

# lookKIT

DAS MAGAZIN FÜR FORSCHUNG, LEHRE, INNOVATION  
THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION  
AUSGABE/ISSUE #04/2018  
ISSN 1869-2311



## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

LERNEN: DER ASSISTENZ-ROBOTER ARMAR-6

LEARNING: HUMANOID ASSISTANT ARMAR-6

VERSTEHEN: DER EINSATZ NEURONALER NETZWERKE

UNDERSTANDING: THE USE OF NEURAL NETWORKS

WARNEN: DAS RISIKO VON CYBER-ANGRIFFEN

WARNING: THE RISK OF CYBER ATTACKS





*Kein Arbeitgeber  
wie jeder andere!*

**Wir** sind ein starkes Raffinerie-Team, in einem anspruchsvollen Arbeitsumfeld mit moderner Personalpolitik und leistungsgerechter Bezahlung sowie vorbildlichen Sozialleistungen. Freuen Sie sich auf ein hervorragendes Arbeitsklima, eine individuelle Weiterentwicklung und gute Aufstiegschancen.

**Wir** gehören zur Gunvor Group, einem der größten unabhängigen Rohstoffhändler weltweit, mit den Tätigkeitsfeldern Energiehandel, Umschlag, Transport und Lagerung von Rohstoffen und Mineralölprodukten sowie der Veredelung von Rohöl.

Wir suchen aus den Bereichen

# Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Chemie

**Young Professionals (m/w),  
Hochschulabsolventen (m/w),  
Masteranden (m/w), Praktikanten (m/w)**



*Wir freuen uns auf Ihre  
aussagekräftige Bewerbung!*

Direkt über unsere Homepage:  
[www.gunvor-raffinerie-ingolstadt.de](http://www.gunvor-raffinerie-ingolstadt.de)



**Holger Hanselka**

FOTO/PHOTOGRAPH: ANDREA FABRY

## LIEBE LESERINNEN UND LESER,

Mitte November hat das Bundeskabinett die Strategie Künstliche Intelligenz (KI) der Bundesregierung beschlossen. KI ist als Begriff allgegenwärtig, wird unseren Alltag, unser Leben, unsere Arbeit und die Gesellschaft verändern. Wichtig ist nun eine Verständigung darüber, wie wir in Deutschland zukünftig KI nutzen wollen, damit sie den Menschen hilft und einen Mehrwert für Wissenschaft und Wirtschaft erbringt. Dazu leistet das KIT mit vielen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern einen Beitrag. Als *Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft* richten wir unsere großen Forschungsfelder an den langfristigen Herausforderungen der Gesellschaft aus.

Zukunftsthemen wie intelligente Netze für die Energiewende, Industrie 4.0, Autonomes Fahren und das Zusammenwirken von Mensch und Maschine sind am KIT zentrale Themen im Bereich KI, die in den unterschiedlichsten Disziplinen bearbeitet werden. Darüber hinaus sind wir eine der führenden Einrichtungen in Humanoider Robotik sowie beim Sprachverstehen. Zudem befindet sich eines von drei bundesweiten IT-Sicherheitszentren am KIT. Wir verfügen über große wissenschaftliche Kompetenz in der Technikfolgenabschätzung, um die sozio-technische Einbettung der KI-Systeme zu beurteilen und ethische, rechtliche sowie ökonomische Fragestellungen im Zusammenhang mit der KI zu adressieren. Mit der Beteiligung des KIT an der Plattform Lernende Systeme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, dessen Lenkungskreis ich angehöre, bringen wir diese Expertise in unterschiedliche Themenfelder ein, die wir Ihnen in diesem Heft vorstellen. So leitet beispielsweise Professor Jürgen Beyerer die Arbeitsgruppe 7 im Rahmen der Plattform Lernende Systeme, die sich mit dem Einsatz von autonomen Systemen in gefährlichen Umgebungen beschäftigt. Ein Interview mit ihm finden Sie auf Seite 30. Die Risiken von KI-Methoden hat Professor Jörn Müller-Quade, Leiter der Forschungsgruppe „Kryptographie und Sicherheit“ am KIT, Initiator des Kompetenzzentrums für IT-Sicherheit KASTEL und Leiter der Arbeitsgruppe „IT-Sicherheit, Privacy, Recht und Ethik“ der Plattform Lernende Systeme, im Blick. Er sagt, KI könne zwar helfen, IT-Systeme sicherer zu machen, aber er erwartet auch neuartige und unbekannte Angriffe, die sich der KI bedienen. Seine Einschätzung der Risiken lesen Sie ab Seite 26.

Darüber hinaus finden Sie in dieser Ausgabe unter anderem Beiträge zur Robotik, zum Autonomen Fahren und zu erfolgreichen KI-Ausgründungen.

Viel Spaß beim Lesen und einen guten Start ins Jahr 2019 wünscht  
Ihr

## DEAR READER,

In mid-November, the Federal Cabinet adopted the Federal Government's Artificial Intelligence (AI) strategy. AI is a ubiquitous term. AI indeed will change our lives and daily routine, our work, and our society. It is important to reach agreement now on how we in Germany want to use it in the future for helping people and generating added value for science and industry. KIT with its many scientists will make an essential contribution to this debate. As *The Research University in the Helmholtz Association*, we align our major research areas with the long-term challenges of society.

Future-oriented topics such as intelligent networks for the energy transition, Industry 4.0, autonomous driving, and the interaction of humans and machines are central AI issues that involve a wide variety of disciplines at KIT. In addition, we are one of the leading institutions in humanoid robotics and speech comprehension. Besides housing one of the three national IT security centers, we have great scientific expertise in technology assessment, enabling us to evaluate the socio-technical embedding of AI systems and address ethical, legal and economic issues related to AI.

Due to KIT's participation in the Learning Systems Platform of the Federal Ministry of Education and Research, of which I am a member of the steering committee, we are able to introduce this expertise into various subject areas, which we present to you in this issue. Professor Jürgen Beyerer, for example, heads Working Group 7 which, as part of the Learning Systems Platform, investigates the use of autonomous systems in hazardous environments. You can find an interview with him on page 30. The risks of AI methods are addressed by Professor Jörn Müller-Quade, head of the research group "Cryptography and Security" at KIT, initiator of the competence center for IT security KASTEL, and head of the working group IT Security and Privacy of the Learning Systems Platform. He says AI can help make IT systems more secure, but also expects new and unknown AI-based attacks. Read about his assessment of risks on page 26.

This issue also includes articles on robotics, autonomous driving, and successful AI spin-offs.

Enjoy reading, and have a good start to the year of 2019!

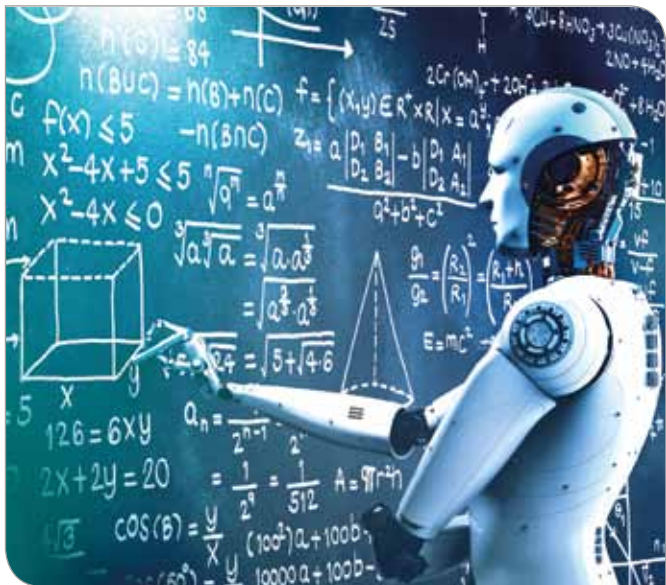
Yours,

**PROF. DR.-ING. HOLGER HANSELKA**

PRÄSIDENT DES KIT // PRESIDENT OF KIT



## INHALT / CONTENT



## BLICKPUNKT / FOCUS

- 10 Interview: Holger Hanselka über Künstliche Intelligenz und die Plattform Lernende Systeme
- 12 Interview: Holger Hanselka Talks about Artificial Intelligence and the "Lernende Systeme" Platform
- 16 ARMAR-6, Assisting Robot: The Youngest Member of the ARMAR-6 Family Independently Grasps Situations
- 18 Assistenz-Roboter ARMAR-6: Das jüngste Mitglied der ARMAR-Familie erfasst selbstständig Situationen
- 20 Gewaltige Chancen: Torsten Kröger über den Weg, bis lernende Roboter universell einsetzbar sind
- 22 Huge Odds: Torsten Kröger Describes Robots' Road to Universal Applicability
- 26 IT-Sicherheit: Jörn Müller-Quade warnt vor bisher unbekanntem Cyber-Angriffen
- 28 IT Security: Jörn Müller-Quade Warns against Previously Unknown Cyber Attacks
- 30 Gefährliche Mission: Verstehen, warum schon ein Pixel eine Fehlentscheidung auslösen kann
- 32 Dangerous Mission: Understanding Why a Single Pixel May Cause a Wrong Decision
- 34 Entscheidungen: Wie KI dem Handel hilft, Umsatz und Gewinn zu steigern
- 36 Decisions: How AI Helps Retailers Increase Sales and Profits
- 38 Deep Learning: Neuronale Netzwerke als Entwicklungstreiber beim Autonomen Fahren
- 39 Deep Learning: Neural Networks Pushing Development in Autonomous Driving
- 42 Start-up: understand.ai beschleunigt Machine Learning von Trainingsdaten
- 42 Startup: understand.ai Accelerates Machine Learning of Training Data
- 44 Vorbild Gehirn: Alexander Waibel will lernende Systeme auf die nächste Stufe heben
- 46 The Brain as a Model: Alexander Waibel Wants to Take Learning Systems to the Next Level



- 48 **KIT's Spinoff: ArtiMinds Robotics GmbH Bridges the Gap between Latest Technology and Industrial Robot**  
50 **Ausgründung: ArtiMinds Robotics GmbH schlägt die Brücke zwischen aktuellster Technologie und industrieller Roboteranwendung**
- 52 **Auf eine Frage: Apps nutzen und privat bleiben, geht das?**  
52 **Tell Me, Is It Possible to Use Apps and Maintain Privacy?**
- 54 **Nachrichten**  
55 **News**

## WEGE / WAYS

- 56 **Exzellenzcluster: 3D-Design der nächsten Generation und neue Speichersysteme für das Post-Lithium-Zeitalter**  
57 **Clusters of Excellence: 3D Design of the Next Generation and New Electricity Storage Systems for the Age after Lithium Technology**

## GESICHTER / FACES

- 58 **Vernetzt: Neue Plattform KIT Link vertieft Austausch mit dem Silicon Valley**  
60 **Connected: The New Platform KIT Link Deepens the Exchange with Silicon Valley**
- 61 **Internationale Nachrichten**  
61 **International News**
- 62 **AUGENBLICKKIT: Frank Thelen zu Besuch am KIT**  
62 **AUGENBLICKKIT: Frank Thelen Visits KIT**
- 64 **Deutscher Gründerpreis: INERATEC verwandelt Gase in flüssige Energieträger**  
65 **German Entrepreneur Award: INERATEC Converts Gases into Liquid Fuels**
- 66 **Und sonst: Europa-Dialog zwischen Politik, Wissenschaft und Bürgerinnen und Bürgern**  
66 **What Else: Dialog on Europe among Politicians, Scientists, and Citizens**





## MENSCH UND MASCHINE I

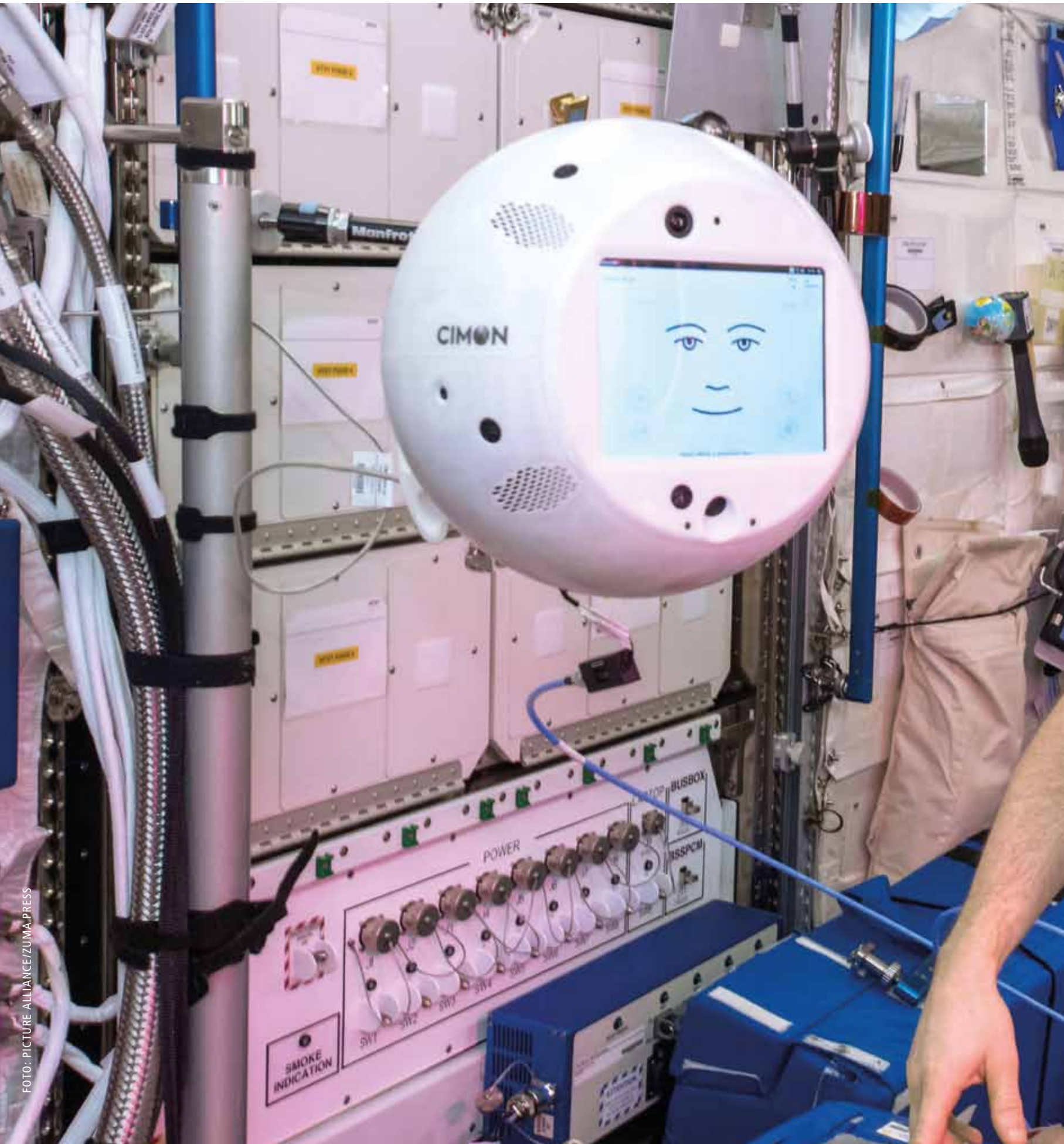
Robotermenschen und die Interaktion von Mensch und Maschine regen schon lange die Fantasie von Technikern und Künstlern gleichermaßen an. Der monumentale Stummfilm *Metropolis* von Fritz Lang aus dem Jahr 1927 beschäftigt sich in vielfacher Weise mit dem Thema: Zum einen leiden die Arbeiter unter endlosen Schichten in denen sie an riesigen Maschinen schufteten müssen, zum anderen zieht die Roboterfigur der betörenden Maschinen-Maria die Menschen in ihren Bann (hier ein Making-of-Foto der Maria-Darstellerin Brigitte Helm). Seit 1961 wurden mehrfach Versuche unternommen, die Originalfassung von *Metropolis* wiederherzustellen. In der Rekonstruktion von 2001 vertreten Standbilder und Kommentartexte das noch immer fehlende Material. In dieser Form wurde der Film als erster überhaupt ins Weltdokumentenerbe der UNESCO aufgenommen und ist einer der meistzitierten Filme in der Geschichte des Kinos.

## HUMANS AND MACHINES I

Robot people and the interaction of humans and machines have long stimulated the imagination of technicians and artists alike. The monumental silent movie of 1927, *Metropolis* by Fritz Lang, deals with the subject in many ways: On one hand, the workers are condemned to suffer from endless shift work operating huge machines; on the other hand, the bewitching gynoid Maria fascinates and attracts people. (here, a making-of photo of Brigitte Helm playing Maria). Since 1961, several attempts have been made to restore the original version of *Metropolis*. In its 2001 reconstruction, still images and commentary texts replaced the missing material. In this form, the movie was the first to ever be included in UNESCO's World Heritage List and is one of the most quoted films in the history of cinema.











## MENSCH UND MASCHINE II

Nach dem Software-Upload zur ISS nahm Alexander Gerst am 15. November seinen neuen künstlichen Mitbewohner auf der Raumstation in Betrieb und weckte ihn mit den Worten „Wach auf, CIMON!“ Die Antwort kam prompt: „Was kann ich für Dich tun?“ CIMON – der Name soll an „Professor Simon Wright“, den robotischen Assistenten, das „fliegende Gehirn“ aus der japanischen Science-Fiction-Serie Captain Future, erinnern. CIMON soll Fragen beantworten, Hintergrundinformationen liefern sowie Videos und Musik abspielen, unter anderem hat er die Lieblingsmusik von Alexander Gerst – übrigens ein Alumnus des KIT – gespeichert. Darüber hinaus hat CIMON einen propellerartigen Antrieb, kann in der Schwerelosigkeit fliegen, und verfügt über mehrere Sensoren und Kameras, um navigieren zu können.

## HUMANS AND MACHINES II

After uploading the software to the ISS, Alexander Gerst on November 15 put his new artificial roommate into operation and woke him up with the words “Wake up, CIMON!” The answer came promptly: “What can I do for you?” CIMON is named after Professor Simon Wright, the robotic assistant, the “flying brain,” from the Japanese science fiction series Captain Future. CIMON is supposed to answer questions, provide background information, play videos and music. Among other things, he has stored the favorite music of KIT alumnus Alexander Gerst. In addition, CIMON has a propeller-type propulsion, can move in zero gravity, and has several sensors and cameras enabling him to navigate.



# „Eine Revolution,

die wir  
mitgestalten.“

DER PRÄSIDENT DES KIT,  
PROFESSOR HOLGER HANSELKA,  
ÜBER KÜNSTLICHE INTELLIGENZ  
UND SEINE ROLLE IM LENKUNGSKREIS  
DER PLATTFORM LERNENDE SYSTEME

Professor  
Dr.-Ing. Holger Hanselka



FOTO: MARKUS BREIG







FOTO: RS-STUDIOS/STOCK-ADOBE.COM

Anfang Dezember stellte die Bundesregierung in Nürnberg während des Digital-Gipfels 2018 ihre Strategie Künstliche Intelligenz vor. Das Strategiepapier ist auch das Ergebnis intensiver Fachdiskussionen der rund 180 Expertinnen und Experten, die in der Plattform Lernende Systeme organisiert sind. Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka, Präsident des KIT und Mitglied des Lenkungskreises – auch als Pate für die AG 3: IT-Sicherheit, Privacy, Recht und Ethik – gewährt lookKIT einen Einblick in die Arbeit der Plattform und einen Aus-

**blick auf die Zukunft von Forschung, Lehre und Innovation zum Großthema KI.**

lookKIT: Von wem und wieso wurde die Plattform Lernende Systeme ins Leben gerufen? Professor Holger Hanselka: „Lernende Systeme – beziehungsweise Künstliche Intelligenz – bedeuten eine große Revolution, auf die man wissenschaftlich, wirtschaftlich und auch gesellschaftlich vorbereitet sein muss und die wir als Wissenschaft mitgestalten. Daher hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung 2017 die Plattform Lernende Systeme einberufen. Hier konzentriert sich

mit rund 180 Fachleuten die Expertise aus Wirtschaft, Verwaltung, Wissenschaft und Politik.“

lookKIT: Wie ist die Plattform organisiert, um das überaus komplexe Thema KI effektiv bearbeiten zu können?

Holger Hanselka: „Sieben interdisziplinäre Arbeitsgruppen bilden das Herzstück der Plattform. Hier erörtern die Kolleginnen und Kollegen zum Beispiel die technologischen Grundlagen Lernender Systeme, die Mensch-Maschine-Interaktion oder neue Geschäftsmodelle und den konkreten Einsatz von KI wie beispielsweise

in intelligenten Verkehrssystemen, im Gesundheitswesen oder in schwer zugänglichen oder gefährlichen Umgebungen. Einen großen Raum nehmen zudem Sicherheitsaspekte und ethische sowie juristische Fragen ein. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppen fließen dann in den Lenkungs-kreis ein, der daraus eine Gesamtmeinung und Handlungsempfehlungen ableitet und diese gebündelt der Regierung zur Verfügung stellt.“

**lookKIT: Das KIT ist mit Ihnen im Lenkungs-kreis sowie den zwei Arbeitsgruppenleitern Professor Jörn Müller-Quade (siehe Seite 26) und Professor Jürgen Beyerer (siehe Seite 30) sowie weiteren Expertinnen und Experten in der Plattform stark vertreten. Woher kommt das intensive Engagement?**

**Holger Hanselka:** „Die Mitglieder der Arbeitsgruppen und des Lenkungs-kreises wurden auf der Basis ihrer jeweiligen Kompetenzen berufen. Und es ist ja kein Geheimnis, dass wir in Karlsruhe eine lange Tradition im Bereich Informatik haben. Schon in den sechziger Jahren entwickelte Professor Karl Steinbuch in Karlsruhe mit der Lernmatrix eine frühe Version künstlicher neuronaler Netzwerke. Heute spielt die KI in fast allen Fachbereichen eine zunehmend wichtige Rolle – sei es beim Testfeld Autonomes Fahren und den entsprechend selbständig lernenden Fahrassistenzsystemen, dem interaktiven Assistenzroboter ARMAR-6 oder dem intelligenten Programm ‚Lecture Translator‘ zur Simultanübersetzung. Darüber hinaus stellen wir mit drei Rechts-Professuren in der KIT-Fakultät für Informatik und mit unserem Institut für Technikfol-

## „A Revolution we Help to Shape.“

### President of KIT, Professor Holger Hanselka, Talks about Artificial Intelligence and His Role in the Steering Committee of the Learning Systems Platform

TRANSLATION: PATRIZIA PASQUAZI

At the beginning of December, the federal government presented its artificial intelligence strategy at the 2018 Digital Summit in Nuremberg. The strategy paper is the result of intensive discussions organized on the Learning Systems platform. Professor Holger Hanselka, President of KIT, member of the Steering Committee and sponsor of the WG 3 for IT Security, Privacy, Legal and Ethics, provides an insight into the work of the platform and an outlook on the future of research, teaching, and innovation on the major issue of AI. In an interview with lookKIT, he rates self-learning systems as a major revolution requiring scientific, economic, and social preparations. That is why the Federal Ministry of Education and Research in 2017 enlisted the help of the Learning Systems Platform, which gathers the expertise of about 180 specialists from industry, administration, science, and politics.

