jederzeit bereit waren, ihr Wissen mit mir zu teilen. So konnte ich in kurzer Zeit extrem viel lernen.

Bindungsprogramm trifft Abschlussarbeit

Scheinbar habe ich bei meinem Betreuer auch einen guten Eindruck hinterlassen. Denn dank ihm, wurde ich in das Studentenbindungsprogramm bei Festo aufgenommen. So konnte ich auch nach dem Praktikum den Kontakt zu Festo halten und mein Netzwerk ausbauen. Und so auch das perfekte Thema für meine Abschlussarbeit finden: Ein Energie Monitoring System von Druckluft. Mein Konzept hierzu kommt mittlerweile bei digitalen Produkten von Festo zum Einsatz. Ein gutes Gefühl.

Der perfekte Berufseinstieg

Nach meinem Abschluss hatte ich Glück: Ich konnte direkt in meinem „alten“ Team der Messeabteilung einsteigen. Für mich der perfekte Start ins Berufsleben. Wir haben hier immer mit der neuesten Technik zu tun, meistens noch bevor sie auf den Markt kommt. Oft testen wir bereits im Prototypenstatus, wie sich neue Produkte in unseren Exponaten verhalten.

Dadurch sind wir unternehmensweit wichtige Sparringspartner und haben viele Schnittstellen in andere Abteilungen, wie z.B. die Entwicklung. Auch die globale Ausrichtung macht die Arbeit für mich extrem spannend: Denn wir sind im ständigen Austausch mit unseren internationalen Landesgesellschaften.



Lukas Weber in seinem Element: Ganz nah dran an neuester Technik

Angekommen auf Wolke 4.0

Mittlerweile bin ich bei Festo mehr als angekommen. Und habe die Programmierung für ein Exponat erstellt, das heute sogar in Kleinserie produziert wird. Ein wahnsinnig tolles Erfolgserlebnis für mich. Und: Ich konnte unsere erste virtuelle Messe mitgestalten. Bei der wir anhand eines real aufgebauten Messestandes weltweit ein ganz besonderes „Live-Feeling“ erzeugen konnten. Ziemlich beeindruckend. Für uns alle war das etwas völlig Neues. Und wir sind echt stolz darauf, wie gut das alles funktioniert hat. Weil wir weltweit zusammenhalten und erfindermutig nach vorne schauen: Genau dieser Zusammenhalt macht Festo für mich zu einem ganz besonderen Arbeitgeber.

Freiraum für Erfindergeist

Was mich jedoch am meisten motiviert ist der Freiraum, den wir in unserer Arbeit haben. Wir können tüfteln, entwickeln und mitgestalten. Relevante Projekte initiieren und eigenständig vorantreiben. Mit dem guten Gefühl von Sicherheit im Rücken, dass Festo in so vielen unterschiedlichen Branchen unterwegs ist.“

Kontakt

Festo SE & Co. KG - Ruiter Straße 82 - 73734 Esslingen
 eb@festo.com - www.festo.com/karriere



DEFENCE



RAILWAY



AVIATION



SECURITY



SERVICE

Sicherheit auch in unsicheren Zeiten? Da sind Sie bei uns doppelt richtig!

Wir bieten Jobs in einer zukunftssicheren Branche und gleichzeitig die Möglichkeit einen Beitrag zu Sicherheit und Mobilität in der Gesellschaft zu leisten.

Wie?

Die Testlösungen von SPHEREA gewährleisten die Sicherheit und Verfügbarkeit komplexer Elektronik in Zügen sowie militärischen Flug- und Landsystemen.

Sie haben Interesse? Dann bewerben Sie sich bei uns als

Entwicklungsleiter, Entwicklungsingenieur oder Student

unter: www.spherea.de



SPHEREA

Our solutions for your mission
in safety and mobility!

Die Große Kreisstadt Neckarsulm mit rund 26.800 Einwohnern ist ein bedeutender Wirtschaftsstandort in der Region und verfügt über eine hervorragende Infrastruktur, verkehrsgünstige Lage, ein vielseitiges Kulturangebot sowie über ausgezeichnete Freizeit- und Naherholungsmöglichkeiten.

Für eine interessante und vielseitige Schlüsselposition in unserem Tiefbauamt suchen wir Sie zum nächst möglichen Zeitpunkt als

Ingenieur (m/w/d) für Infrastruktur und Hochwasserschutz

Das Tiefbauamt ist durch Bauprojekte wie Erschließung, Straßenbau und -unterhaltung einschließlich der Signalanlagen einerseits, der Siedlungsentwässerung, des Gewässerbaus und des Hochwasserschutzes andererseits Schnittstelle und Ansprechpartner für Bürgerschaft, Verkehrsteilnehmer und Anleger in vielerlei Hinsicht. Es besteht neben der Leitung aus einem Team von insgesamt 9 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.