Seven interdisciplinary working groups form the heart of the platform. This is where colleagues discuss the technological basis of self-learning systems, man-machine interaction and new business models, as well as the use of AI in intelligent transport systems, healthcare and environments that are dangerous or difficult to access. Security aspects and ethical and legal issues also receive a fair amount of attention. The results from the working groups are then fed to the Steering Committee, which reaches a consensus and makes recommendations for action that are communicated to the government.

KIT is well represented on the platform with Holger Hanselka on the Steering Committee and two working group heads, Professor Jörn Müller-Quade and Professor Jürgen Beyerer, among the other experts. Professor Michael Decker is a member of the Sherpa Circle and a direct link between the working groups and the Steering Committee (see page 14). ■

Information on the Learning Systems Platform: [www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html](http://www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html)







FOTO: MARKUS BREIG

genabschätzung (ITAS) sicher, dass wir in Forschung und Lehre auch die Segmente Recht und Ethik auf einer breiten Basis abdecken. Mit dem international renommierten Kompetenzzentrum für angewandte Sicherheitstechnologie KASTEL sind wir zudem in der Kategorie Cybersicherheit sehr stark aufgestellt. Über die Plattform Lernende Systeme stellen wir diese weit gefächerten Kompetenzen in puncto KI der Politik und somit auch der Gesellschaft zur Verfügung.“

**lookKIT: Selbstständig lernende Systeme halten ja nicht nur in den klassischen Fächern wie Informatik, Maschinenbau oder Elektrotechnik Einzug. Auch in den Bio- oder Sozialwissenschaften wird KI verstärkt genutzt, um Prozesse zu beschleunigen oder zu neuartigen Diagnoseverfahren zu gelangen. Wie wird sich die Lehre am KIT im Hinblick auf Künstliche Intelligenz ändern?**

**Holger Hanselka:** „So wie Simulationsverfahren in der Lehre seit über zehn Jahren Standard

sind, werden KI-Anwendungen nun auch sehr rasch zum Standard in Lehre und Forschung gehören. Am KIT haben wir soeben die Stiftungsprofessur der Carl-Zeiss-Stiftung zum Thema ‚Autonome Lernende Roboter‘ eingeworben, die derzeit in Besetzung ist. Das Besondere im Vergleich zu anderen Standorten ist dabei der Anwendungsbezug der Karlsruher KI-Forschung. Dies wird auch die fünf weiteren Professuren auszeichnen, die für diese neue Fächergeneration am KIT geplant sind. Wir sehen aber auch die Notwendigkeit, unsere Absolventinnen und Absolventen zunehmend ganzheitlich auszubilden. Der Trend geht durch die KI eindeutig weg vom klassischen Programmieren, hin zu einem kreativeren Ansatz, der die Mensch-Maschine-Interaktion mit einschließt. Darüber hinaus werden Vorlesungen in Recht und Ethik mit Sicherheit verpflichtend werden, da Lernende Systeme ja völlig neue Anforderungen sowohl an die Entwickler als auch an die Verbraucher und die Gesellschaft insgesamt stellen werden.“

**lookKIT: Gibt es erste Ausgründungen aus dem KIT mit KI-Bezug?**

**Holger Hanselka:** „Ja, die gibt es. Das schon erwähnte intelligente Programm zur Simultanübersetzung, der Lecture Translator, ist unter anderem regelmäßig im Vorlesungsbetrieb am KIT, aber auch bei Facebook im Einsatz. Auch im Europäischen Parlament wurde er bereits erfolgreich getestet. Darüber hinaus beschäftigt sich die Firma „understand.ai“ (siehe Seite 42, Anm. der Red.) mit der KI-gestützten Auswertung von bewegten und unbewegten Bildern. Dies kommt beispielsweise bei selbstfahrenden Systemen zum Einsatz, um die vorausliegenden Verkehrs- und Straßenverhältnisse präzise einstufen zu können – und daraus autonom Entscheidungen abzuleiten. Eine weitere spannende Ausgründung ist ‚thingsTHINKING‘. Die hier entwickelte Künstliche Intelligenz versteht Texte auf einer semantischen Ebene und ist so etwa in der Lage, Mängel in komplexen technischen Dokumenten oder juristischen Verträgen aufzuspüren. Ich bin mir sicher, dass es aus dem Gebiet der KI noch viele weitere Firmengründungen aus dem KIT heraus geben wird.“ ■

Dokument „Eckpunkte der Bundesregierung für eine Strategie Künstliche Intelligenz“  
[www.ki-strategie-deutschland.de/home.html](http://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html)

Info Plattform Lernende Systeme:  
[www.plattform-lernende-systeme.de/home.html](http://www.plattform-lernende-systeme.de/home.html)

Das Gespräch führte Brigitte Stahl-Busse



# Das Ringen um die Entscheidungshoheit

VON BRIGITTE STAHL-BUSSE



FOTO: ANDREAS DROLLINGER

**Professor Michael Decker ist Mitglied im „Sherpa-Kreis“, der eine Schlüsselrolle in der Plattform Lernende Systeme einnimmt. Er ist das direkte Bindeglied zwischen den Arbeitsgruppen und dem Lenkungskreis. Er fasst die Arbeitsergebnisse zusammen und bereitet die Informationen so auf, dass der Lenkungskreis konkrete Handlungsempfehlungen für die Politik formulieren kann. Sollten lernende Systeme zu einem bestimmten Punkt aufhören zu lernen? Wie überprüft man ihre Zuverlässigkeit? Und wer entscheidet im Zweifelsfall – Mensch oder Maschine? Michael Decker, Leiter des Bereichs Informatik, Wirtschaft und Gesellschaft des KIT nimmt hierzu Stellung.**

Vor rund 20 Jahren machte ein ultraschneller Parallelrechner mit dem Namen Deep Blue Schlagzeilen: Er gewann spektakulär gegen Schachweltmeister Garri Kasparow. Deep Blue arbeitete noch nach dem Prinzip „Wenn-Dann“. Seine Programmierer waren also zu jedem Zeitpunkt in der Lage, in den Quellcode einzugreifen und alle Rechenschritte logisch nachzuvollziehen. Das ist bei AlphaGo, einem neuartigen lernenden Programm, nicht mehr der Fall. Es schlägt die besten Go Spieler der Welt und die Programmierer wissen tatsächlich nicht im Detail wieso. Denn bei künstlichen neuronalen Netzwerken gibt es keine Möglichkeit zu überprüfen, was sie lernen und wie sie zu einem bestimmten Ergebnis kommen.

Das wirft Fragen auf, die von den Expertinnen und Experten der Plattform Lernende Systeme intensiv diskutiert werden. Denn es geht längst nicht mehr nur um ein Spiel. Die Künstliche Intelligenz hält inzwischen auf breiter Ebene Einzug in den Alltag: Die Leistungsfähigkeit von Bildauswertung, Autonomes Fahren, Stimmerkennung, Übersetzungsprogramme, medizinische Diagnosen, Fabrikroboter, Drohnen wird durch diese neue Art des Maschinellen Lernens gesteigert.

„Die Anwendung ist ganz entscheidend“, sagt Professor Michael Decker, der eine Schlüsselrolle in der Plattform Lernende Systeme einnimmt. Als Mitglied im Sherpa-Kreis ist er ein direk-

tes Bindeglied zwischen den Arbeitsgruppen und dem Lenkungskreis. „Wenn ich als Anwender in einem Museum von einem Informationsroboter geführt werde, dann könnte man die Systeme ruhig während des Betriebs lernen lassen“, erklärt der Physiker. „Im Zweifelsfall erfahre ich eine ganz besonders interessante Führung durch das Museum. Anders wäre das in einer Verkehrssituation. Da sollte das System besser nicht gleichzeitig lernen und auch gleich umsetzen, was es gelernt hat“, betont er. „Hier muss erst einmal geprüft werden, ob das Gelernte sinnvoll und sicher ist“, hebt er hervor. Daher empfehlen manche Experten zum Beispiel eine entsprechende Prüfstelle für lernende Systeme.

Trivial ist das auch aus rechtlicher Sicht nicht. „Wenn das System eine Fehlentscheidung trifft, muss eventuell vor Gericht geklärt werden, wer den Fehler zu verantworten hat: der Fahrer, der Programmierer, der Sensorhersteller?“, gibt Professor Decker zu bedenken und nennt gleich ein weiteres Beispiel für das Spannungsfeld zwischen gesetzlicher Regelung und Handlungsfreiheit: „Man könnte Autos natürlich so programmieren, dass sie nicht schneller fahren als erlaubt. Schließlich ist die Straßenverkehrsordnung ein bestehendes Gesetz. Die Ethikkommission „Automatisiertes Fahren“ hat hier aber empfohlen, von solchen Systemen abzusehen und stattdessen den Fahrer in der Verantwortung zu belassen, diese Gesetze für sich zu interpretieren.“

Professor Decker betont, dass es eine große gesellschaftliche Aufgabe sein wird, für jeden Handlungskontext, an dem lernende Systeme beteiligt sind, auszuhandeln, wer – Mensch oder künstlich intelligente Maschine – welche Entscheidung in welcher Situation treffen darf. Das Ringen um die Entscheidungshoheit ist auch einer der Punkte, die Anfang 2019 von der Arbeitsgruppe „IT-Sicherheit, Privacy, Recht und Ethik“ bei einer großen Podiumsdiskussion in Karlsruhe mit der Öffentlichkeit diskutiert werden. „Die Arbeitsgruppen befinden sich zurzeit etwa in der Halbzeit, daher möchten wir ergebnisoffen diskutieren und das interessierte Publikum auch als Wissensquelle nutzen“, merkt der Wissenschaftler an. Das Ziel sei eine langfristige Akzeptabilität. „Dieses lässt sich leichter erreichen, wenn man frühzeitig den großen Chancen auch die möglichen Risiken gegenüber stellt.“

Informationen zur Plattform Lernende Systeme:

<https://www.plattform-lernende-systeme.de/home.html>



Die L-Bank ist die Förderbank des Landes Baden-Württemberg. Mit über 1.200 Mitarbeitern in Karlsruhe und Stuttgart fördern wir im Auftrag des Landes Menschen und Unternehmen mit zahlreichen Förderprogrammen.

Eine wichtige Säule ist unser eigener IT-Bereich mit:

- rund 140 Mitarbeitern
- eigenem Rechenzentrum
- agilen Entwicklungsmethoden

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

**Interesse geweckt? Wir suchen derzeit für unseren Standort in Karlsruhe:**

- ETL- und Datenbankentwickler (m/w/d)
- Senior Softwareentwickler für das Risikocontrolling (m/w/d)
- Java Entwickler (m/w/d)
- Scrum Master (m/w/d)
- Trainee (m/w/d) mit Schwerpunkt IT
- Werkstudenten (m/w/d)
- Praktikanten (m/w/d)

**Wir bieten u. a.:**

- sichere Arbeitsplätze
- flexibles Gleitzeitmodell
- attraktive betriebliche Altersversorgung
- Talententwicklungsprogramm
- eigenes Betriebsrestaurant
- zentrale Innenstadtlage mit guter Verkehrsanbindung
- kostengünstiges Jobticket
- Fitnesszentrum

In wenigen Minuten online bewerben unter <https://lbank.softgarden.io/de/vacancies>

Aus Liebe zum Land

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



THE YOUNGEST MEMBER OF THE  
ARMAR FAMILY INDEPENDENTLY  
GRASPS SITUATIONS AND ASSISTS

BY FELIX MESCOLI // TRANSLATION: RALF FRIESE

Learning

# ARMAR, Assisting Robot:

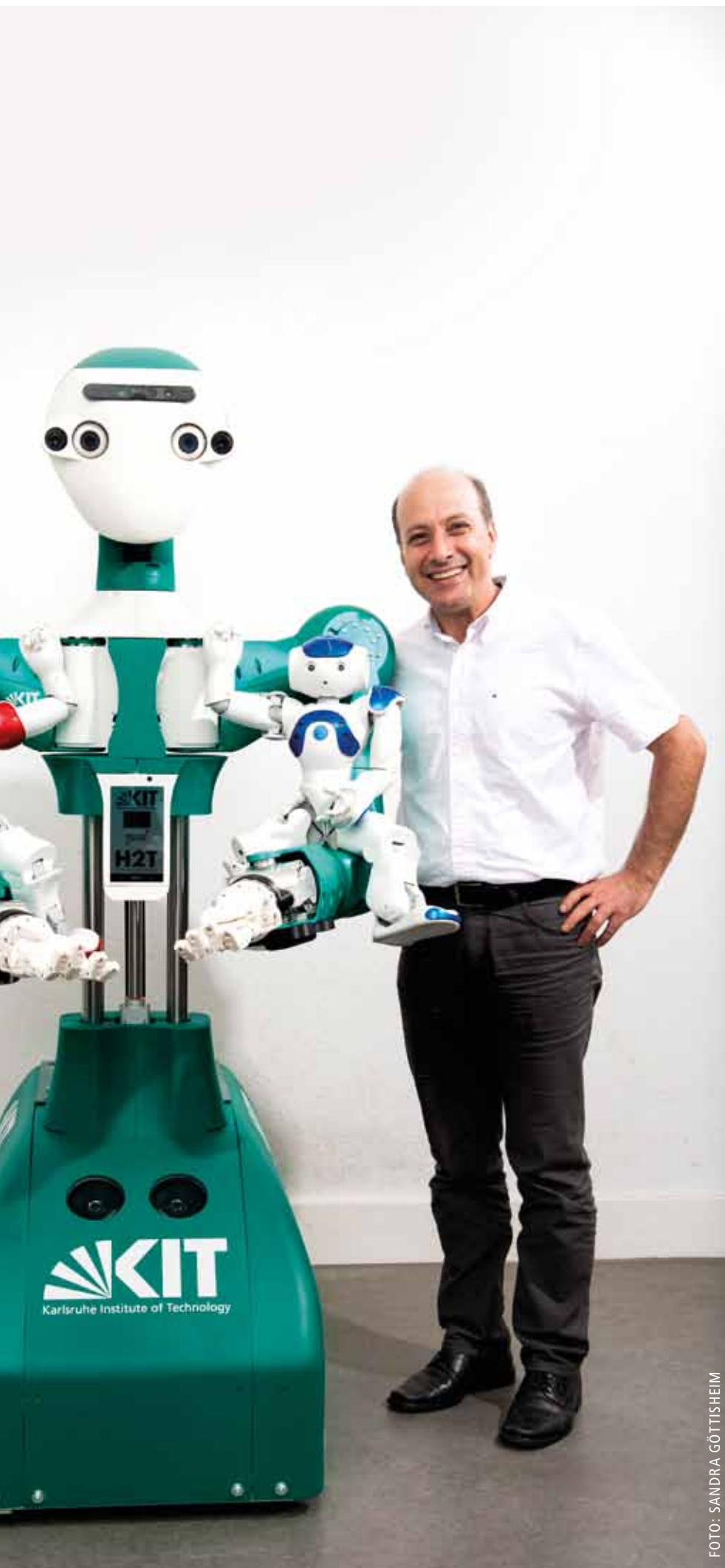
# Number 6

*At CEBIT: Professor Andreas Oberweis, Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut, Minister for Economics, Labor and Housing of Baden-Württemberg, Professor J. Marius Zöllner, Jan Wiesenberger, and Professor Tamim Asfour (from the left)*

*Auf der CEBIT: Professor Andreas Oberweis, Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut, Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg, Professor J. Marius Zöllner, Jan Wiesenberger und Professor Tamim Asfour (v.l.n.r.)*







*Pioneer of robotics and "father" of ARMAR: Tamim Asfour, Professor of High-Performance Humanoid Technologies (H<sup>2</sup>T) at the Institute for Anthropomatics and Robotics*

*Pionier der Robotik und „Vater“ von ARMAR: Tamim Asfour hat die Professur für Hochperformante Humanoide Technologien (H<sup>2</sup>T) am Institut für Anthropomatik und Robotik inne*

FOTO: SANDRA GÖTTISHEIM

Robots working in factories and warehouses have become commonplace. They perform many jobs there, such as completing consignments, welding, or assembling. However, they usually specialize in one specific job and are separated from human operators by cages or barriers. ARMAR-6, however, can work directly with its human colleagues. The youngest member of the humanoid robot family at KIT is not limited to one particular task, but can learn new tasks, for instance, by observing human workers.

“The robot was developed to support technicians in industrial maintenance and repair jobs,” explains Tamim Asfour, Professor of High-Performance Humanoid Technologies (H<sup>2</sup>T) at the Institute for Anthropomatics and Robotics. ARMAR-6’s arms, which resemble human limbs, possess versatile abilities which allow providing help to technicians by handing them maintenance tools such as hammers or power drills, or assisting them in other ways. Thanks to machine learning and artificial intelligence methods, ARMAR-6 is able to continuously improve its capabilities based on observation of humans, own experience, and spoken instructions. The robot thus can be deployed in a variety of environments without the need for additional programming, and assist human workers in difficult, strenuous or dangerous jobs.

“The special feature of ARMAR-6 is the ability to understand situations, in particular those in which a technician needs help, and to provide help in a proactive way,” says Tamim Asfour. For instance, if the task is to carry a heavy and/or bulky object, ARMAR-6 will recognize that help is needed and offer help by proposing to perform the task collaboratively. “In this process, the robot will continuously evaluate the best strategy for support based on different sensor information such as haptics and forces applied on the object, visual scene understanding including human activities as well as understanding natural language dialogs.”

To perform these tasks, four computers handle high-frequency control, motion planning, sophisticated image processing for object and human detection, and natural human-robot interaction. Dedicated on-board hardware provides the computing power for machine learning and artificial intelligence algorithms.

*ARMAR-6's arms allow it to help its human colleagues with hammers or power drills*

*Mit seinen Armen kann ARMAR-6 den menschlichen Kollegen mit Hammer oder Bohrmaschine zur Hand gehen*



FOTO: SANDRA GÖTTISHEIM

## Assistenz-Roboter ARMAR: Nummer 6 lernt

### Das jüngste Mitglied der ARMAR-Familie erfasst selbstständig Situationen und hilft

Dass Roboter in Fabrik- und Lagerhallen eingesetzt werden, ist inzwischen Alltag. Sie erfüllen dort vielfältige Aufgaben. Doch sind sie meist spezialisiert und arbeiten durch Käfige oder Absperrungen getrennt vom Menschen. ARMAR-6 hingegen kann direkt mit seinen menschlichen Kollegen zusammenarbeiten. Das jüngste Mitglied der am KIT beheimateten Familie humanoider Roboter ist dazu nicht auf eine bestimmte Aufgabe festgelegt, sondern kann durch Beobachtung des Menschen neue Fähigkeiten erlernen, zum Beispiel den Gebrauch neuer Werkzeuge.

„Der Roboter wurde entwickelt, um Techniker bei Wartungs- und Reparaturaufgaben in industriellen Anlagen zu unterstützen“, sagt Tamim Asfour, der die Professur für Hochperformante Humanoide Technologien (H<sup>2</sup>T) am Institut für Anthropomatik und Robotik innehat. Mit seinen menschlichen Gliedmaßen ähnelnden Armen kann ARMAR-6 seinen Kollegen mit Hammer oder Bohrmaschine buchstäblich zur Hand gehen, ihnen die Gerätschaften anreichen oder auf andere Weise assistieren. Das funktioniert nicht nur mit wenigen vorprogrammierten Arbeitsgeräten, denn dank Methoden des Maschinellen Lernens und Künstlicher Intelligenz ist der Robo-Helfer in der Lage, seine Fähigkeiten kontinuierlich zu verbessern – durch Beobachtung, sprachliche Anweisung oder aus eigener Erfahrung. So kann er ohne zusätzlichen Programmieraufwand in unterschiedlichsten Umgebungen eingesetzt werden und Menschen bei schwierigen oder stark belastenden Arbeiten unterstützen.

Im Roboter befinden sich vier Computer, die mit den entsprechenden Algorithmen für Regelung, Bildverarbeitung und Interaktion sorgen. Sie liefern die Rechenleistung für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz. In seiner Umgebung orientiert sich ARMAR-6 mithilfe von fünf Kameras im Kopf und zwei Lasersensoren in seiner mobilen Plattform. Ein Akku ermöglicht den kabellosen und völlig autonomen Betrieb. Drehmomentsensoren in den Armgelenken sorgen dafür, dass er seine Kraft, die es ihm ermöglicht, selbst mit ausgestrecktem Arm ein Gewicht von über zehn Kilogramm anzuheben, so feinfühlig und sicher einsetzt, dass er gefahrlos mit Menschen zusammenarbeiten kann.

„Viele dieser Fähigkeiten und Bewegungen sind nicht einprogrammiert“, betont Asfour. „Der Roboter hat sie durch Beobachtung von Technikern bei der Arbeit gelernt.“ Das funktioniert, indem ARMAR-6 beim Zusehen menschliche Handlungen interpretiert und in generalisierter Form repräsentiert. „Diese werden an neue Situationen adaptiert, ausgeführt und durch die Bewertung von deren Erfolg kontinuierlich verbessert.“ ■

Kontakt: tamim.asfour@kit.edu

ARMAR-6 perceives the environment using five cameras in the head and two laser sensors in the mobile platform. A battery allows completely autonomous, untethered operation. Highly integrated sensor-actor-controller units enable ARMAR-6 to handle objects of more than ten kilograms. Despite this power, torque sensors in each arm joint and intelligent control strategies ensure safety when closely collaborating with humans.

In a live demonstration shown at CEBIT 2018, ARMAR-6 assists a human technician in cleaning an industrial conveyer system. Once the worker indicates the need of a tool, ARMAR-6 autonomously identifies the requested tool and brings it to the technician. When the task is finished, the robot takes the tool back and stows it away.

“Most of the abilities and movements are not programmed,” stresses Asfour. “The robot learned them by observing human demonstrations and is able to transfer this learnt knowledge to new, previously unseen situations”. ARMAR-6 learned by watching how maintenance tasks are carried out by human technicians.

“The abilities of ARMAR-6 can be applied in other application areas,” says Asfour. “This includes household tasks as well as tasks in the healthcare sector.” ■

Contact: tamim.asfour@kit.edu

IHRE ANALYSEN:  
UNENDLICH KOMPLEX  
**DIE CLOUD:**  
UNENDLICH SKALIERBAR



**JETZT 250€**  
TESTGUTHABEN  
SICHERN.

**OPEN TELEKOM CLOUD  
MIT INTEGRIERTEM DATENSCHUTZ**

Die europäische Cloud-Alternative. Basierend auf OpenStack.  
[www.telekom.de/open-telekom-cloud](http://www.telekom.de/open-telekom-cloud)



**ERLEBEN, WAS VERBINDET.**





FOTO: PHONLAMAIPHOTO/STOCK.ADOBE.COM

## „Die Chancen sind gewaltig.“

PROFESSOR  
TORSTEN KRÖGER  
ÜBER DEN LANGEN  
WEG, BIS LERNENDE  
ROBOTER UNIVERSSELL  
EINSETZBAR SIND



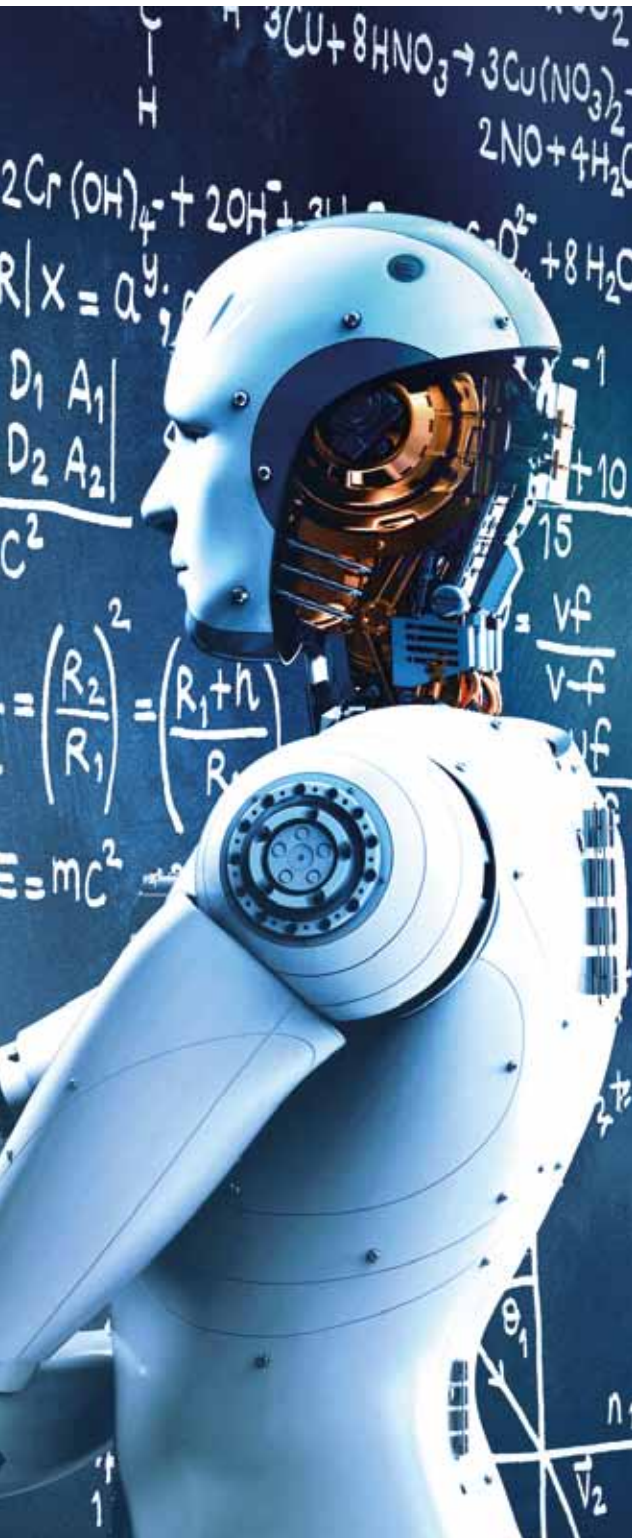


FOTO: NATALIYA HORA/STOCK.ADOBE.COM

Torsten Kröger ist Leiter am Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR) und verantwortlich für Intelligente Prozessautomation und Robotik (IPR). Er ist zudem Gastwissenschaftler an der Stanford University. Seine Forschungsinteressen liegen in den Bereichen von autonomen Systemen unter Nutzung von datengetriebenen Ansätzen (zum Beispiel Maschinellem Lernen) und deterministischer Bewegungsplanung und Regelung von dynamischen Systemen in Echtzeit. Er ist Gründer und ehemaliger Geschäftsführer der Firma Reflexxes, einem Start-up, das Software zur deterministischen Roboterbewegungsplanung in Echtzeit auf den Markt gebracht hat. 2014 wurde Reflexxes von Google übernommen, wo Torsten Kröger bis 2017 für Robotersoftware verantwortlich war und unter anderem Forschungsaktivitäten zwischen DeepMind, Boston Dynamics und Google Research koordiniert hat. Im Interview mit lookKIT-Autor Felix Mescoli gibt er seine Einschätzung zur aktuellen Diskussion und

dem Forschungsstand zu „Künstlicher Intelligenz“ beziehungsweise Maschinellem Lernen ab.

lookKIT: Es überschlagen sich die Meldungen über immer neue sensationelle Fähigkeiten von Computersystemen, mit denen Maschinen selbstständig Entscheidungen treffen, Autos fahren oder Arbeiten erledigen können, die bislang nur Fachleute ausführen konnten. In der Berichterstattung werden Begriffe wie „Künstliche Intelligenz“ (KI), „Maschinelles Lernen“ und „neuronale Netze“ häufig durcheinander geworfen oder synonym verwendet. Erklären Sie bitte kurz die Unterschiede.

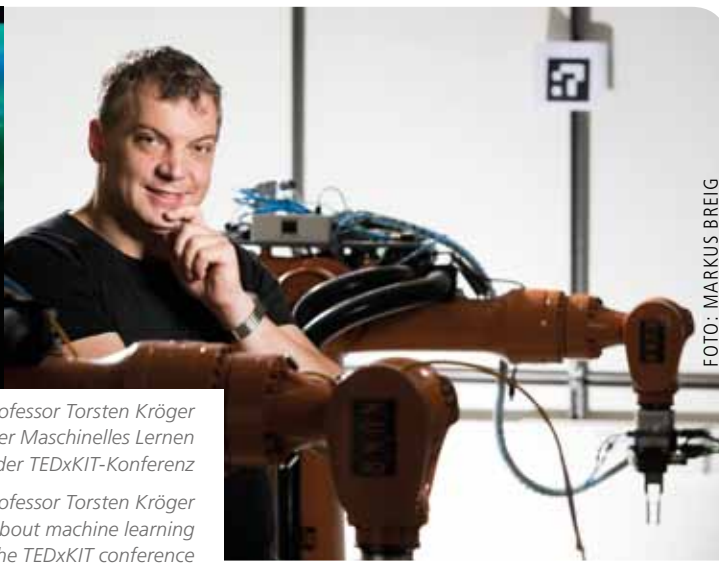
Professor Torsten Kröger: „Der Begriff der ‚Künstlichen Intelligenz‘ ist weder in der Wissenschaft noch in der gesellschaftlichen Diskussion klar definiert. Das ist ein Problem, insbesondere für die Politik, die sich beim Setzen von Prioritäten gerade sehr auf dieses Buzzword konzentriert. Je nach Definition kann KI viele Themen umfassen, die nicht immer viel miteinander zu





2017 hielt Professor Torsten Kröger einen Talk über Maschinelles Lernen auf der TEDxKIT-Konferenz

In 2017, Professor Torsten Kröger talked about machine learning at the TEDxKIT conference



tun haben. Ein klassischer Regelalgorithmus für einen Elektromotor zum Beispiel, der ein Roboter-gelenk steuert, beruht nicht zwangsläufig auf KI, nur weil er einen Roboter antreibt. Der Begriff ‚Maschinelles Lernen‘ hingegen bezeichnet ein Teilgebiet der KI und ist klar definiert. Es geht hier um Softwarealgorithmen, die aus Daten lernen. ‚Künstliche neuronale Netze‘ sind Datenstrukturen, die biologischen neuronalen Netzen – von Menschen oder Tieren – nachempfunden sind. Sie bestehen aus künstlichen Neuronen, die über Synapsen miteinander verbunden sind.“

#### lookKIT: Welche Möglichkeiten eröffnen KI-Methoden auf Ihrem Gebiet, der Robotik?

**Torsten Kröger:** „Vorab: Die Chancen sind gewaltig. Gerade für die deutsche Wirtschaft mit ihrem Schwerpunkt auf dem produzierenden Gewerbe und ihrem hohen Automationsgrad. Der Einsatz von Robotern in mittelständischen Unternehmen, die den Großteil unserer Wirtschaftskraft ausmachen, scheitert heute häufig nicht an fehlender Hardware, sondern am immensen Programmieraufwand und den Kosten dafür. KI-Methoden wie Maschinelles Lernen könnten helfen, diesen Aufwand massiv zu verringern. Wenn das gelingt, könnten Roboter viel mehr in der Breite eingesetzt werden, was enorme Produktivitätssteigerungen ermöglichen würde.“

In der Forschung gibt es erste Versuche mit selbstlernenden Robotern. Diese sollen durch ausprobieren lernen wie kleine Kinder. Das funktioniert im Labor teilweise schon sehr gut. Allerdings hat – wie man sich denken kann – das Lernen nach dem Prinzip von Trial-and-Error bei Robotern heute noch Grenzen. Man kann schließlich in eine Automobilfabrik keine Roboter hineinstellen, die nicht wissen wie man Autos baut und beim Ausprobieren Teile kaputt-

## “The Odds Are Huge.”

### Professor Torsten Kröger Describes Robots’ Long Road to Universal Applicability

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

In an interview with lookKIT, Professor Torsten Kröger, Head of the Institute for Anthropomatics and Robotics (IAR) – Intelligent Process Automation and Robotics Lab (IPR), pleads for a differentiated use of the term “artificial intelligence” (AI). According to him, the term is not clearly defined neither in science nor in social discussion. AI covers many topics that do not necessarily have much to do with each other. For example, a classical control algorithm for an electric motor that controls a robot joint is not necessarily AI just because it drives a robot. The term ‘machine learning,’ on the other hand, designates a subdiscipline of AI and is clearly defined as software algorithms that learn from data.

Disregarding definitions of terms, Kröger basically sees enormous opportunities for AI methods in the field of robotics, especially for the German economy with its focus on the manufacturing industry and its high degree of automation. The use of robots in medium-sized companies, which make up the majority of our economic power, often fails today not because the hardware is lacking, but because of the immense effort and costs associated with programming them. AI methods such as machine learning algorithms could help to massively reduce this effort. If this were possible, robots could be used much more widely and productivity could be increased enormously.

Researchers have performed early experiments with self-learning robots that learn by doing, just like small children. According to Professor Kröger, this already works very well in the laboratory. With robots, however, learning by trial and error has its limits. After all, robots that do not know how to build cars and destroy parts or even injure people while learning by doing cannot be deployed in an automobile factory. Only when we manage to let robots learn in simulation and then operate safely and successfully in the real world can we use learning robots universally. Kröger says that we are still a long way from that. Although dozens of videos of robots can already be seen on the Internet, running cross-country, doing somersaults or dancing disco boogie, this has not necessarily something to do with AI, but has often been preprogrammed by hand in a time-consuming effort. ■

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



machen oder gar Menschen verletzen. Erst wenn wir es schaffen, Roboter in der Simulation lernen zu lassen, und sie dann in der realen Welt erfolgreich, also vor allem sicher, zu betreiben, können wir lernende Roboter universell einsetzen. Davon sind wir aber noch weit entfernt. Zwar kann man im Internet schon heute dutzende Videos von Robotern sehen, die Querfeldein rennen, Saltos schlagen oder Disco-Boogie tanzen, das hat aber oft überhaupt nichts mit KI zu tun, sondern ist in vielen Fällen aufwendig von Hand vorprogrammiert worden.“

#### lookKIT: Was hält Sie auf?

**Torsten Kröger:** „Unser Problem ist der Mangel an Daten. Während die Fortschritte etwa bei der Bilderkennung gewaltig sind, weil an Bilddaten weltweit natürlich überhaupt kein Mangel herrscht, haben wir nur sehr wenige Daten über die Bewegungssteuerung von Robotern. Zwar sammeln zum Beispiel die großen Automobilhersteller natürlich Produktionsdaten, diese betreffen aber den Produktionsprozess in seiner Gesamtheit. Bewegungsdaten einzelner Roboter, die etwa in einer Montagestraße eingesetzt sind, haben wir dagegen kaum. Genau diese bräuchten wir aber massenhaft, um Robotern in der Simulation beizubringen, Arbeiten flexibler auszuführen und auf Menschen, die im selben Arbeitsraum tätig sind, zu reagieren, indem sie bei Bedarf ihr Arbeitstempo verlangsamen, die Arbeit stoppen oder Personen ausweichen. Leider haben Roboterhersteller ihre Produkte bislang nicht mit geeigneten Softwareschnittstellen ausgestattet, um solche Daten zu erheben. Hier findet erst langsam ein Umdenken statt. Diese Daten selbst zu erzeugen ist ein enormer Aufwand und in der Regel nicht wirtschaftlich. In meiner Zeit bei Google haben wir 14 Roboter zwei Monate lang laufen lassen, bis ein neuronales Netz durch Reinforcement-Learning-Algorithmen gelernt hatte, die Roboter so anzusteuern, dass sie hunderte von unterschiedlichen Objekten einzeln aus Kästen herausgreifen können. Dieses Konzept ist sehr vielversprechend, jedoch wäre es heute noch nicht ausgereift genug, um einerseits wirtschaftlich und andererseits technisch sämtliche Roboterapplikationen, zum Beispiel beim Automobilbau, zu lernen.“

**lookKIT: Beim Maschinellen Lernen gibt es – wenn man so will – verschiedene „pädagogische Ansätze“. Auf welche unterschiedliche Weise kann man einem Roboter etwas beibringen?**

**Torsten Kröger:** „Man unterscheidet drei grundsätzlich unterschiedliche Ansätze: (i) Unsupervised Learning, (ii) Supervised Learning und (iii) Reinforcement Learning. Für das Erlernen von perzeptiven Fähigkeiten, wie zum Beispiel Objekte in Kamerabildern zu identifizieren oder bei der Spracherkennung, haben sich Supervised Learning Algorithmen bewährt und sogenannte „tiefe“ neuronale Netze mit mehr als einer Schicht Neuronen. Dabei sind den Neuronen jeder Schicht bestimmte ebenfalls trainierte Merkmale zugeordnet. Die zu klassifizierenden Objekte werden so Schicht um Schicht immer

weiter eingegrenzt, sodass das System am Ende beispielsweise Hunde und Katzen unterscheiden kann. Dies wird oft zusammengefasst unter dem Begriff des ‚Deep Learnings‘. Hier ist die Forschung – gerade auch am KIT – schon sehr erfolgreich.

Einem Roboter motorische Fähigkeiten beizubringen ist im Vergleich dazu eine viel größere Herausforderung. Hier gibt es zwar gewaltiges Potenzial, wir stehen aber noch ganz am Anfang der Forschung. Das wichtigste Verfahren hierzu basiert auf Reinforcement Learning Algorithmen. Roboter lernen, indem sie die Aufgaben auf bestimmte Art und Weise ausführen und dabei sich selbst und die Konsequenzen beobachten. Gutes, also zielführendes Verhalten wird dabei belohnt, schlechtes, also weniger zielführendes Ver-

ANZEIGE

**ziehl-abegg.de**

## Ausbildung oder Studium dann Karriere

Starte jetzt deinen Weg in die Königsklasse

**ZIEHL-ABEGG**  
Die Königsklasse  
der Lufttechnik,  
Regeltechnik und Antriebstechnik

Mehr Volumen auf kleinerer Fläche

**Dualis**  
Die Maßnahme fördert  
Ausgezeichneter Ausbildungsbetrieb

Die Königsklasse in Lufttechnik, Regeltechnik und Antriebstechnik

ZIEHL-ABEGG wurde zum **besten Ausbildungsbetrieb Deutschlands 2018** von FOCUS und FOCUS-MONEY im Bereich Elektroindustrie ausgezeichnet.

**ZIEHL-ABEGG**



FOTO: THORSTEN GREINER

halten gegebenenfalls bestraft. In der Folge werden erfolgreiche Verhaltensmuster häufiger ausprobiert als weniger erfolgreiche, sodass man dem Optimum Schritt für Schritt näherkommt. Ein simples Beispiel: Man will einem Roboter beibringen, den Arcade-Klassiker „Space Invaders“ zu spielen. Bei diesem Computerspiel kann der Spieler am Fuße des Bildschirms ein Raumschiff hin und her bewegen und auf sich von oben nähernde Aliens feuern. Der Computer hat also jeweils die Möglichkeit das Raumschiff nach links, nach rechts oder überhaupt nicht zu bewegen. Sein Handeln kann er auf dem Bildschirm verfolgen. Da er für jedes abgeschossene Alien Punkte erhält, ist leicht erkennbar, welche Aktionen erfolgreich sind und welche nicht. Somit können Computer selber lernen und sich zu erfolgreichen ‚Computerspielern‘ entwickeln.“

**lookKIT: Oft wird der Eindruck erweckt, der Einsatz von KI-Methoden führe dazu, dass der Computer denke und lerne wie wir Menschen. Ist dieser Eindruck richtig?**

**Torsten Kröger:** „Nein, die meisten Algorithmen basieren auf Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, selbst solche, die in Deep Learning Neural Networks eingesetzt werden. Denn obwohl sie Neuronen und Synapsen im menschlichen Gehirn nachahmen, operieren sie letztlich auch nur mit statistischen Wahrscheinlichkeiten. Dank der stark gewachsenen Rechenleistung, ist der Computer in der Lage in kurzer Zeit viel mehr Falldaten als der Mensch zu erfassen und zu analysieren. Maschinelles Lernen bedeutet lediglich, dass Software-Algorithmen aus diesen Daten lernen. Nicht mehr und nicht weniger. Es ist schon über 20 Jahre her, dass ein Schachcomputer den damaligen Schachweltmeister geschlagen hat. Mit der heutigen Technologie könnte man binnen drei bis fünf Monaten problemlos einen Roboter bauen, der einen solchen Sieg

auch physisch am Schachbrett erringen kann. Aber er könnte eben nur mit einem ganz bestimmten Schachspiel spielen. Würde man das Spiel verändern, indem man die gewohnten Figuren gegen solche mit anderen Größen oder aus anderem Material – etwa Metall statt Holz oder gar Glas statt Holz – tauschte, würde er scheitern. Algorithmen ermöglichen uns, datengetriebene Ansätze heute auch in der Robotik zu verfolgen. Damit sind wir bislang aber nur auf dem Gebiet der Wahrnehmung wie Bild oder Spracherkennung erfolgreich. Bei der Bewegungssteuerung sind wir noch nicht so weit gekommen. Und Robotik bedeutet ja gerade, dass man physisch mit der Welt interagiert.“

**lookKIT: Den Terminator müssen wir in naher Zukunft also nicht fürchten?**

**Torsten Kröger:** „Wir bewegen uns in einer industriellen Umgebung und nicht in Hollywood. Roboter mit menschenähnlichen Fähigkeiten oder gar Gefühlen wie wir sie aus Filmen kennen werde ich in meinem Leben vermutlich nicht mehr erleben.“

**lookKIT: Trotzdem sollen Menschen, Maschinen und Roboter zukünftig zunehmend eng und vernetzt zusammenarbeiten. Was für Einsatzmöglichkeiten sehen Sie, welche Fortschritte gibt es?**

**Torsten Kröger:** „Früher haben Roboter vornehmlich Arbeiten ausgeführt, die immer und immer wiederkehrende Bewegungsabläufe erfordern, etwa Schweißarbeiten in der Autoindustrie. Dabei hatten sie weder ein Verständnis von ihrer Aufgabe noch von ihrer Umgebung und konnten auch nicht auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren. Aus Sicherheitsgründen mussten sie durch Zäune von den Arbeitern abgeschirmt werden. Heute können Roboter Menschen, Objekte und Hindernisse in ihrer Umgebung immer besser erkennen und auf sie reagieren. So wird es möglich, sie auch außerhalb von industriellen Umgebungen und an Arbeitsplätzen einzusetzen, bei denen sie sich mit Menschen auf engem Raum bewegen müssen. Zum Beispiel bei Aufgaben, die nicht vollständig automatisiert werden können oder bei Fällen, in denen Roboter Menschen bei schweren, unbequemen oder gefährlichen Tätigkeiten unmittelbar unterstützen. Auch Anwendungen in der Pflege sind denkbar. Das ist derzeit aber noch weitgehend Zukunftsmusik, und die Forschung müsste hier viel mehr tun. Damit das passieren kann, muss die Politik aber auch

die richtigen Rahmenbedingungen schaffen. Auf dem Gebiet der perceptiven Fähigkeiten, also der Sprach- und Bilderkennung sind uns die Amerikaner und Chinesen längst enteilt. Bei der Robotik hingegen sind wir noch sehr gut im Rennen. Damit wir unseren Vorsprung halten können, müssten sich aber viel mehr junge Leute mit diesem Thema beschäftigen. Um das zu ermöglichen, wären bundesweite Einstellungen von KI-Professoren ein erster wichtiger Schritt.