Ihre Aufgaben:

- Betreuung von Tiefbaumaßnahmen im Bereich Entwässerung, Gewässer, Hochwasserschutz, bevorzugt in den Leistungsphasen 5-9 gemäß HOAI.
- Wahrnehmung der Bauherrenfunktion.
- Fachtechnische Prüfung und Genehmigung von Entwässerungsgesuchen, Hausanschlüssen und deren Abnahmen.
- Beratung von Bürgern.
- Gewährleistung eines einwandfreien Betriebs der Hochwasserschutzanlagen als Betriebsbeauftragter.
- Überwachung der städtischen Pumpwerke (Hochwasser, Regenwasser).

Ihre Profil:

- Sie verfügen über ein abgeschlossenes Studium als Bauingenieur der genannten Fachrichtung oder über eine vergleichbare Qualifikation.
- Sie haben idealerweise bereits erste Erfahrungen in der Umsetzung von Entwässerungsprojekten und den gewünschten Tätigkeitsfeldern.
- Sie verfügen sowohl über fundierte Kenntnisse in den genannten Fachgebieten als auch im Bau- und Vergaberecht (VOB, VgV), der einschlägigen gesetzlichen Vorschriften, technischen Richtlinien (DIN) und Verordnungen sowie über Kenntnisse der relevanten Bestimmungen des Wasser- und Naturschutzrechts.
- Sie sind ein hochmotivierter und zielstrebiges Teamplayer, der mit seinem positiven Auftreten bei Partnern und Kollegen gleichermaßen gut ankommt.
- Sie agieren sicher im Umgang mit MS-Office und Onlineanwendungen.
- Sie sind im Besitz einer gültigen Fahrerlaubnis der Führerscheinklasse B.

Wir bieten:

- Ein spannendes und abwechslungsreiches Aufgabengebiet in einem motivierten Team.
- Arbeiten in einer attraktiven und familienfreundlichen Großen Kreisstadt.
- Ein sicheres und unbefristetes Beschäftigungsverhältnis.
- Vereinbarkeit von Familie und Beruf durch flexible Arbeitszeitgestaltung.
- Ein umfangreiches Fortbildungsprogramm zur Weiterentwicklung der eigenen Fachkompetenz sowie vielfältige Angebote zur betrieblichen Gesundheitsförderung.
- Eine leistungsgerechte Vergütung nach TVöD.
- Einen attraktiven Fahrtkostenzuschuss bei Nutzung des ÖPNV sowie eine betriebliche Altersvorsorge.



Stadt Neckarsulm

Für weitere Auskünfte

stehen Ihnen die Leiterin des Tiefbauamts Frau Blattmann (Tel 07132/35-327) oder Frau Schneider von der Personalabteilung (Tel 07132/35-242, E-Mail: elisabeth.schneider@neckarsulm.de) gerne zur Verfügung.

Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen richten Sie bevorzugt über unser Online-Portal.

Auf Ihre Bewerbung freuen wir uns!

Stadtverwaltung Neckarsulm, Haupt- und Personalamt, Marktstraße 18, 74172 Neckarsulm

IM FRÜHJAHR 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

**Haben Sie Spaß an interessanten Aufgaben
und herausfordernden Zukunftsprojekten?**



Mineraloelraffinerie Oberrhein

Deutschlands größte Raffinerie

Die Mineraloelraffinerie Oberrhein in Karlsruhe ist eine der leistungsfähigsten Raffinerien in Europa und der größte Benzinherzeuger in Deutschland. Jeder dritte bis vierte Liter Benzin stammt von uns. Für unsere Gesellschafter Shell, Esso, Rosneft und Phillips 66 veredeln unsere 1.000 Mitarbeiter den Rohstoff Rohöl zu hochwertigen Mineralölprodukten wie Benzin, Diesel und Heizöl: ca. 15 Millionen Tonnen im Jahr.

Einstiegsmöglichkeiten bei MiRO

Hochschulpraktika

Masterarbeit

Direkteinstieg als Ingenieur (m/w)
für Verfahrenstechnik oder
Chemische Technik

Interesse geweckt?