Wir bemühen uns aber schon jetzt, auch kleinen und mittelständischen Betrieben den Einsatz von Robotern zu erleichtern. Im Projekt ‚Roboshield‘ beraten wir Firmen in Sicherheitsfragen dazu. Denn moderne Produktionsanlagen, in denen Menschen und Maschinen eng zusam-

menarbeiten, müssen in mehrfacher Hinsicht sicher sein: Die Menschen müssen dort gefahrlos arbeiten können und die Anlagen gleichzeitig vor Cyberangriffen von außen geschützt sein. Damit Unternehmen ihre Anlagen schnell, preisgünstig und sicher umstellen können, entwickeln wir entsprechende Werkzeuge und Prozesse, welche die Entwicklung und den Betrieb sicherer Systeme und Anlagen vereinfachen. Zusätzlich bauen wir gemeinsam mit dem Fraunhofer IOSB und dem Fraunhofer IPA eine Beratungsstelle auf, bei der sich Unternehmen Tipps holen können, wie zum Beispiel ein Roboter in ihrer Produktionsanlage eingesetzt werden kann, welche Vorteile das bringt und welche Sicherheitsvorkehrungen zu treffen sind.“ ■

Kontakt: torsten@kit.edu

ANZEIGE

## CONVENTION BUREAU KARLSRUHE + REGION HAT EIN PAAR RICHTIG GUTE IDEEN...

... für Ihre **Weihnachtsfeier**, Ihren Kick-off 2019. Wir sind Ihr Spezialist, Ihre Macher, Ihr Ideenverwirklicher...

Es sind die besinnlichen Stunden, auf die wir uns zur Weihnachtszeit am meisten freuen. Ob im familiären Kreis oder auch mit Kunden und Kollegen – Weihnachtsfeiern haben eine lange Tradition. Doch wohin gehen und was machen, um das Jahr gemeinsam ausklingen zu lassen? Das Convention Bureau Karlsruhe + Region zählt mittlerweile über 100 Partner und hat ein paar Weihnachtsideen zusammen gestellt.

### Festlich geschmückte Räumlichkeiten

Im neuen **Holiday Inn in Villingen-Schwenningen** feiern Sie in einem mit liebevollen Details geschmückten Schwarzwald Ambiente. Auch die Weihnachtsexperten der **Villa Medici** übernehmen für Sie die Planung und empfangen Sie in weihnachtlich dekorierten Räumen für bis zu 120 Gäste. Das Villa Weihnachtsarrangement umfasst dabei neben einem festlich geschmückten Raum auch einen Glühweinempfang mit Weihnachtsplätzchen und einem winterlichen 3-Gang-Menü oder Buffet. Auch die Veranstaltungsabteilung sowie das Cateringteam des **DEKRA Congresshotel Wart** und **Congress Center Wart** stehen bereit, um Ihre Veranstaltung einzigartig und unvergesslich zu gestalten.

Das **Dorint Maison Messmer** bietet für Ihre Weihnachtsfeier gleich mehrere Räumlichkeiten zur Auswahl. Ob in gemütlicher Runde im „Theaterkeller“, im kaiserlich-historischen „Maler-saal“ oder beim exklusiven Privatdining im Salon „JB Messmer“ mit grandiosem Blick über den berühmten Baden-Badener Christkindelsmarkt.

Hoch hinaus geht es in der **Sparkasse Pforzheim-Carlw.** Vom modernen Restaurant bis hin zur eindrucksvollen und einzigartigen Skyounge in 75 m Höhe stehen Ihnen unterschiedliche Räumlichkeiten für bis zu 200 Personen zur Verfügung.

### Lassen Sie sich kulinarisch verwöhnen!

Kulinarisch geht es im **Schloss Eberstein** zu: hier erwarten Sie vielseitige Möglichkeiten Ihre Weihnachtsfeier nach Ihren Wünschen zu gestalten, beispielsweise bei einem Kochkurs mit Sternekoch Bernd Werner oder auch einem Weihnachtsdinner in Werners Restaurant. Mit der Curlingbahn auf der Terrasse bietet Ihnen das Schloss Eberstein außerdem ein einzigartiges Highlight für Ihre Weihnachtsfeier. Die wetterunabhängige Kunststoffbahn ist auf jeden Fall eine tolle Attraktion und lässt sich auch perfekt mit einem der Weihnachtspakete kombinieren. Das **Hotel der Blaue Reiter** bietet Ihnen in den Wintermonaten exklusiv für Firmen und Tagungsgäste ein umfangreiches Fondue in mehreren Ausführungen an. Feurige Arrangements gibt es am **Deutschen Weintor**. Der Empfang mit Glühwein und Flammrolle an der Feuerschale, Leckeres aus dem Ofen oder vom Wintergrill und eine Feuershow auf dem Weintorhof werden Sie sicherlich in weihnachtliche Stimmung bringen.

Die **Vinothek Par-Terre** lädt mit pfiffigen Speisen vom Grill und einer Lebkuchenhaus-Challenge ein.

### Tagen und Feiern – auch in der Weihnachtszeit eine beliebte Kombination!

Darf es auch eine Kombination aus Tagung und Weihnachtsfeier sein? Im **AkademieHotel Karlsruhe** erwartet Sie purer Genuss auf höchstem Niveau in stilvollem Ambiente. Hier wird auch gerne das Jahresabschlussmeeting mit einer Weihnachtsfeier kombiniert.

### Weihnachten darf gerne auch exotisch werden!

Wer keine Lust auf Glühwein, Plätzchen und Deutsche Traditionen hat, kann auch ruhig in die Ferne schweifen. Im **EXO** erwartet Sie neben exotischer Stimmung auch ein kulinarisches Geschmackserlebnis. Feiern Sie Ihre Weihnachtsfeier im tollen Ambiente mit Blick auf Tiere aus aller Welt.

Das Feuer Andalusiens entfacht zur Weihnachtszeit die **Palazzo Halle**. „La Pasion del Flamenco“ – heißt das neue Event das von November 2018 bis Februar 2019 die Seele Andalusiens in die Fächerstadt bringen wird, mit einer Dekoration im andalusischen Stil, passender Musik und kulinarischen Höhepunkten.

### Rahmenprogramme die niemand so leicht vergisst

Das Team von **Funkybooth** ist allzeit bereit und bringt mit seinen mobilen Fotoboxen Schwung in jede noch so klassische Feier. Ein echter Garant für ausgelassene Stimmung und perfekte Erinnerungsfotos. Und auch der Karlsruher Eventdienstleister **PINK Event Service** bietet für Ihre Weihnachtsfeier oder Ihren Kick Off in das neue Jahr den „Alles-aus-einer-Hand“-Service im Baukastensystem an. Das komplette Angebot finden Sie unter [www.100pro-MICE.de](http://www.100pro-MICE.de)

### Kontakt:

Convention Bureau Karlsruhe + Region  
 Pia Kumpmann  
 Tel: +49 721 3720-2500  
 E-Mail: [pk@100pro-MICE.de](mailto:pk@100pro-MICE.de)  
 Beiertheimer Allee 11a  
 76137 Karlsruhe

# 100%

## KARLSRUHE & REGION

Über 100 starke Partner!  
 mehr unter: [www.100pro-MICE.de](http://www.100pro-MICE.de)



**CONVENTION BUREAU  
 KARLSRUHE & REGION**







DER IT-SICHERHEITSEXPERTE PROFESSOR JÖRN MÜLLER-QUADE WARNT

Was kurze, im Internet verbreitete Spaß-Videos, in denen der Schauspieler Nicolas Cage in bekannten Filmszenen an die Stelle der angestammten Darsteller tritt und so statt Harrison Ford als Indiana Jones die Peitsche Knallen lässt oder anstelle von Amy Adams als Lois Lane Superman schöne Augen macht, und das Hacken von Computersystemen miteinander zu tun haben? Sehr viel! Und das bereitet IT-Sicherheitsexperten wie Jörn Müller-Quade größte Sorgen. Denn besagte Videos wurden mit Software erstellt, die von jedermann nutzbar sowie leicht zu bedienen ist – und die auf Künstliche Intelligenz (KI) zurückgreift. KI-Methoden könnten zwar helfen, IT-Systeme sicherer zu machen, erwartet der Leiter der Forschungsgruppe „Kryptographie und Sicherheit“ am KIT, Initiator des Kompetenzzentrums für IT-Sicherheit KASTEL und Leiter der Arbeitsgruppe IT Sicherheit, Privacy, Recht und Ethik der Plattform Lernende Systeme. „Aber es wird auch heute noch unbekannte Angriffe mit KI geben. Wie man sieht, ist das technische Potenzial für Täuschungen schon jetzt enorm.“

Wenn es um Cyberangriffe mithilfe von Künstlicher Intelligenz geht, hat Müller-Quade besonders das sogenannte „Social Engineering“ im Blick. Dabei versuchen Hacker an geheime Informationen wie Passwörter oder Bankdaten zu gelangen, indem sie etwa Identitäten vortäuschen und sich am Telefon oder in Mails als vertrauenswürdige Menschen ausgeben. „Was an Nachahmung schon jetzt möglich ist, zeigen „Deep Fake“-Videos oder Programme wie Google Duplex, eine KI, die Restaurant- oder Friseurtermine über das Telefon vereinbaren kann und dabei wirkt wie ein Mensch“, sagt Müller-Quade.

# Stark

die dunkle Seite  
der KI ist

## VOR BISHER UNBEKANNTEN CYBER-ANGRIFFEN

VON FELIX MESCOLI



Die Fortschritte bei der Verfälschung von Videos oder auch Audiodateien – die Technologie wurde ursprünglich für Gesichts- und Spracherkennung entwickelt – sind in der Tat atemberaubend: Während beim 2016 in die Kinos gekommenen Star Wars-Film „Rogue One“ für die „Gastauftritte“ bekannter Charaktere wie Prinzessin Leia oder Grand Moff Tarkin die Konterfeis der ursprünglichen Darsteller Peter Cushing und Carrie Fisher in monatelanger Kleinarbeit für hunderttausende Dollar auf die Gesichter der jüngeren Kollegen Ingvild Deila und Guy Henry übertragen wurden, kann heute jeder Smartphone-Nutzer mit frei verfügbaren Apps Ergebnisse erzielen, die kaum weniger realistisch wirken. „Welche nahezu unendlichen Möglichkeiten sich hier für verbrecherische Manipulationen eröffnen, kann man sich leicht ausmalen“, so Müller-Quade.

Auch das Zerstörungspotenzial klassischerer Angriffswaffen von Cyberkriminellen werde sich durch KI vervielfachen, warnt der Wissenschaftler: So zum Beispiel bei „Distributed Denial of Service“-Angriffen, also absichtlich herbeigeführten Serverüberlastungen, sodass Internetangebote nicht mehr erreichbar sind. Sie können dazu dienen, Konkurrenten zu schädigen oder von Firmen Geldzahlungen zu erpressen. „Solche Angriffe werden in Zukunft vermutlich erfolg-

reicher sein, weil man mittels KI automatisiert aus vergangenen Angriffen lernen kann. Verbrecher könnten in der Vergangenheit bekanntgewordene Schwachstellen in bestimmten Programmen oder Diensten analysieren und dann in riesigen Software-Systemen automatisiert nach ähnlichen Verwundbarkeiten suchen“, befürchtet der Sicherheitsexperte. Auch Seitenkanalangriffe, bei denen Angreifer etwa aus dem Stromverbrauch von Chipkarten Rückschlüsse auf deren Verschlüsselung ziehen, könnten in der Zukunft deutlich effektiver werden: „Es ist durchaus möglich, dass KI-Systeme zukünftig Zusammenhänge finden, die Menschen bisher übersehen haben.“ Gleiches gelte für sogenannte Korrelationsangriffe, bei denen man durch die Analyse von Zusammenhängen zwischen chiffriertem Text und Klartext die Menge möglicher Schlüssel für Verschlüsselungsverfahren, wie sie im World Wide Web zur abhörsicheren Datenübertragung oder für die E-Mail-Kodierung verwendet werden, sehr stark eingrenzen kann. „Diese Korrelationen, die der Ausgangspunkt solcher Angriffe sind, sind schwer zu finden. Bislang können das nur ausgewiesene Experten mit viel Erfahrung und Feingefühl. KI-Systeme könnten diese Art von Angriffen aber stark vereinfachen und auch völlig neue Korrelationen finden“, erwartet Müller-Quade. „Zusammengefasst: Die Intelligenz der Angreifer steigt, so dass neue und bisher unbekannte Angriffe zunehmen. Zusätzlich sind die Angriffe viel breiter angelegt, denn Hacker sind keine Personen mehr, sondern hocheffiziente Mensch-Maschine-Teams, bei denen vieles automatisiert abläuft.“

Um bisher unbekanntem KI-basierten Bedrohungen etwas entgegenzusetzen, genüge es nicht, bei der Abwehr ebenfalls auf KI-Methoden zu



FOTO: MANUEL BALZER

*Professor Müller-Quade ist Leiter der Forschungsgruppe „Kryptographie und Sicherheit“ am KIT und Initiator des Kompetenzzentrums KASTEL*

*Professor Müller-Quade heads the research group “Cryptography and Security” at the KIT and is spokesman and initiator of the KASTEL competence center*

setzen, betont Müller-Quade. Ein vielversprechenderer Ansatz sei es, die IT-Sicherheit an Methoden der Kryptographie auszurichten: „Ein zeitgemäßes Security-Engineering sollte ausgehend von einem Modell sichere Systeme entwickeln, diese Systeme im Modell analysieren und dann aus Experimenten oder der Beobachtung realer Sicherheitsvorfälle das Modell verbessern.“ Ein Problem dabei sei, dass viele Sicherheitsprobleme nicht ohne weiteres mathematisch beschreibbar seien, schränkt Müller-Quade ein. „Man denke etwa an Social-Engineering oder sicherheitskritische Programmierfehler in komplexen Betriebssystemen.“ Ein anderes, der immense Aufwand. Denn: „Häufig fehlt heutigen Sicherheitsarchitekturen schon eine präzise Definition der Sicherheitsziele.“ Dann könne man diese freilich auch schlecht in mathematischen Modellen analysieren, geschweige denn ihre Wirksamkeit beweisen.

Ein anderes, auf viele Menschen aber nicht minder bedrohlich wirkendes Zukunftsszenario, mit dem sich Müller-Quade beschäftigt, ist die zunehmende Automatisierung von Entscheidungen auch auf staatlicher Ebene. So führt der Österreichische Arbeitsmarktservice, vergleichbar mit der deutschen Bundesagentur für Arbeit, einen Algorithmus ein, der Arbeitslose in drei Kategorien sortieren soll: mit guten, mittleren und schlechten Chancen auf einen neuen Job. Kritiker fürchten, die Software könnte Frauen, ältere Menschen und Ausländer benachteiligen. Ein weiteres Beispiel für Maschinen-Entscheidungen ist das Computersystem COMPAS, das Richter in Amerika berät, ob bei Straftätern

## The Dark Side of AI Is Powerful

### IT Security Expert Professor Jörn Müller-Quade Warns against Previously Unknown Cyber Attacks

TRANSLATION: PATRIZIA PASQUAZI

While AI methods could help make IT systems more secure, “there will still be unknown attacks using AI. As you can see, the technical potential for deception is already enormous,” says Professor Jörn Müller-Quade, head of the “Cryptography and Security” research group at KIT and initiator of the KASTEL competence center for IT security.

When it comes to cyber attacks with the help of artificial intelligence, Müller-Quade is looking in particular at what is known as “social engineering” where hackers try to access secret information such as passwords or bank details by assuming fake identities, posing as trusted people on the phone or in emails. “Deep fake videos and programs such as Google Duplex, a piece of AI that can book a table at a restaurant or a hairdresser appointment over the phone, appearing to be a person, show what level of impersonation can already be achieved,” says Müller-Quade.

Progress in manipulating videos and audio files – the technology was originally developed for face and voice recognition – is in fact breathtaking: for the “guest appearances” of well-known characters Princess Leia and Grand Moff Tarkin in the 2016 Star Wars movie *Rogue One*, the likenesses of original actors Carrie Fisher and Peter Cushing were transferred from previous films onto the faces of their younger colleagues Ingvild Deila and Guy Henry during months of painstaking work costing hundreds of thousands of dollars, whereas today any smartphone user can achieve similar results with free apps that are hardly less realistic. The scientist warns that the destructive potential of more conventional weapons used by cyber criminals will also multiply through AI. One example is “Distributed Denial of Service” attacks, where server overloads are caused intentionally so that online services cannot be accessed. They can be used to harm competitors or to extort money from companies.

Side-channel attacks, where an attacker draws conclusions about the encryption of chip cards from their power consumption, could also become much more effective in the future. The same applies to correlation attacks in which, through analyzing the link between ciphertext and plaintext, the number of potential keys for encryption techniques such as the ones used on the World Wide Web for secure data transfer or in email encoding can be heavily restricted. “In short: attackers are getting smarter, which means that the number of new and previously unknown attacks is going up. What’s more, attacks are carried out on a much broader scale because hackers are no longer people but highly efficient man-machine teams where much of the work is automated.” ■

Contact: [joern.mueller-quade@kit.edu](mailto:joern.mueller-quade@kit.edu)

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



eine Wiederholungstat zu erwarten ist. Bei diesem System wurden Schwarze benachteiligt. „Natürlich wünschen wir uns bei diesen Entscheidungen oder solchen zur Kreditwürdigkeit oder zur Einstellung von Personen, dass sie fair und ohne Diskriminierung ablaufen.“

Eine Frage ist, ob Algorithmen überhaupt gerecht entscheiden können. „Lernt ein KI-System, das über zukünftige Beförderungen entscheiden soll, aus Karrieredaten der Vergangenheit, ist klar, dass dabei keine objektiven Erfolgskriterien herauskommen“, erklärt Müller-Quade. Eine weitere, welche formalen Gerechtigkeitsbegriffe, Entscheidungen zugrunde gelegt werden sollen. „Erstaunlicherweise gibt es verschiedene formale Begriffe, die alle für sich wünschenswert sind, die sich aber gegenseitig aufheben“, konstatiert er. „Einige Fairnesskriterien, die zwar jedes für sich vernünftig sind, schließen sich mathematisch aus.“ Die Unmöglichkeit, alle Gerechtigkeitsmaße zusammen zu erfüllen, erfordert interdisziplinäre Forschungsarbeit. „Die Frage, ob automatisierte Entscheidungen gerecht sind, muss für jeden Anwendungsfall neu behandelt werden und die Antwort muss sowohl ethischen, rechtlichen, informatischen als auch mathematischen Standards genügen“, fordert Müller-Quade. Eine schwierige gesellschaftliche Diskussion stehe bevor, die aber auch große Chancen berge: „Denn wir werden gezwungen sein, diese Debatte so objektiv wie möglich zu führen.“ ■

Kontakt: joern.mueller-quade@kit.edu  
Info: www.kastel.kit.edu

# Enable the Digital Transformation



NEW in 2019\*

## Interlinking Business & IT

with job accompanying studies in

### Digital Services or Data Science, Cognitive Systems & Robotics



## Master of Science in Information Systems Engineering & Management

Digital Transformation of Products,  
Services, and Organizations



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

*\*Subject to the approval procedure of KIT and the Ministry for Science, Research and Art in Baden-Wuerttemberg/Ministry for Science, Research and Art in Baden-Wuerttemberg*

**HECTOR SCHOOL**  
Technology Business School of the KIT





Jürgen Beyerer hat die Professur für Interaktive Echtzeitsysteme (IES) an der KIT-Fakultät für Informatik inne und ist Leiter des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) in Karlsruhe. Gemeinsam mit Professor Frank Kirchner (DFKI Bremen) leitet Jürgen Beyerer die Arbeitsgruppe 7 im Rahmen der Plattform Lernende Systeme, die sich mit dem Einsatz von autonomen Systemen in gefährlichen Umgebungen beschäftigt. 2018 holte er das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Kompetenzzentrum „ROBDEKON“ nach Karlsruhe.

lookKIT: Künstliche neuronale Netzwerke sind dem neuronalen Aufbau des menschlichen Gehirns nachempfunden. Millionen simulierter Neuronen durchlaufen in hundert von hierarchisierten Neuronenschichten mit mehreren hundert Millionen flexibler Verbindungen ein Trainingsprogramm mit riesigen Datenbanken. Auf diese Weise kann die Maschine Muster oder Konzepte erlernen, ohne dass man den Klassifikationsprozess im Detail modellieren muss. Heißt das, dass die Entwickler heute gar nicht wissen, was in diesen Netzen abläuft?

Professor Jürgen Beyerer: „Wir haben in der Vergangenheit versucht, die Wirklichkeit anhand physikalischer Parameter zu modellieren. Das hat auch ganz gut funktioniert. Jetzt kommen plötzlich Blackbox-Verfahren, die einfach nur universelle mathematische Approximatoren sind. Als Teilbereich der Künstlichen Intelligenz haben diese Verfahren sensationelle Durchbrüche etwa im Bereich der Bild- oder Spracherkennung ermöglicht. Möglich wurde das durch die Rechnerkapazitäten, die großen Datenmengen, die heute mit dem Internet zur Verfügung stehen, durch die Entwicklung neuer Architekturen und Verbesserungen der Lernmechanismen. Das treibt im Moment ganz wesentlich den Hype der Künstlichen Intelligenz.“

lookKIT: Gefährdet diese Intransparenz der künstlichen neuronalen Netze nicht die gesellschaftliche Akzeptanz?

VERSTEHEN, WARUM  
SCHON EIN PIXEL EINE  
FEHLENTSCHEIDUNG  
AUSLÖSEN KANN

Gefährliche

Jürgen Beyerer: „Der Versuch, in diese Blackboxen hineinzuschauen ist gegenwärtig Gegenstand intensiver Forschung. Nehmen wir das Beispiel Bilderkennung. Auch gründlich trainierte tiefe neuronale Netze können bei einer minimalen Modifikation der Bilder krasse Fehlentscheidungen treffen. Im Extremfall muss man nur ein einziges Pixel in einem Bild ändern. Man versteht noch nicht genau, was ein solches Umkippen der Entscheidungen auslöst. Es fehlt eine Systemtheorie, mit der man wirklich in die Netze hineinschauen und verstehen kann, was da passiert. Ein wichtiges Thema ist auch, wie man in solche Netze Expertenwissen einbringen kann, um sie ge-

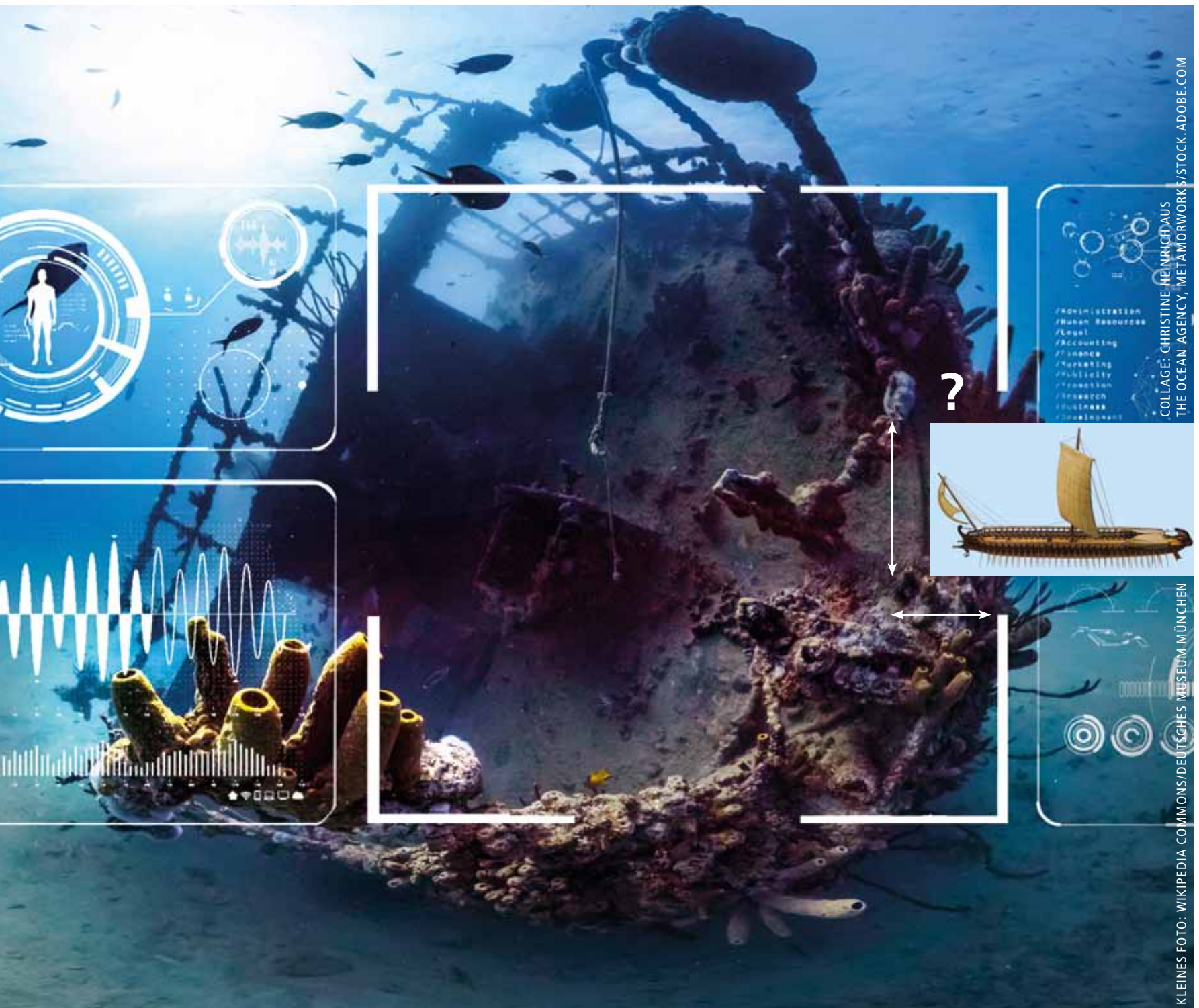
genüber solchen Fehlentscheidungen stabiler zu machen. Wir haben ein großes Forschungsprojekt zum Maschinellen Lernen für die Produktion. Wie kann man für Komponenten der Künstlichen Intelligenz bereits beim Entwurf eine Garantie dafür abgeben, wie sich das System später in der Anwendung verhalten wird? Wenn solche Systeme für die Menschen wichtige Entscheidungen treffen, müssen diese nachvollziehen können, warum so oder so entschieden wurde, welches die entscheidenden Variablen waren.“

lookKIT: Lassen Sie uns einige der Anwendungen herausgreifen. Beispielsweise die



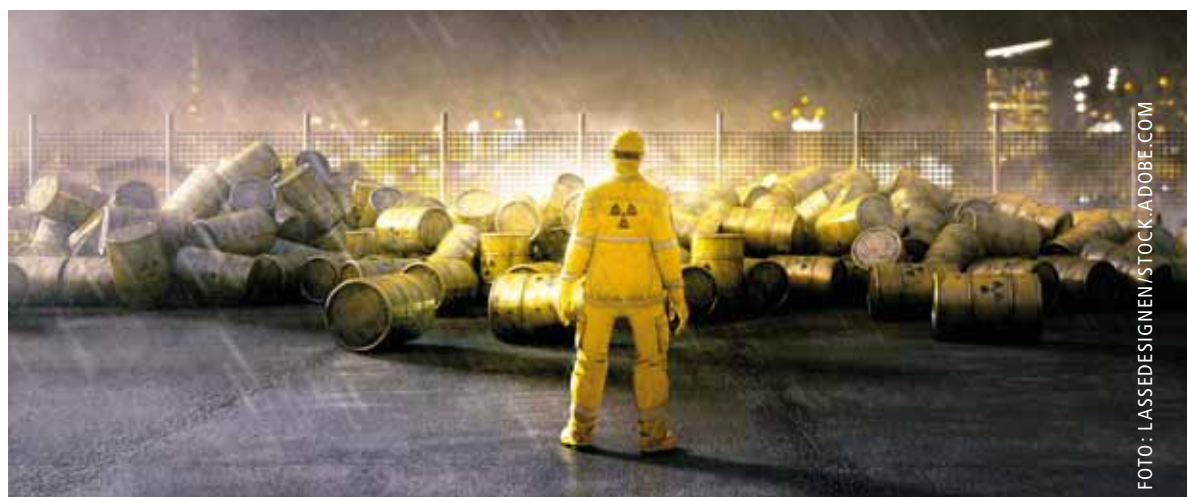
# Mission





**Materialidentifikation durch spektrale Signaturen.**

Jürgen Beyerer: „Bilderkennung stützte sich bisher vor allem auf Kameras im sichtbaren Bereich. Der Trend geht dahin, dass man mit Hyperspektralkameras arbeitet. Da hat man dann hunderte Kanäle. Für jeden Punkt eines Objektes erhält man nicht nur drei Farben, sondern ein hochaufgelöstes Spektrum vom sichtbaren Bereich bis in den Infrarotbereich. Mit diesen Spektren kann man unterschiedliche Materialien identifizieren. Zum Beispiel bei der Trennung von Schüttgütern im Recycling, im Mining, in der Lebensmittelaufbereitung. Die Zusammenhänge





der Spektren mit den Materialeigenschaften sind hochkomplex. Weil man das physikalisch kaum sauber modellieren kann, setzt man auch hier Maschinelle Lernverfahren ein, um dann automatische Trennungsentscheidungen, Ausschleusungsentscheidungen und Sortierentscheidungen treffen zu können.“

**lookKIT:** Ein weiterer Schwerpunkt ist die Bilderkennung unter Wasser.

**Jürgen Beyerer:** „Unterwasserkameras werden von Trübungen, von Streueffekten, von Absorptionen und Turbulenzen beeinträchtigt. Mit intelligenten Techniken der Unterwasserbildverarbeitung wollen wir diese Störungen herausrechnen und ein Bild erzeugen, als wäre kein Wasser da.“

Das ist wichtig, weil wir auch an Unterwasserrobotik arbeiten. Im Moment steht unser ARGGO-NAUTS-Team in der letzten Runde beim Wettbewerb Shell Ocean Discovery XPRIZE. Beim Finale im November 2018 mussten vor der griechischen Küste 500 Quadratkilometer Meeresboden in 4 000 m Tiefe in 24 Stunden kartographiert werden. Die Tiefsee ist noch ein weißer Fleck auf unserem Planeten. Unbekannter als der Mond. Mit diesen Technologien wird man das ändern können. Wir hoffen, dass man das auch zum Schutz der Meere einsetzt.“

**lookKIT:** „Die Havarie des Atomkraftwerks Fukushima hat gezeigt, wie wichtig es ist, mit Robotern Erkundungen in radioaktiv verseuchtem Gebiet durchführen zu kön-

## Dangerous Mission

### Understanding Why a Single Pixel May Cause a Wrong Decision

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Spectacular breakthroughs in the area of Convolutional Neural Networks (CNN), long short-term memory networks (LSTM), and other deep artificial neural networks have led to a number of practical applications. These self-learning systems make automatic decisions for scoring of loan inquiries and video surveillance of public spaces. Although these decisions directly affect people's lives, the systems remain non-transparent black boxes. Unlike algorithms programmed with expert knowledge, artificial neural networks independently develop their classification criteria.

Eliminating this non-transparency as much as possible and disclosing the decision criteria developed by the machine are inter alia the basic goals of research conducted by Professor Jürgen Beyerer. Beyerer is Professor for Interactive Real-time Systems (IES) at the KIT Department of Informatics and Director of the Fraunhofer Institute of Optronics, System Technologies, and Image Exploitation (IOSB) in Karlsruhe. This double role enables him to both conduct fundamental research and develop special applications of autonomous systems in various areas. Applied research focuses among others on improving image recognition of underwater cameras by artificial intelligence. This is one of the basic prerequisites for developing autonomous or semi-autonomous underwater robots, which also is an area of work for Professor Beyerer. For the automatic sorting of bulk material in recycling or production processes, his team applies hyperspectral cameras that record the specific spectrum of a material from visible light up to infrared radiation. On this basis, short-term removal decisions can be made on conveyer belts. In cooperation with the KIT Competence Center for Applied Security Technology (KASTEL), his team developed NurseEye, an emergency recognition system for hospitals that is "private by design," which means that it protects the privacy of patients and hospital staff.

In 2018, Jürgen Beyerer succeeded in acquiring the funds needed for the establishment of the ROB-DEKON Competence Center (Robot Systems for Decontamination in Hostile Environments) in Karlsruhe. Developed in cooperation with KIT's Institute for Technology and Management in Construction (TMB), among others, it is designed to turn construction machines into robots for autonomous or semi-autonomous exploration and salvage missions under catastrophic conditions similar to the nuclear power plant disaster in Fukushima, Japan. ■

Contact: juergen.beyerer@kit.edu



FOTO: MARKUS BREIG

*Roboterbasierte Dekontamination in gefährlichen Umgebungen: Ein kettengetriebenes Transportsystem für einen Kletterroboter, der mit Vakuumsaugplatten zur Fortbewegung an der Wand ausgestattet ist*

*Robot-based decontamination in hazardous environments: a chain-driven transport system for climbing robots, which is equipped with vacuum suction plates for movement on the wall*

nen. Mit ROBDEKON haben Sie ein Kompetenzzentrum nach Karlsruhe geholt, das sich mit der Dekontamination durch autonome und teilautonome Maschinen in solchen für Menschen nicht mehr zugänglichen Umgebungen beschäftigt. Was sind die Herausforderungen bei einem Szenario wie in Japan?“

**Jürgen Beyerer:** „Im Kraftwerk in Fukushima gab es ein erhebliches Ausmaß an Zerstörung. Die Systeme müssen dort viele Hindernisse überwinden. Sie werden das teilweise autonom tun. Sie werden aber auch an ihre Grenzen geraten. Dann muss ein Operator teleoperierend eingreifen. Dazu muss man ihm dreidimensionales Sehen ermöglichen. Wenn er mit Manipulatoren arbeitet, muss er zusätzlich haptische Rückmeldungen bekommen. Teleoperation ist mehr als nur Fernsteuerung. Vor Ort muss der Roboter handlungsfähig sein, muss Dinge manipulieren, abschalten, abdichten können. Gleichzeitig muss er so gehärtet sein, dass er Einsatzbedingungen wie radioaktiver Strahlung, Hitze und Staub standhält.“

**lookKIT:** Und er muss möglicherweise schweres Bergungsgerät steuern.

*Jürgen Beyerer ist Inhaber der Professur für Interaktive Echtzeitsysteme an der KIT-Fakultät für Informatik. Gleichzeitig ist er Leiter des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB*

*Jürgen Beyerer is Professor for Interactive Real-time Systems at the KIT Department of Informatics and Director of the Fraunhofer Institute of Optronics, System Technologies, and Image Exploitation IOSB*



FOTO: ANDREAS DROLLINGER

**Jürgen Beyerer:** „Wir wollen Baumaschinen zu Robotern für die Dekontamination umbauen. Das sind per se robuste und relativ preiswerte Maschinen. Sie werden zu Robotern erweitert, indem sie mit propriozeptiver Sensorik ausgestattet werden. So wissen die Gelenke, wo sie jeweils gerade stehen. Dann werden sie mit Wahrnehmungssensorik und der notwendigen maschinellen Intelligenz ausgestattet, damit sie navigieren und Hindernisse umgehen können. Am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) des KIT werden die Systeme dann in verschiedenen realistischen Umgebungen getestet werden.“

**lookKIT:** Bei der Videoüberwachung von öffentlichen und privaten Räumen gibt es ein großes Missbrauchspotenzial. Hier entwickeln Sie zum Schutz der Privatsphäre sogenannte Technologien auf Basis von „Privacy by Design“.

**Jürgen Beyerer:** „Wir haben beispielsweise ein Videoüberwachungssystem für eine Klinik entwickelt. Ziel war die automatische Erkennung von Notlagen bei Patienten. Natürlich wollten weder die Patienten, noch das medizinische Fachpersonal, dass sie ständig beobachtet werden. Die Lösung bestand darin, eine Art Regelwerk, eine Policy zu formulieren, die diese Wün-

sche nach Privatsphäre berücksichtigt. Die Regeln werden für die Maschine interpretierbar gemacht. In unserem Fall wurden unterschiedliche Eskalationsstufen definiert. Im Normalbetrieb werden Personengruppen anonymisiert, verfremdet oder gar ganz ausgeblendet aus den Bildern. Erst wenn das System einen Notfall erkennt, werden stufenweise die notwendigen Informationen sichtbar gemacht. Pflegepersonal und Ärzte müssen dann wissen, wo sind die Kollegen, wo liegt der Notfall vor. Man kann Privatsphäre in solchen Systemen technisch implementieren. Übrigens wurde dieses System mit dem Namen NurseEye im Rahmen des KIT Kompetenzzentrums für angewandte Sicherheitstechnologie KASTEL entwickelt.“ ■

Kontakt: juergen.beyerer@kit.edu  
 Das Interview führte Dr. Stefan Fuchs

ANZEIGE

**Theoretisch**  
 bringt Ihnen die Uni  
 alles bei.

**Praktisch**  
 lernen Sie bei uns  
 jeden Tag dazu.



Gemeinsam bringen wir die Dinge voran: Wir von der EnBW entwickeln intelligente Energieprodukte, machen unsere Städte nachhaltiger und setzen uns für den Ausbau erneuerbarer Energien ein. Und dafür benötigen wir tatkräftige Unterstützung.

Egal, ob Praxiseinsätze während des Studiums oder direkter Berufseinstieg danach – wir sind immer auf der Suche nach engagierten Talenten, die sich mit ihrem Fachwissen einbringen und zusammen mit uns die Energiezukunft gestalten. Im Gegenzug bieten wir spannende Aufgaben und vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten.

Machen Sie jetzt mit:  
[www.enbw.com/jobmarkt](http://www.enbw.com/jobmarkt)





# Die **beste** Entscheidung

## WIE KI DEM HANDEL HILFT, UMSATZ UND GEWINN ZU STEIGERN

VON NICO BRÄHLER

Wir treffen täglich hunderte, wenn nicht tausende Entscheidungen. Ob es die Wahl des Frühstücks ist oder die des Arbeitswegs, ob es Entscheidungen im privaten oder im geschäftlichen sind: die moderne, globalisierte Welt bietet mehr Wahlmöglichkeiten denn je. Die schiere Anzahl macht es uns unmöglich, für jede Entscheidung den gleichen, reflexiven und langsamen Prozess einer rationalen Entscheidungsfindung zu durchlaufen. Die Lösung? Entweder wir entscheiden aus Gewohnheit, wir vertrauen auf das Urteil anderer oder wir entwickeln Werkzeuge, die rationale Entscheidungen besser treffen können als wir – wie zum Beispiel eine Künstliche Intelligenz (KI).

Michael Feindt, Professor am Institut für Experimentelle Teilchenphysik des KIT und Gründer der Softwarefirma Blue Yonder, hat Jahre vor dem derzeitigen KI-Hype genau das getan: Das ursprüngliche Werkzeug heißt NeuroBayes und ist ein Algorithmus für die Elementarteilchenphysik. Seine Firma bietet damit in diversen Weiterentwicklungen seit 2008 optimierte Entscheidungen für den Einzelhandel an.

„Eine Supermarktkette trifft im Mittel 20 Millionen Entscheidungen pro Tag“, sagt Michael Feindt. Der Großteil davon sind Routineentscheidungen – wie viel Frischfleisch soll beim Lieferanten bestellt werden, zu welchem Preis sollen die Konserven verkauft werden? Bisher mussten Menschen diese Entscheidungen treffen. Steht ein Großevent an? Dann lieber mehr in die Regale, damit die Kundinnen und Kunden nicht enttäuscht vor dem leeren Regal stehen. Doch all diese Entscheidungen rational und optimal zu treffen, ist für Menschen fast unmöglich. Das Problem ist die Art und Weise, wie Menschen Entscheidungen treffen: entweder schnell und aus Gewohnheit oder langsam und durchdacht. „Menschen tendieren dazu, das weiß man aus der psychologischen Forschung, nicht immer alle Faktoren objektiv zu beachten“, so Feindt. Computer hingegen haben überhaupt kein Problem damit, bei einer großen Menge an Daten eine rationale Entscheidung zu treffen. Mit genügend Rechenleistung ist das auch bei 20 Millionen Entscheidungen möglich.