Weitere Infos
und Bewerbung
direkt unter

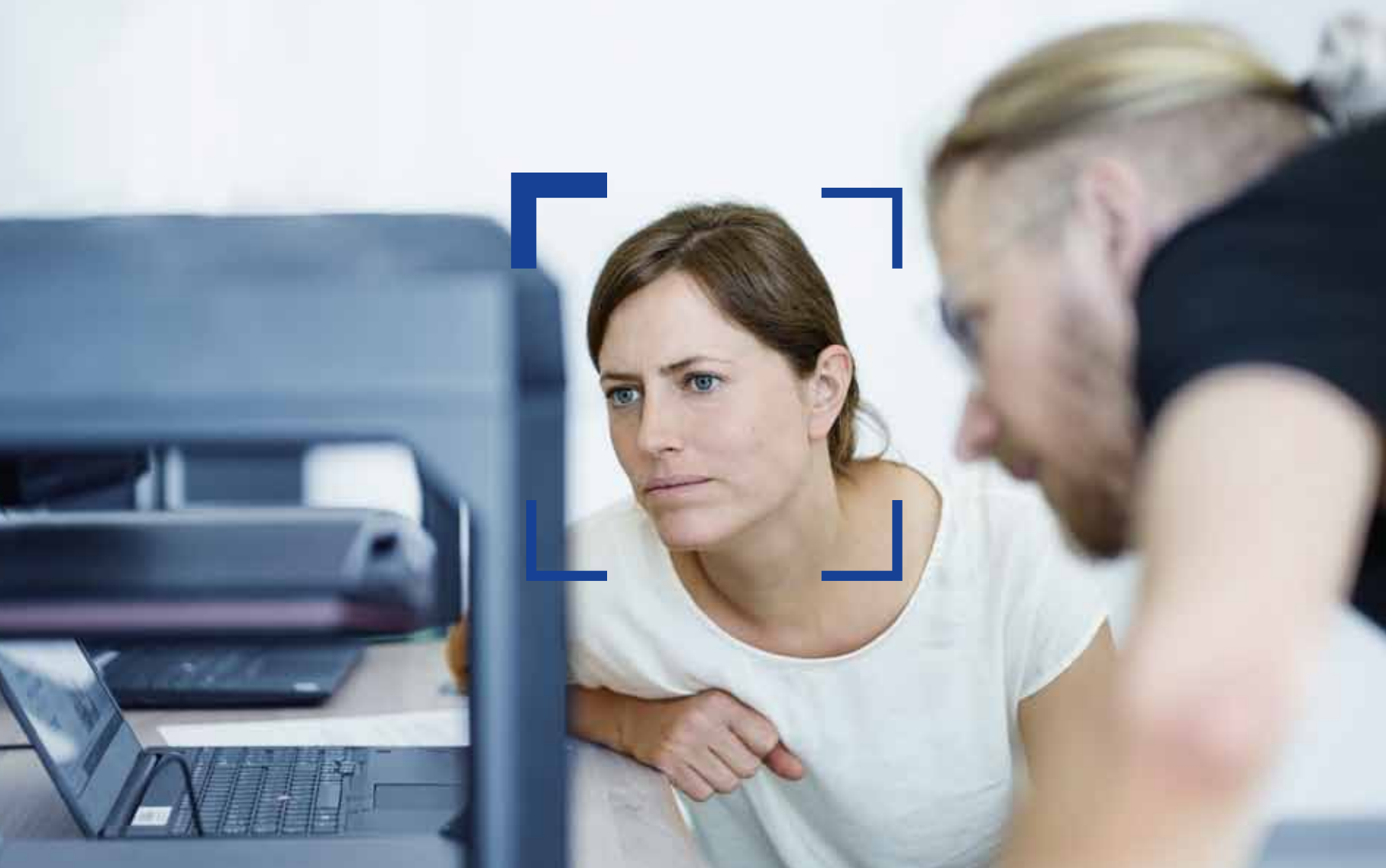
www.miro-ka.de

Mineraloelraffinerie Oberrhein GmbH & Co. KG / 76187 Karlsruhe / www.miro-ka.de

Kontakt: Absolventen – Heidemarie Schultze / Tel. 0721 958-3341 / bewerbung@miro-ka.de

Studierende – Claudia Zöller / Tel. 0721 958-3226 / zoeller.c@miro-ka.de

Forschung in Produktideen übersetzen. Der Gesellschaft einen Mehrwert bieten.



ZEISS Innovation Hub

Chemiestudium, Promotion, Postdoc in Japan. Osteointegration faszinierte sie – und der Gedanke, dass ihre Forschung einmal Einfluss auf die Medizin von morgen hat. Aber wie? Wer übersetzt ihre Erkenntnisse in Produkte, die die Medizin auch wirklich prägen? Heute, einige Zeit später, kennt Sophia die Antwort. Sie ist Innovation Scout am ZEISS Innovation Hub in Karlsruhe, erlebt und gestaltet, wie aus wissenschaftlicher Forschung gesellschaftlicher Fortschritt entsteht: „Es ist einfach unglaublich spannend mitzuerleben, wie aus der Theorie Produktideen hervorgehen, die der Gesellschaft am Ende einen Mehrwert bieten.“

Erfahre mehr über ihre Geschichte und Jobs im Bereich Forschung & Entwicklung: zeiss.de/karriere



Seeing beyond