blueyonder

FOTO: LAILA TKOTZ



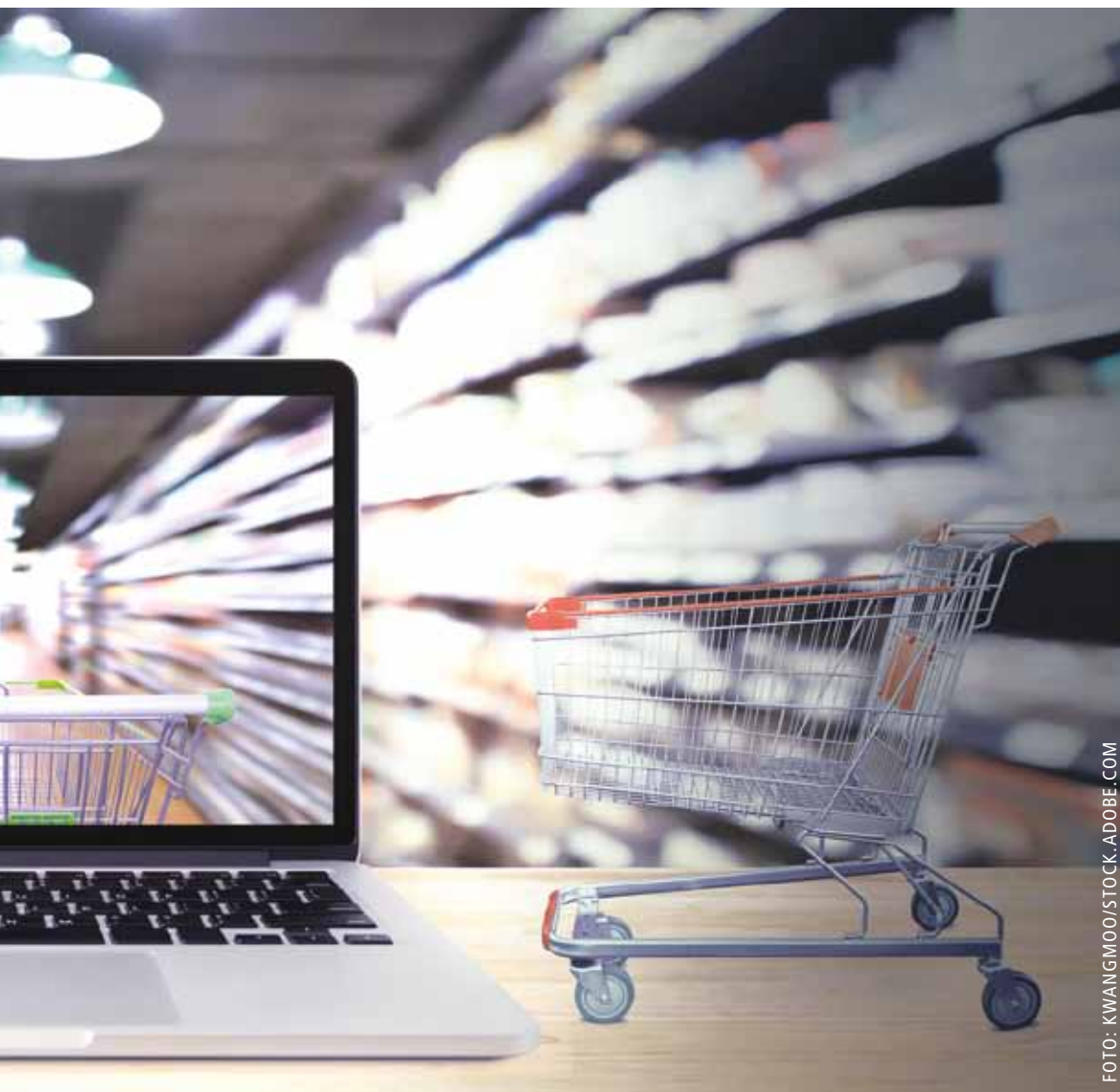


FOTO: KWANGMOO/STOCK.ADOBE.COM

grammierkenntnisse, um die gestellten Aufgaben auch praktisch zu lösen. Hinzu kommt die Fähigkeit, diese Fachkenntnisse auch in Laiensprache zu übersetzen und die Produkte zu verkaufen. „Daten sind das neue Öl, das hat mittlerweile jeder begriffen“, erklärt Feindt. Allerdings gebe es seit dem Hype auch viel Unwissen auf dem Markt, jeder versuche auf den Marketingzug aufzuspringen und seine Produkte als KI-unterstützt und datengetrieben zu verkaufen. Und das ist gerade in einer Zeit gefährlich, in der die Diskussion um das Thema KI erst so richtig beginnt. „Aus meiner Sicht sind Daten und Algorithmen eine scharfe Waffe, die können wir für das Gute und die können wir für das Schlechte einsetzen“, macht Feindt deutlich und stellt auch klar: „Wichtig ist, dass eine Diskussion geführt wird – und die findet gerade statt“. Dafür ist es aber essenziell, beide Seiten zu beleuchten. Die Diskussion nur auf das Negative zu lenken, hält er für falsch: „Wir sind Teil einer globalisierten Welt und können uns nicht isoliert betrachten“. Entwicklungen in den USA und Asien sind in vollem Gange und Datenschutzbedenken werden dort viel seltener geäußert als hier. Der Spagat zwischen rasantem technischen Fortschritt und hohen moralischen Standards ist schwer. „Am Ende des Tages kaufen eben doch

Die Software von Blue Yonder kann individuell für jeden Artikel und jede Filiale eine Wahrscheinlichkeitsverteilung prognostizieren und daraus mit einer individuellen Kosten-/Nutzenfunktion optimale Entscheidungen treffen. Das System bestellt dann vollautomatisch die voraussichtlich benötigten Waren, die letztendlich im Supermarkt landen. Sie trifft damit genauer als jeder Menschen tatsächlichen Bedarf, womit nicht nur der Gewinn steigt, sondern als positiver Nebeneffekt sowohl die Kunden eine höhere Warenverfügbarkeit vorfinden als auch weniger Lebensmittel im Müll landen.

Mit der Übernahme von Blue Yonder durch das amerikanische Supply Chain-Unternehmen (dt. Lieferkette) JDA Software ist jetzt die Idee entstanden, die selbstlernenden Prognosewerkzeuge von Blue Yonder in allen Schritten einer Lieferkette anzuwenden. Eine Lieferkette besteht nicht nur aus Lieferanten, Markt und Kunden, sondern geht wesentlich weiter zurück bis hin zu den Grundressourcen. Am Ende soll der gesamte Prozess automatisiert sein: Vom Ressourcenabbau und der



FOTO: ROBERT KNESCHKE/STOCK.ADOBE.COM



FOTO: PRIVAT

*Michael Feindt, Gründer von Blue Yonder und Professor am Institut für Experimentelle Teilchenphysik*

*Michael Feindt, founder of Blue Yonder and Professor at the Institute of Experimental Particle Physics*

Produktion bis hin zum Endkunden sollen nur die Waren erzeugt werden, die auch tatsächlich benötigt werden. Wird dann die Ware an die Tür geliefert, bevor ich sie überhaupt bestellt habe? „Ganz so schlimm ist es noch nicht“, fügt Feindt schmunzelnd hinzu, „aber das Versandhaus kann sie jetzt schon vorsorglich bereitstellen.“

In der Branche steckt eine Menge Brainpower, und die ist in der heutigen Zeit des ‚KI-Hypes‘ immer begehrt. Sogenannte Data Scientists benötigen umfassende mathematische Grundlagen – logisches und analytisches Denken – sowie Pro-

alle bei Amazon und haben ein Smartphone“, merkt Feindt an.

Was bei neuer Technik hilft, ist die Möglichkeit, dafür ein Verständnis zu entwickeln. Etwas, das gerade im Bereich der Künstlichen Intelligenz immer wieder kritisiert wird. Zum einen ist ‚Künstliche Intelligenz‘ ein unscharfer Begriff. Das Spektrum reicht von der generellen beziehungsweise starken KI, die mit Fragestellungen wie Bewusstsein verknüpft wird, bis zur schwachen KI. Schwache KI beschreibt Lösungen für klar umrissene Probleme, ist lernfähig und kann spezielle Aufgaben wesent-

lich besser als Menschen lösen. Hinzu kommt, dass viele KI-Anwendungen von einem Blackbox-Gedanken geprägt sind: Das Werkzeug lernt aus einer großen Menge an Daten, wie es eigenständig die Fragestellung immer besser bearbeiten kann. Das Ergebnis ist optimal, aber nicht einmal die Entwickler können genau nachvollziehen, wie das System arbeitet.

Bei Blue Yonder hat man gemerkt, dass aber gerade eine Erklärbarkeit wichtig ist, wenn das System angeboten wird. So sind sie vor einigen Jahren dazu übergegangen, ihre Algorithmen zu überarbeiten. Zunächst aus Eigeninteresse, um Ergebnisse besser abzusichern, haben sie die Algorithmen nachvollziehbar gemacht. Die entstandene Software lieferte dann aber sogar Ergebnisse, die der Blackbox KI ebenbürtig waren. Der positive Nebeneffekt der Erklärbarkeit führte schließlich dazu, dass 99 Prozent der Entscheidungen des Systems im Zweifelsfall nachvollzogen werden können. „Mathematisch ist das egal, aber psychologisch spielt das eine Rolle“, erläutert Feindt.

Und die psychologische Akzeptanz ist in vielen Bereichen, in denen neue datengetriebene Methoden eingesetzt werden könnten, elementar wichtig. „Meine Hoffnung ist, dass mehr Wissen und Rationalität in strategischen Entscheidungsprozessen eine Rolle spielen, als das bisher der Fall ist. Die Tendenz zu Gefühls- und Machtentscheidungen, wie sie zurzeit auch von der Politik und dem ganzen Populismus getroffen werden, findet zwar einfache Lösungen, aber sicher keine guten“, fügt Feindt noch hinzu. Er sieht außerdem großes Potenzial in der Medizin: „Ärzte leiden darunter, wie jeder Mensch, dass sie viele Entscheidungen mit ihrem schnellen Entscheidungssystem lösen. Es bleibt nicht die Zeit, um wirklich alle Kriterien zu betrachten – wie auch? Aber ein Tool, das vollautomatisch alle Akten des Patienten analysiert, Faktoren einberechnet und dem Arzt eine Wahrscheinlichkeitsverteilung vorlegt, das wäre heute schon möglich.“ Das Tool könnte als Hilfestellung für den Arzt dienen, der am Ende die Daten des Computers auswertet und die letzte Entscheidung trifft. Dabei darf natürlich der Datenschutz nicht hintenan bleiben. „Man muss generell aufpassen, dass das nicht ausgenutzt und der Datenschutz übergangen wird. Aber wenn eine gute Diskussion dazu geführt wird, dann kann das die Menschheit massiv weiterbringen“, fasst Feindt die Lage zusammen. ■

Info und Kontakt: [www.blueyonder.ai/de](http://www.blueyonder.ai/de)



FOTO: CHENPG/STOCK.ADOBE.COM

## The Best Decision

### How AI Helps Retailers Increase Sales and Profits

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

“A supermarket chain makes an average of 20 million decisions a day,” says Michael Feindt, Professor at the Institute of Experimental Particle Physics at KIT and founder of the software company Blue Yonder. The majority of these are routine decisions - how much fresh meat to order, at what price to sell the canned food. Blue Yonder offers a solution to these decisions: From experience data and current factors such as weather and day of the week, their software calculates how much of which goods must be ordered. The decisions made are therefore much more accurate than any human decision. This not only means that no customer stands in front of empty shelves. It also ensures that less is left on the shelves and therefore less has to be thrown away.

Blue Yonder was recently acquired by the American supply chain company JDA Software. The goal is to apply Blue Yonder’s idea to all steps of a supply chain. From resource reduction to production through to the end customer – in the end, it can predict what the demand will be. Will the goods then be delivered to the door before I have even ordered them? “It is not that bad yet,” Feindt smiles and adds “but the mail-order company can already make them available as a precaution.”

Certainly, there is currently kind of an ‘AI hype’. “Data is the new oil, everyone has understood that by now,” explains Feindt. Everyone wants to jump on the marketing bandwagon right now and have a data scientist in their company. Feindt makes it clear: “It is important that a discussion is held - and this discussion is currently taking place.” It is essential, however, to shed light on both sides. Michael Feindt considers it wrong to focus the discussion only on the negative: “We are part of a globalized world and cannot view ourselves in isolation. The new technology offers much potential to do good for mankind. This starts with sustainability in the supermarkets, and extends to the health sector. It is already possible today to provide physicians with a tool that analyzes the patient record, considers current factors, and finally presents a probability distribution of possible diagnoses. “You have to take care that this is not exploited and that data protection is not ignored. But if a good discussion is held about this, then it can bring humankind massive progress,” Feindt says, summing up the situation. ■

Information and contact: [www.blueyonder.ai/de](http://www.blueyonder.ai/de)



” HERAUSFORDERUNGEN,  
DIE MICH

**WEITER  
BRINGEN**

“

Ergreife die Initiative für deine Zukunft:  
Praktikum, Traineeprogramm, Karriere.

Jetzt informieren unter [karriere.dzbank.de](http://karriere.dzbank.de) und auf  
[@dzbankkarriere](https://www.facebook.com/dzbankkarriere) bei Facebook.





## NEURONALE NETZWERKE ALS ENTWICKLUNGSTREIBER BEIM AUTONOMEN FAHREN

VON GEREON WIESEHÖFER

An vielen Standorten zwischen Hamburg und München wird die Mobilität der Zukunft auf Autobahnen, Landstraßen und im Stadtverkehr erprobt, erforscht und weiterentwickelt. Und das KIT ist ganz vorne mit dabei: Johann Marius Zöllner – Professor am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) des KIT – ist Leiter des neuen Testfelds Autonomes Fahren Baden-Württemberg, das im Mai 2018 in Karlsruhe feierlich eröffnet wurde. Seine Forschungsschwerpunkte am KIT sind Technisch-Kognitive Systeme und deren Anwendung in den Bereichen Automatisiertes und Vernetztes Fahren sowie der Robotik.

Zöllner, auch Vorstand des FZI Forschungszentrum Informatik, Innovationspartner des KIT, ist gerade von einer Delegationsreise durch die USA und Kanada mit Ministerpräsident Winfried Kretschmann zurückgekehrt, bei der er auch das Silicon Valley besucht hat. Er ist international gefragter Spezialist für Autonomes Fahren und Fahrassistenzsysteme. Seine Einschätzung: „Beim Autonomem Fahren machen wir Fortschritte, von denen wir vor wenigen Jahren noch nicht zu träumen wagten.“

# Zauberwort **Deep Learning**



Die Google-Schwesterfirma Waymo darf Autos ohne Sicherheitsfahrer auf öffentlichen Straßen in Kalifornien testen

Google's sister company Waymo is allowed to test cars without drivers on public roads in California

FOTO: WIKIPEDIA COMMONS MEDIA BY GREDELKHAN



Eines der Zauberwörter, die diese Entwicklung möglich gemacht haben, heißt „Deep Learning“ – ein Teilgebiet des Maschinellen Lernens und damit der Künstlichen Intelligenz. Künstliche neuronale Netzwerke werden so optimiert, dass sie die Fähigkeit erlangen, wie ein Mensch Prognosen zu erstellen und Entscheidungen zu fällen. Denn nur so kann das autonom fahrende Auto auch in komplexen Verkehrssituationen vorausschauend und kooperativ agieren.

Ein Beispiel: Ein Auto ohne Fahrer nähert sich einer belebten Kreuzung mit Ampelbetrieb, mehreren Fahrspuren und diversen Fahrzeugen sowie Radfahrern und Fußgängern. Die Sensoren des Fahrzeugs (Kameras, Radar, LIDAR) liefern riesige Datenmengen, die nun vom Rechner des Autos in Echtzeit verarbeitet werden müssen. Dabei gilt es nicht nur, alle Strukturen richtig zu erkennen, sondern auch deren Verhalten zu prognostizieren: Ist das Objekt am Straßenrand ein Fußgänger, ein Busch oder womöglich ein Plakat? Wenn es ein Fußgänger ist: Was wird dieser als nächstes tun? Die Straße überqueren oder auf den Bus warten?



FOTO: FZI AM KIT

Früher musste eine Maschine exakt für jede Situation programmiert werden, damit sie das Richtige tut. Heute lernen die Systeme selber, indem sie mit extrem großen Datenmengen gefüttert werden und dabei eigene neue Verknüpfungen bilden. Dieses Lerntraining befähigt sie, die richtigen Entscheidungen zu treffen. „Lernende Systeme arbeiten dabei tatsächlich so ähnlich wie das menschliche Gehirn“, erklärt Zöllner. „Für das autonom fahrende Auto heißt das: Es lernt, Objekte, Personen und Verkehrssituationen zu erkennen und einen Zusammenhang zwi-

schen ihnen herzustellen. Und es lernt, die Gesamtsituation zu interpretieren: Was geschieht in der nächsten Sekunde, was in den nächsten Minuten? Mithilfe dieser Informationen wird es in die Lage versetzt, die richtige Entscheidung zu treffen. Und zwar in Echtzeit!“

Eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz Künstlicher Intelligenz in autonomen Systemen war die rasante Entwicklung der IT-Hardware: Grafikprozessoren und spezielle Prozessoren in Rechnern sind

## The Magic Word Is Deep Learning

### Neural Networks Pushing Development in Autonomous Driving

TRANSLATION: RALF FRIESE

Johann Marius Zöllner, Professor at the KIT Institute of Applied Informatics and Formal Description Methods (AIFB) and Executive Board Member of FZI Forschungszentrum Informatik (FZI Research Center for Information Technology), the innovation partner of KIT, is Head of the new “Baden-Württemberg Autonomous Driving Test Field” opened in Karlsruhe in May 2018. His research focus at KIT is technical-cognitive systems and their application to automated and interconnected driving as well as robotics. He is an internationally renowned specialist in autonomous driving and driver assistance systems. His judgment: “We are making progress in autonomous driving we wouldn’t have dreamt of just a few years ago.”

One of the magic words which made this development possible is “deep learning,” an area of machine learning and, consequently, of artificial intelligence. Artificial neural networks are optimized so as to enable them to make forecasts and decisions like a human being. After all, this is the only way in which an autonomous car can act in a foresighted and cooperative manner in complex traffic situations. Formerly, a machine had to be programmed exactly for each situation to do the right things. Today, systems are learning by themselves by being fed extremely large data volumes and, in this way, producing new associations of their own. This training by learning enables them to make the right decisions. “In this respect, learning systems indeed work much like the human brain,” explains Zöllner. One important precondition was the terrific development of IT hardware: the power of graphic processors and special processors in computers has increased many times. Meanwhile, cars driving autonomously recognize the structures of a traffic situation faster and, in some ways, even more reliably than humans do. The objective is now very near, namely to generate the perfect driving behavior out of the raw data available to the car. ■

Contact: marius.zoellner@kit.edu





FOTOS: TAF-BW/DE/MEDIA THEKI/FOTOS/



FOTO: PRIVAT

*Marius Zöllner ist Professor am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) und wissenschaftlicher Vorstand des FZI Forschungszentrum Informatik, Innovationspartner des KIT*

*Marius Zöllner is Professor at the KIT Institute of Applied Informatics and Formal Description Methods (AIFB) and Scientific Director of FZI Forschungszentrum Informatik (FZI Research Center for Information Technology), innovation partner of KIT*

*Der autonome Mini Omnibus namens Olli, präsentiert anlässlich der Auftaktveranstaltung für das Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg (TAF BW)*

*The autonomous minibus named Olli was presented at the opening ceremony of the Baden-Württemberg Autonomous Driving Test Field (TAF BW)*

*Der e.GO Mover bietet als voll-elektrischer Kleinbus bequem Platz für 15 Personen. Gleichzeitig ist seine Grundfläche nicht größer als die einer großen Limousine*

*e.GO Mover is a fully electrical minibus with sufficient space for 15 passengers. Its floor space is not larger than that of a big sedan*



heute nicht nur deutlich günstiger, stromsparender und höher integriert als früher, ihre Rechenleistung ist auch um ein Vielfaches gestiegen. Nur so kann die nötige Hardware im Fahrzeug auch genügend Platz finden, nur so lassen sich die notwendigen Algorithmen schnell genug verarbeiten und die vielen Informationen miteinander kombinieren. Inzwischen erkennen autonom fahrende Autos die Strukturen einer Verkehrssituation schneller und zum Teil sogar sicherer als der Mensch. Das Ziel, aus den Rohdaten, die dem Auto zur Verfügung stehen, das perfekte Fahrverhalten zu generieren, ist in greifbare Nähe gerückt. „Trotzdem haben wir noch einige Herausforderungen vor uns“, sagt Zöllner. „Wir müssen beispielsweise neuronale Netze besser verstehen, ihre Entscheidungen detailliert nachvollziehen können, um sie einerseits besser einsetzen zu können – beispielsweise in Kombination mit probabilistischen Methoden – und andererseits auch im Sinne eines Gesamtsystems verifizierbar und soweit wie möglich sicher zu machen. Schließlich müssen wir auch die Art, in der wir solche Systeme programmieren, validieren und anpassen.“

Rund 20 Doktoranden sind in den Forschungsgruppen von Professor Zöllner beschäftigt. Die Forscherinnen und Forscher arbeiten an mehreren Teilaspekten der Informationsverarbeitung, die für das Autonome Fahren relevant sind: an der Erkennung der Umgebung, der Interpretation von Situationen, am Treffen der richtigen Entscheidung und an der Simulation von Verkehrssituationen. Es bestehen Forschungsk Kooperationen mit den großen Autokonzernen, Zulieferern und IT-Firmen.

Zöllner geht es bei seiner Forschungsarbeit aber nicht nur darum, autonom fahrende Autos für den Individualverkehr fit zu machen: „Wir haben natürlich die Nutzung von automatisierten Fahrzeugen in unterschiedlichen Verkehrskonzepten von Ballungsräumen im Blick und möchten diese verbessern. Dazu gehören auch Logistik- und Nutzfahrzeuge und der Öffentliche Personennahverkehr, beispielsweise mit automatisierten Ridesharing-Fahrzeugen der Zukunft.“ Für ihn sind dies alles Bausteine, mit denen Mobilität in Städten automatisiert, geteilt, vernetzt und elektrisch neu aufgestellt werden kann. „Dafür bietet Karlsruhe beispielsweise mit der Profilregion Mobilitätssysteme ein hervorragendes Forschungsumfeld.“



Bei Konzepten für den ÖPNV arbeitet er beispielsweise sehr eng mit den Karlsruher Verkehrsbetrieben zusammen. Auf dem Karlsruher Testfeld für Autonomes Fahren ging kürzlich ein Projekt mit kleinen Shuttle-Bussen an den Start. Zwei bis drei dieser Busse werden zukünftig fahrerlos automatisierte Zubringerdienste zu einer Straßenbahnhaltestelle beziehungsweise zum Bahnhof übernehmen. Dabei sollen auch die Wirtschaftlichkeit und der gesellschaftliche Nutzen im Auge behalten werden. Ein anderes Projekt beschäftigt sich mit automatisiertem Car-sharing: Hier ist vorstellbar, dass über eine Handy-App ein autonomes Fahrzeug aus der Car-sharing-Flotte geordert wird und den Fahrgast – der Verkehrssituation entsprechend – auf dem schnellsten Weg zum gewünschten Ziel bringt. Ebenfalls gearbeitet wird am selbstständigen Parken; die Vision: Nachdem das Auto seinen Dienst getan hat, fährt es in das nächste Parkhaus, sucht dort einen freien Parkplatz und schließt sich automatisch an die Ladestation an – selbstverständlich alles ohne Fahrer. Dafür muss auch das Parkhaus komplett kartografiert und die notwendigen Informationen an das autonom fahrende Auto übermittelt werden.

„Die komplexen Anforderungen, mit denen wir es hier in Deutschland zu tun haben, sind nicht zu vergleichen mit den Bedingungen im Silicon Valley“, resümiert Zöllner seinen Besuch in den USA. Dort arbeitet der heutige Marktführer



FOTO: MANUEL BALZER

Beschilderung zum Testfeld in Karlsruhe  
Sign of the test field in Karlsruhe

Waymo, ursprünglich das „Google self-driving car“-Projekt, schon seit knapp zehn Jahren an fahrerlosen Autos. Erst kürzlich hat Waymo verkündet, über 60 000 Autos für seine Roboterflotte zu ordern. Die Vorteile des Standortes liegen auf der Hand: In den USA wird sehr viel mehr Geld in die Entwicklung investiert, man trifft dort auf eine sehr hohe Dichte an Start-ups, die einen Ideenaustausch auch über Unternehmensgrenzen hinweg erlaubt, und die Verkehrssituation ist meist wesentlich einfacher strukturiert als bei uns.

„Im Gegensatz zu den USA wird bei uns in Deutschland die automatisierte Mobilität als Gesamtsystem verstanden. Dadurch stehen wir natürlich vor ganz anderen Herausforderungen als die USA. Und wir wollen die Herausforderungen Schritt für Schritt im Vorfeld lösen. Dank einer Vielzahl an kleineren Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie der staatlichen Förderung sind auch wir sehr innovativ.“ Trotzdem wünscht sich Zöllner, dass auf dem Gebiet der Angewandten Künstlichen Intelligenz Industrie und öffentliche Hand enger kooperieren, gemeinsam Konzepte entwickeln und übergeordnete Programme initiieren. „Das Rad der angewandten Forschung muss mehr Schwung bekommen“, so Zöllner. „Hervorragende Studierende, Fachkräfte und das Know-how haben wir an den Universitäten und Forschungseinrichtungen. Doch wenn wir im internationalen Vergleich auf Augenhöhe mit den Mitbewerbern bleiben möchten, müssen wir diesen ‚klugen Köpfen‘ auch die passende Umgebung und ein attraktives Arbeitsumfeld bieten, sei es in der Forschung, im Forschungstransfer oder in innovativen Unternehmen. Nur so können wir das hohe Tempo mitgehen.“ ■  
Kontakt: marius.zoellner@kit.edu



FOTO: PATRICK LANGER

Setzen per Knopfdruck das erste Fahrzeug auf dem Testfeld Autonomes Fahren in Bewegung (von links): Dr. Alexander Pischon, Geschäftsführer des Karlsruher Verkehrsbundes, Frank Mentrup, Oberbürgermeister der Stadt Karlsruhe, Innenminister von Baden-Württemberg Thomas Strobl, Professor Marius Zöllner, FZI Forschungszentrum Informatik und KIT, Winfried Hermann, Minister für Verkehr Baden-Württemberg und Professor Holger Hanselka, Präsident des KIT  
By pushing the button, they set in motion the first vehicle on the Autonomous Driving Test Field (from the left): Alexander Pischon, Managing Director of the Karlsruhe Transport Association, Frank Mentrup, Mayor of the City of Karlsruhe, Thomas Strobl, Baden-Württemberg Minister for the Interior, Professor Marius Zöllner, FZI Research Center for Information Technology and KIT, Winfried Hermann, Baden-Württemberg Minister for Transport, and Professor Holger Hanselka, President of KIT



FOTOS: UNDERSTAND.AI

## ALGORITHMENTURBO FÜRS AUTONOME FAHREN

START-UP UNDERSTAND.AI BESCHLEUNIGT MASCHINELLES LERNEN VON TRAININGSDATEN

## VALIDATED ALGORITHMS FOR AUTONOMOUS DRIVING

STARTUP UNDERSTAND.AI ACCELERATES MACHINE LEARNING OF TRAINING DATA

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Es ist ein mühsames Geschäft mit den Algorithmen für das Autonome Fahren. Denn aktuell stecken hinter den Machine Learning-Algorithmen noch tausende Menschen, die feste Regeln einprogrammieren. Diese Regeln definieren beispielsweise, wie ein bestimmter Gegenstand aussieht, ob er sich bewegen kann oder feststeht. Das 2016 gegründete Start-up understand.ai mit seinen Wurzeln am KIT kombiniert Maschinelles Lernen mit menschlicher Sorgfalt und beschleunigt den Prozess so enorm.

„Damit ein Auto vollkommen selbstständig fahren kann, muss es die Umgebung um sich herum realitätsgetreu wahrnehmen“, erklärt Gründer Philip Kessler. „Wir verwenden bei understand.ai dafür Künstliche Intelligenz, die es ermöglicht, diese Kennzeichnung deutlich schneller und präziser auszuführen.“ Durch die Kombination von selbstlernenden Algorithmen und menschlicher Kontrolle werde in einem dreistufigen Qualitätsprozess sichergestellt, dass die Bild- und Video Annotationen pixelgenau mit der realen Umgebung übereinstimmen. Der Prozess des Anlernens der Algorithmen sei so weit automatisiert, dass die Annotation von Daten fast automatisch durchgeführt werde. Die erzeugten Vorschläge müsste der Mensch einfach nur noch abnicken. „Wir kombinieren das Gute von Algorithmen, beispielsweise, dass sie skalierbar und effizient sind, mit der Intelligenz und Sorgfalt des Menschen.“ Aktuell werden Trainingsdaten für selbstfahrende Autos erzeugt, später sollen auch Daten für computergestützte Chirurgie oder Drohnenbilder hinzukommen. „Wir sind schon zehnmal mal schneller und qualitativ hochwertiger als die reine manuelle Kennzeichnung“, so Philip Kessler, der am KIT Informatik studiert hat.

Im März 2018 erhielt understand.ai eine Seed-Finanzierung in Höhe von 2,8 Mio. US Dollar. Angeführt wurde die Finanzierungsrunde von LEA Partners, weitere Investoren sind Frontline Ventures, Synapse Partners und Agile Partners. Mit dem Kapital wollen understand.ai-Gründer Philip Kessler und sein Co-Gründer Marc Mengler den Ausbau des Teams sowie die Expansion in die USA vorantreiben. ■

Info: <https://understand.ai>

Kontakt: [info@understand.ai](mailto:info@understand.ai)

Algorithms for autonomous driving are a tedious business. Nevertheless, thousands of people are working on machine learning algorithms as well as programming fixed rules, such as what a certain object looks like, and whether it can move or is stationary. understand.ai, a startup established at KIT in 2016, combines machine learning with human care and significantly accelerates this process.

“For a car to drive completely autonomously, it has to accurately perceive its environment,” says founder Philip Kessler. “We at understand.ai use artificial intelligence to speed up annotation and make it more precise.” Combining self-learning algorithms and human control in a three-stage quality process ensures that image and video annotations agree with the real surroundings with pixel precision. The process of training algorithms has been automated to such an extent that annotation of data is carried out nearly automatically. Then, humans simply have to confirm the proposals thus generated. “We combine the advantages of algorithms, i.e. their scalability and efficiency, with the intelligence and care of human beings.” Currently, training data are being generated for self-driving cars. Later, data will be produced for computerized surgery or drone imaging. “We already are ten times quicker and better in quality than purely manual annotation,” says Philip Kessler, who studied computer science at KIT.

In March 2018, understand.ai was granted seed funds in the amount of USD 2.8 million by LEA Partners, Frontline Ventures, Synapse Partners, and Agile Partners. With these funds, understand.ai founder Philip Kessler and his co-founder Marc Mengler plan to extend the team and push expansion into the US. ■

Info: <https://understand.ai>

Contact: [info@understand.ai](mailto:info@understand.ai)





# exyte

SHAPE THE FUTURE! Start Now!

## Was wir mit Ihnen gemeinsam vorhaben ...

Exyte Technology GmbH sucht neue Mitarbeiter und bietet Herausforderungen, Chancen und Perspektiven.

### Das Unternehmen

Exyte Technology GmbH ist ein Tochterunternehmen der Exyte AG. Wir entwickeln und fertigen in Deutschland, China und Tschechien innovative Produkte und kundenspezifische Lösungen im Bereich der Reinraum- und Präzisionsklimatechnik. Unsere Schlüsselkunden sind führende Unternehmen der Halbleiter- und Pharmaindustrie. In Renningen entsteht mit 13.000 m<sup>2</sup> Grundfläche ein modernes Fertigungs- und Bürogebäude für bis zu 300 Mitarbeiter. Mit ca. 25.500 m<sup>2</sup> Gesamtfläche bietet das Grundstück nachhaltige Wachstumsreserven für die Zukunft.

### Was wir bieten

- Eine anspruchsvolle Position in unserem Sondermaschinen- und Anlagenbau
- Spannende Perspektiven in den Bereichen „Sales“ über „Technologie und Entwicklung“, „Produktion und Qualität“ bis hin zum „Service“
- Flexible Arbeitszeitgestaltung

### Wen wir suchen

- Leistungsorientierte, interessierte Mitarbeiter, die sich gerne der Herausforderung stellen
- Elektrotechnik-, Maschinenbau-, Wirtschafts- oder Informatikingenieure mit guten Studienergebnissen, Praxisnähe und vor allem Ambitionen
- Meister oder Techniker, die auf der Grundlage nachweisbarer Erfolge den nächsten Schritt gehen wollen

### Schlüsselqualifikationen, die für bestimmte Aufgaben hilfreich sind

#### Für Technik und Service

- Berufserfahrung, idealerweise im Bereich Klima- oder Lüftungstechnik
- Erfahrung im Programmieren von SPS Systemen, idealerweise B&R
- Gute MSR-Kenntnisse

#### Für Qualität und Produktion

- Weiterbildung und Erfahrung im Qualitätsmanagement inkl. Kenntnis der einschlägigen Normen z.B. DIN EN ISO 9001:2015
- Erfahrung in der Anwendung von Lean-Prinzipien zur Optimierung von Prozessen
- Kenntnisse in der Produktionslogistik

#### Wir erwarten

- Belastbarkeit und Flexibilität
- Englisch in Wort und Schrift
- Gute Kenntnisse in MS-Office-Anwendungen

### Wir freuen uns auf Sie

Bitte senden Sie Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen an:

#### Exyte Technology GmbH

Frau Anna Flecken  
Lotterbergstr.30, 70499 Stuttgart  
Phone +49 711 8804-2890  
E-Mail: [anna.flecken2@exyte.net](mailto:anna.flecken2@exyte.net)

Für mehr Informationen:



[www.exyte-technology.net](http://www.exyte-technology.net)



# Vorbild Gehirn

Lernende Systeme sind der Schlüssel für neue Fortschritte im Bereich der Künstlichen Intelligenz. Und sie sorgen gerne für Schlagzeilen, zum Beispiel, wenn ein solcher „Supercomputer“ einmal wieder den besten Go-Spieler der Welt besiegt hat. Doch das Maschinelle Lernen stößt noch immer auf hohe Hürden. Wissenschaftler des Instituts für Anthropomatik und Robotik (IAR) schauen, wie Menschen es machen und wollen Systeme entwickeln, die inkrementell, interaktiv und lebenslang lernen. Den gesellschaftlichen Nutzen ihrer Forschung haben sie dabei stets im Blick.

Big Data sowie gigantische Rechner- und Speicherkapazitäten treiben die Weiterentwicklung lernender Systeme, vor allem künstlicher neuronaler Netze, seit einigen Jahren massiv voran. Das Maschinelle Lernen gilt regelbasierten Systemen, die nur für einen bestimmten Vorgang programmiert werden können, längst als überlegen. Denn selbstlernende Systeme sind schon heute in der Lage aus Beispielen allgemeine Muster und Gesetzmäßigkeiten abzuleiten und ihr „Handeln“ innerhalb eines festen Aufgabenbereichs selbst zu steuern. Immer mehr Tätigkeiten können so automatisiert werden. „Aber trotz rasanter Fortschritte im letzten Jahrzehnt stoßen diese Systeme noch immer an Grenzen“, berichtet Professor Alexander Waibel. Der Leiter des IAR gehört auf dem Gebiet des Maschinellen Lernens und maschineller Spracherkennungsprogramme zu den Pionieren. Seit den 80er Jahren befasst er sich mit lernenden Algorithmen und stellt heute fest: „Auch in absehbarer Zeit wird noch kein Roboter einen Klempner oder eine Krankenschwester ersetzen können.“

Denn herkömmliche lernende Systeme können nicht „organisch“ lernen. Sie erwerben ihr Wis-

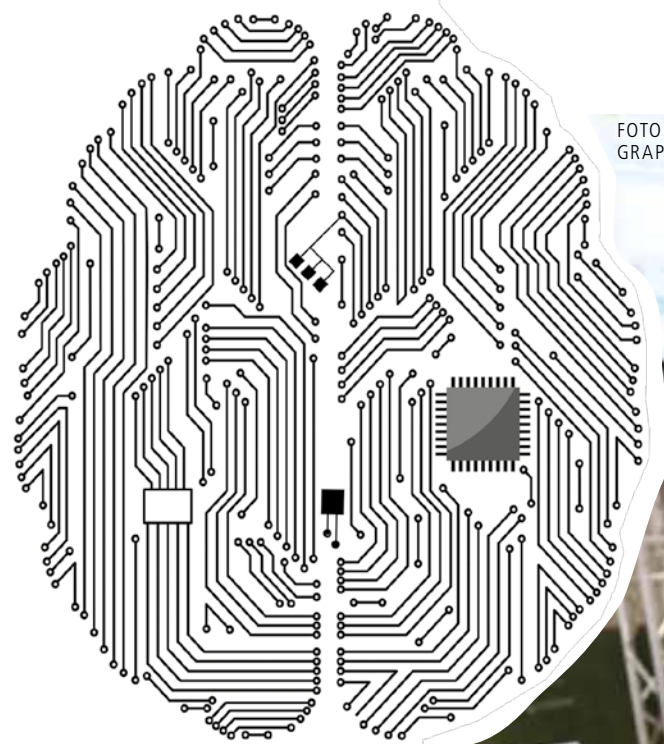


FOTO LINKS: SEAMARTINI  
GRAPHICS/FOTOLIA

**PROFESSOR  
ALEXANDER WAIBEL  
WILL LERNENDE  
SYSTEME AUF  
DIE NÄCHSTE  
STUFE HEBEN**

VON JUTTA WITTE





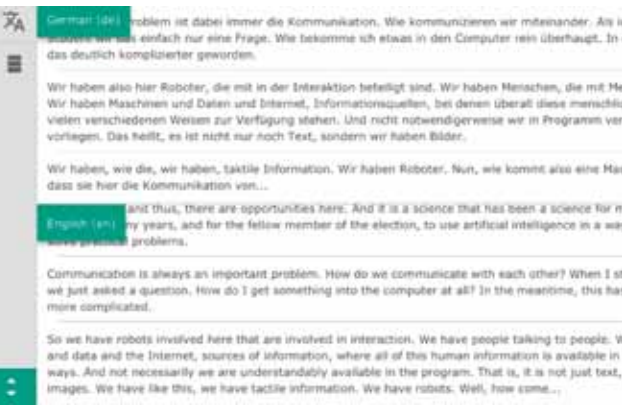


FOTOS: SANDRA GÖTTISHEIM

sen auf der Basis starrer Anwendungsszenarien, können in der Regel nur die Aufgaben lösen, für die Programmierer sie mit Hilfe großer Mengen an Trainingsdaten spezialisieren, und sind nicht in der Lage das Gelernte zu artikulieren, auf andere Kontexte zu übertragen, zu reflektieren oder zu interagieren. Es sei möglich, einen Schach-Computer oder auch einen Go-Computer mithilfe von Lernalgorithmen auf Weltmeisterschaftsniveau zu bringen. Jedoch könne sich derzeit ein Schach-Computer nicht selber beibringen, zusätzlich Go zu spielen, ohne von Entwicklern komplett neu umgebaut und umtrainiert zu werden, so Waibel. Gebraucht werden nach Waibels Überzeugung also Systeme, die sich am menschlichen Lernen orientieren und damit nicht veralten, wenn sich die Welt um sie herum ändert. Das heißt, sie müssen sich wechselnden Aufgaben anpassen und Transferleistungen erbringen können sowie zu Teamwork fähig sein, ohne dass sie sich in jeder neuen Situation wieder alles von vorne aneignen müssen.

„Wir wollen keine Maschinen, die Wegwerfwissen generieren, sondern die auf Gelerntem aufbauen und Gelerntes ausbauen können“, erklärt der Informatiker. In einem Projektverbund unter Federführung der am IAR angesiedelten Forschungsgruppe Interactive Systems Lab (ISL) plant Alexander Waibel allgemeine Methoden des Maschinellen organischen Lernens erforschen, diese dann in den Bereichen Sprachverarbeitung und Robotik anwendungsbezogen weiterzuentwickeln und schließlich in einem robotischen Gesamtsystem zusammenzuführen.

Dieses System soll mit weniger Daten auskommen, effizienter arbeiten und insgesamt die Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz verbessern. Mit Blick auf spätere Anwendungen sieht der



Blick auf den Bildschirm: In Echtzeit werden die deutschen Texte ins Englische übersetzt

View of the screen: German texts are translated into English in real time

Alexander Waibel  
is Professor of  
Computer Science at  
KIT and at Carnegie  
Mellon University,  
Pittsburgh

Alexander Waibel  
ist Professor für  
Informatik am KIT  
und an der Carnegie  
Mellon Universität in  
Pittsburgh



FOTO: PRIVAT

Wissenschaftler vielfältige Potenziale und dies nicht nur in der Produktion und Logistik, sondern auch im Gesundheitswesen oder Dienstleistungssektor. „Wir wollen Grundlagenforschung an den Bedürfnissen der Gesellschaft orientieren.“ Diese Motivation treibt Waibel an seit er vor fast 40 Jahren sein Elektrotechnik- und Informatikstudium begonnen und sich schließlich auf Technologien fokussiert hat, welche die globale Kommunikation und das Verständnis der Kulturen untereinander unterstützen. Dass lernende Systeme irgendwann den Menschen ersetzen sollen, hält er für unethisch und unrealistisch, sie aber als Hilfswerkzeug mit „super human skills“ zu nutzen, für unausweichlich.

Welche Anwendungen auch im humanitären Bereich künftig möglich sein können, zeigt ein Blick auf die neue Generation von Sprachübersetzungssystemen, an denen das IAR-Team gerade forscht. In diesem Bereich verfügen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des IAR über eine große Expertise: Der von Alexander Waibel entwickelte Lecture Translator wird seit 2012 regelmäßig im Vorlesungsbetrieb des KIT eingesetzt, ist in vier Hörsälen fest installiert und kann auch als mobiles System eingesetzt



werden. Auch im Europäischen Parlament wurde der digitale Übersetzer inzwischen schon zweimal getestet.

Nun arbeiten die Expertinnen und Experten daran, ein tragbares, sicheres, erweiterbares und cross-linguales Kommunikationsgerät zu entwickeln, das smartphonebasiert einen echten Dialog zwischen traumatisierten Flüchtlingen aus dem arabischsprachigen Raum und deutschsprachigen Therapeuten möglich machen soll. Bislang scheitert dieser an zu hohen Sprachbarrieren. Niedergelassene Therapeuten sind auf professionelle Übersetzer angewiesen, die in der Regel aber keine klinischen Erfahrungen haben, und durch ihr Mithören auch die Privatsphäre des Patienten verletzen würden. Häufige Ortswechsel erschweren Flüchtlingen zusätzlich einen nachhaltigen Kontakt zum Therapeuten. „Sprachliche und kulturelle Unterschiede können so nicht nur zu Missverständnissen, sondern im schlimmsten Fall auch zu Fehldiagnosen führen“, erklärt Waibel.

In einer Kooperation des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit in Mannheim (ZI), mit dem IAR und dem Institut für Sport und Sportwissenschaft (IfSS) des KIT kommen erstmals neue Erkenntnisse in der Psychologie und Psychiatrie mit den enormen Fortschritten der cross-lingualen Kommunikation zusammen. Ausgehend von einem Prototypen für den schnellen Einsatz in größeren Kliniken mit eigener Infrastruktur soll ein vom Internet unabhängiges Gerät entwickelt und kontinuierlich optimiert werden, dessen Funktionen am Ende auch als Smartphone-App zur Verfügung stehen. Im Rahmen einer nationalen klinischen Studie mit Flüchtlingen, deren Muttersprache Arabisch ist und die in einer Erstaufnahmestelle registriert sind, soll das neue Übersetzungssystem dann evaluiert werden. Für Waibel und sein Team ist es ein weiterer Meilenstein auf dem Weg zu lernenden Algorithmen, die nicht nur Kommunikation ermöglichen, sondern auch globale Sprachbarrieren überwinden können. ■

Kontakt: alexander.waibel@kit.edu

## The Brain as a Model

### Professor Alexander Waibel Wants to Take Learning Systems to the Next Level

TRANSLATION: PATRIZIA PASQUAZI

Big data, along with gigantic computing and storage capacities, for several years now have been giving a massive boost to the development of learning systems and to artificial neural networks, in particular. Machine learning has long been deemed superior to rule-based systems, which can only be programmed for a specific process, because self-learning systems are already capable of deriving general patterns and regularities from examples, and controlling their own “actions” within a fixed range of tasks. Professor Alexander Waibel, Director of the Institute for Anthropomatics and Robotics (IAR) is among the pioneers in machine learning. Since the 1980s, he has been dealing with learning algorithms, and in his opinion no robot will be able to replace a plumber or a nurse in the foreseeable future. Waibel believes that systems are needed which are guided by human learning and do not become obsolete when the world around them changes. This means that they need to adapt to changing tasks and to be able to build on and integrate previously learned knowledge, i.e. perform transfer learning. As part of a project network under the direction of the Interactive Systems Lab (ISL) research group based at IAR, Alexander Waibel is aiming to research general methods of organic machine learning, developing them further in the fields of language processing and robotics in various applications, and bringing them together in an overall robotic system.

A look at the new generation of language translation systems which the IAR team is currently researching also shows which applications may be possible in the humanitarian field in the future. The Lecture Translator developed by Alexander Waibel has been used regularly in lectures at KIT since 2012. Experts are now working on developing a portable, secure, expandable, and cross-lingual communication device which, using a smartphone, will enable traumatized refugees from the Arabic-speaking world to communicate with German-speaking therapists. Coordinated by the Central Institute of Mental Health in Mannheim (ZI), which apart from the IAR also comprises the Institute of Sports and Sports Science (IfSS) of KIT, new insights in psychology and psychiatry are coming together with the enormous progress in cross-lingual communication for the first time. ■

Contact: alexander.waibel@kit.edu

*Simultanübersetzung  
in der Vorlesung*

*Simultaneous translation  
of the lecture*



*Digitale Übersetzungssysteme sollen in Zukunft auch  
die Übersetzungshilfen in Werkstätten ersetzen*

*In future, digital translation systems are to replace  
translation aids at workshops*





## TAKE THE NEXT STEP TOWARDS MANAGEMENT: MBA @FS

Most convenient MBA consulting approaches  
Pick & choose: From a working-lunch to coffee-chats or  
after-work drinks - meet us in Karlsruhe at a date and  
time convenient for you!

Tel: +49 69 154008-203 | Email: [emba@fs.de](mailto:emba@fs.de)  
Info & Applications: [www.fs.de/mba](http://www.fs.de/mba)



KIT  
Karlsruher Institut für Technologie

Perfekt ausgestattet  
mit der Campus-Kollektion



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



# „The Most Difficult Thing Was to Find the First Clients“

KIT'S SPINOFF ARTIMINDS ROBOTICS GMBH BRIDGES THE GAP BETWEEN

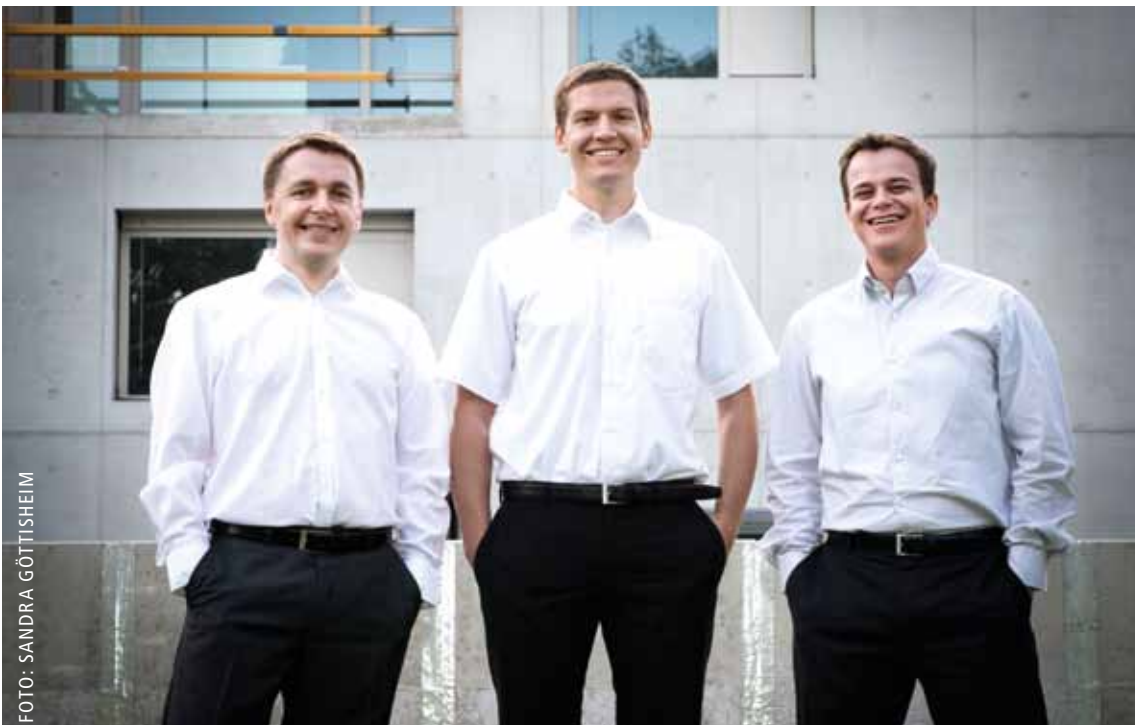
As students and employees of KIT's Institute for Anthropomatics with Professor Rüdiger Dillmann, Sven R. Schmidt-Rohr, Rainer Jäkel, and Gerhard Dirschl focused on intuitive programming of robots. Subsequently, their spinoff, ArtiMinds Robotics GmbH, has been riding a wave of success since the trio established it five years ago. The founders received several renowned prizes for their innovative ideas, such as the CyberChampions Award of the Cyberforum, a network of entrepreneurs

*Erfolgreiche Gründer: Gerhard Dirschl, Dr. Rainer Jäkel, Dr. Sven R. Schmidt-Rohr (v.l.)*

*Successful founders: Gerhard Dirschl, Dr. Rainer Jäkel, Dr. Sven R. Schmidt-Rohr (from the left)*

in Karlsruhe, and the Digital Star Award of the news magazine Focus. In this interview, ArtiMinds Managing Director Sven Schmidt-Rohr tells lookKIT author Ekart Kinkel how a good idea is turned into a running enterprise and how he and his fellow founders got out of their startup's chicken-or-egg situation.

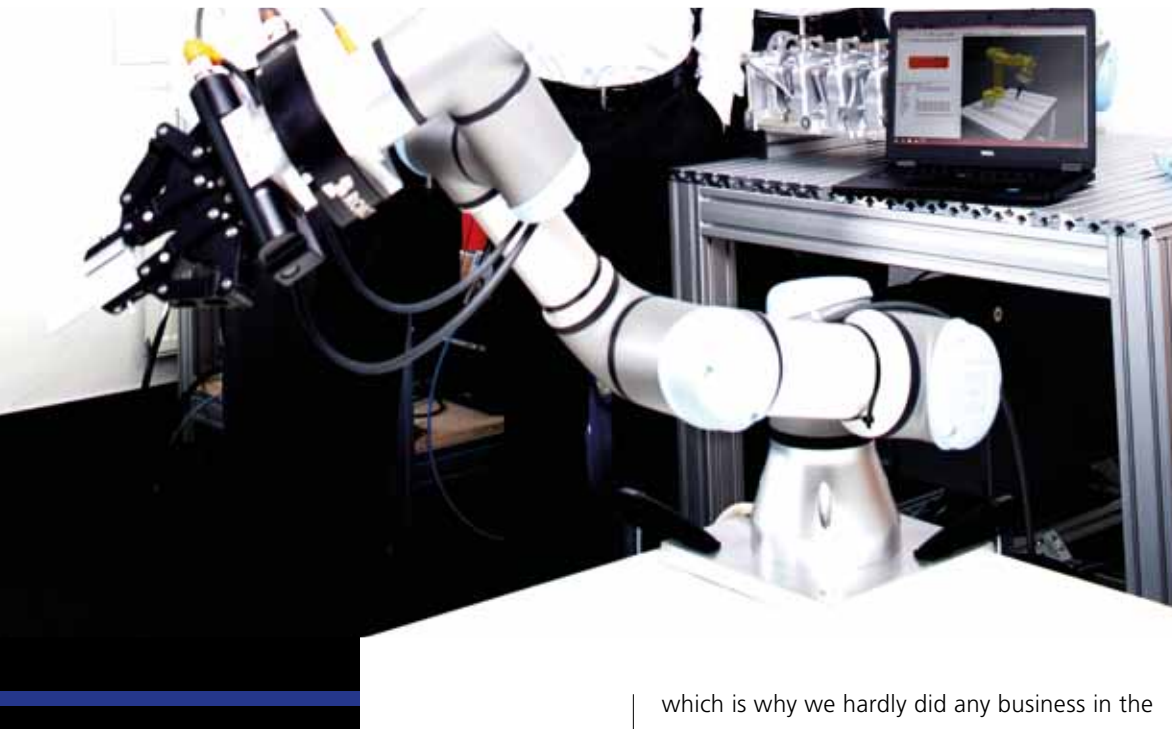
lookKIT: Since its establishment, ArtiMinds has grown continuously. Meanwhile, your company already has 65 employees and you just rented additional office space in the Karlsruhe Technology Park to set the course for further expansion. Still, you said that you will wait for another five years before you will make a statement as to whether your company has successfully as-







## LATEST TECHNOLOGY AND INDUSTRIAL ROBOT TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER



serted its position on the market. Is this realism or pessimism?

**Sven Schmidt-Rohr:** "Business at our company is certainly running much better than at other companies. But at the time our company was established, I said that I will make a resume after ten years at the earliest. Only after such a long time is it possible in our industry to say whether a startup has established itself on the market or is merely drifting along. Economic success is achieved only if you have reached a certain minimum size."

**lookKIT:** Are you satisfied with your company's development so far?

**Sven Schmidt-Rohr:** "This depends. Making our product mature took longer than planned,

which is why we hardly did any business in the first two years. Since our market entry, however, things have proceeded faster than expected and, at the moment, we are even exceeding our initial prognoses. The most difficult thing in our industry certainly is to win the first clients. This is a question of trust. Most companies only want to buy something that has already been tested. This is a chicken-egg problem most startups in the Industry 4.0 segment have to cope with. Unfortunately, quite a few startups turn out to be flops on the market and cannot fulfill their own promises. We, however, have overcome this phase. If we were permitted to publish our references, many people would be surprised. Among our clients are big names from Germany and the US as well as some medium-sized hidden champions. If you present this list to clients, products can be sold much easier. Here, the problem is confidentiality!"

**lookKIT:** What was the door opener for ArtiMinds' entry on the market?

**Sven Schmidt-Rohr:** "At that time, collaboration with Siemens was very helpful. And after some time, we just reached a critical mass of clients. But we knew from the very beginning what the market needs, and our product description today is about the same as that in our first proposal for an Exist Startup Grant."

**lookKIT:** The software of ArtiMinds helps use industry robots with a relatively small programming expenditure and an intuitive operation that is far more flexible than before. In spite of the complex algorithms, this does not sound complicated. Why did it take so long to get industry interested in this idea?

**Sven Schmidt-Rohr:** "Very many things in industry depend on emotions. In the very beginning, we had no one with very close contacts to industry. And sometimes, the industry's problems in responding to new ideas are just irrational."

**lookKIT:** Is German industry missing opportunities by its reluctant introduction of digital applications?

**Sven Schmidt-Rohr:** "Definitely yes. In my opinion, production all over the world has not yet adequately addressed the topic of software. Software can be run in entirely different ways and often is developed in an iterative process. In hardware development, the focus is on perfection right from the start. In software development, by contrast, smaller errors can hardly be prevented. But these errors can be eliminated quickly by an update via the network. This culture has not yet spread widely in industry. But



FOTO: SANDRA GÖTTISHEIM

## „Das Schwierigste waren die ersten Kunden“

### Ausgründung ArtiMinds Robotics schlägt die Brücke zwischen aktuellster Technologie und industrieller Roboteranwendung

Schon als Studenten und Mitarbeiter am Institut für Anthropomatik und Robotik des KIT bei Professor Rüdiger Dillmann haben sich die drei Gründer Sven R. Schmidt-Rohr, Rainer Jäkel und Gerhard Dirschl mit der intuitiven Programmierung von Robotern beschäftigt. Seit der Unternehmensgründung vor fünf Jahren schwimmt das Start-up ArtiMinds Robotics GmbH auf einer regelrechten Erfolgswelle und für seine innovativen Ideen hat das Gründertrio schon etliche renommierte Preise wie den Cyber-Champions Award des Karlsruher Unternehmernetzwerks Cyberforum erhalten. Dennoch sagt ArtiMinds-Geschäftsführer Sven Schmidt-Rohr im lookKIT-Interview, dass er frühestens nach zehn Jahren ein ernsthaftes Resümee ziehen werde. Erst nach dieser Zeit könne man in dieser Branche sagen, ob sich ein Start-up am Markt etabliert habe. Richtig geschafft habe man es aus wirtschaftlicher Sicht erst ab einer gewissen Mindestgröße. Aktuell hat die ArtiMinds Robotics GmbH 65 Beschäftigte.

Der schwierigste Punkt in der Branche sei sicherlich das Gewinnen der ersten Kunden, so Schmidt-Rohr weiter. Das sei eine echte Vertrauensfrage und ein Henne-Ei-Problem, mit dem die meisten Start-ups im Bereich der Industrie 4.0 zu kämpfen hätten.

Trotz vieler Ausgründungen und anderer Anstrengungen der Unternehmen warnt der Alumnus des KIT auch davor, dass das Thema Software weltweit in der Produktion noch nicht richtig angenommen sei. Software werde ganz anders betrieben und oft fließend entwickelt. Bei der Hardware stehe von Anfang an die Perfektion im Vordergrund. Bei der Software könne man dagegen kleinere Fehler kaum vermeiden, diese aber durch ein Update übers Netz wieder beseitigen. Noch sei diese Entwicklungskultur in der Industrie nicht weit verbreitet. Aber weil Software einen immer höheren Anteil an der Wertschöpfungskette einnehme, würden Firmen, die dieses Prinzip verinnerlichten, in einer zunehmend digitalisierten Produktion über kurz oder lang einen Wettbewerbsvorteil haben. ■

Info und Kontakt: [www.artiminds.com](http://www.artiminds.com)

software has a constantly increasing share in the chain of values added. Consequently, companies will adopt this principle and will have an advantage in competition in an increasingly digitized production sector over a short or longer term.”

**lookKIT:** Before you became entrepreneurs, you and the other two ArtiMinds founders already worked on the development of smart robots at KIT's Institute for Anthropomatics and Robotics. There, software developers and robot designers have always cooperated closely. Does this interdisciplinary approach still come off badly in industry?

**Sven Schmidt-Rohr:** “Yes. Our company was established by three computer scientists. This was okay in the beginning, but then we had to rethink. As we wanted to penetrate production in all its depth, we established a department with electrical and mechatronics engineers. Now, our structure is much more interdisciplinary in character. Most of our clients, however, will have to think in the other direction and to pay more attention to IT in the future. Actually, production industry as a whole should have more balance between engineering sciences and IT.”

**lookKIT:** And how long will such a structural change take in your opinion?

**Sven Schmidt-Rohr:** “That is difficult to say. Some will change quickly and be successful. Others will not be that quick, yet survive. And the remaining third will presumably die.”

**lookKIT:** Baden-Württemberg is one of the most important locations for classical mechanical engineering. But the automotive industry in particular is being accused of hanging on to the status quo. Do we lack the courage for trend-setting innovations?

**Sven Schmidt-Rohr:** “In our experience, this is not a local problem. Meanwhile, we have clients in 18 countries and everywhere, the search for competent partners is equally difficult. This phenomenon probably has to do more with the industry rather than with geography. In the US, the mindsets of people from industrial production and people from IT in Silicon Valley differ

even more significantly than in Germany. And also in Asia, attention is paid to operational safety first of all. A halt in production is a catastrophe for many companies. Consequently, people are rather sceptical of innovations. But once you have broken the first wall, you will expand quickly.”

**lookKIT:** And with which products will ArtiMinds break this wall in the future?

**Sven Schmidt-Rohr:** “We are constantly working on expanding our product range and still have to do much developmental work to support new cameras and grippers. Our main product, the Robot Programming Suite (RPS), is designed mainly for the commissioning of machines. During the operation of a robot, however, modifications might be needed as well. The workpieces delivered might vary slightly or the floor cover-



ing in the production hall might have changed. Operating robots that can see and feel is rather tricky. For this, we will need tools, such as our new software Learning & Analytics for Robots (LAR). For the central analysis function, we use a database, in which all working steps and movements are stored. In case of anomalies, e.g. when drilling a hole, the software automatically proposes optimization options to the engineers. Much more artificial intelligence is used in this case, than in our previous products."

**lookKIT: What about the general state of the artificial intelligence sector in Karlsruhe? The Digital Hub Initiative of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) honored Karlsruhe as**

**de:hub for applied artificial intelligence. Did this give science and industry here an additional boost?**

**Sven Schmidt-Rohr:** "Definitely, yes. But other locations also are pushing forward and Karlsruhe has to take care that it does not fall behind in the competition for the best minds. Karlsruhe still is far ahead in terms of applications. Cooperation between startups and the KIT is very good and thanks to the many students, there are all sorts of trained and qualified people."

**lookKIT: Are you afraid to lose your innovative capability in the treadmill of growth and profitability?**

**Sven Schmidt-Rohr:** "This is a question of organization. And that is why the company's

strengths have to be strengthened and deficiencies have to be eliminated while an enterprise is growing. This is the art of entrepreneurship. Within the first five years, only few companies manage to develop another completely new product, as we did it with LAR. I do not see any relevant competitors among the companies that are on the market already. But a new startup pursuing a fantastic new approach may always emerge. And such an enterprise can raise the pressure in the segment. Smart robots certainly will remain our core business. But they will change considerably in future and we will have to stay innovative. Otherwise, even ArtiMinds would not survive." ■

Information and contact: [www.artiminds.com](http://www.artiminds.com)

ANZEIGE

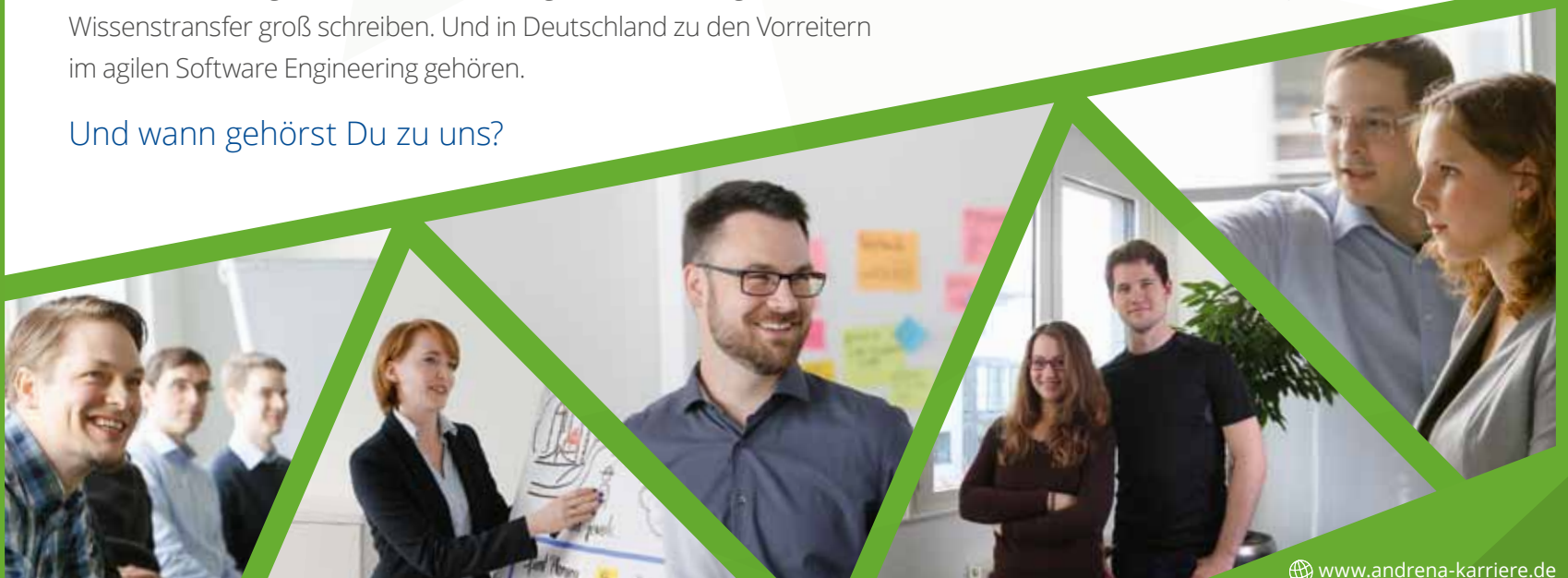
## Du entwickelst es. Du planst es.

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

Im Jahr Zwei zertifizierst Du dich beispielsweise als Professional Scrum Master. Begleitet wirst du von Kolleginnen und Kollegen, die Wissenstransfer groß schreiben. Und in Deutschland zu den Vorreitern im agilen Software Engineering gehören.

Und wann gehörst Du zu uns?

**andrena**  
OBJECTS





COLLAGE: JULIA EICHBERGER

## APPS NUTZEN UND PRIVAT BLEIBEN, GEHT DAS? IS IT POSSIBLE TO USE APPS AND MAINTAIN PRIVACY?



FOTO: PRIVAT

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER // TRANSLATION: RALF FRIESE

Ob Wetter, Sudoku oder Fitness: Bei der Installation von Apps auf dem Smartphone werden oft eine Reihe von Berechtigungen verlangt, die Zugriff auf private Smartphone-Daten wie das Adressbuch fordern, obwohl dies für die Funktionalität nicht notwendig ist. Oder die Apps enthalten Werbung oder Tracking-Funktionen, die das Nutzungsverhalten analysieren.

„Besonders kritisch wird es, wenn die geforderten Berechtigungen nicht einzeln verweigert werden können, wie bei den Vorgängerversionen von Android 6.0“, sagt Melanie Volkamer, Professorin am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren des KIT. „In dem Fall muss die App entweder mit allen geforderten Berechtigungen installiert werden oder sie kann gar nicht installiert werden.“

Hier setzen die Privacy Friendly Apps für Android-Geräte an, in denen nur die für die Kernfunktion absolut notwendigen Berechtigungen angefordert werden und nicht das Nutzungsverhalten des Users analysiert wird. Auch Werbung wird keine angezeigt. Ein weiterer großer Vorteil: Den öffentlichen Quellcode jeder Privacy Friendly App können User auf der Softwareentwickler-Plattform GitHub einsehen. So kann nachvollzogen werden, dass die App die beschriebenen Eigenschaften einhalten. Die Idee ist, die Privacy Friendly Apps als Marke zu etablieren, der man hinsichtlich Privacy vertrauen kann, wodurch die Entscheidung zur Installation einer dieser Apps vereinfacht wird.

Die Apps wurden von Studierenden im Rahmen von Praktika entwickelt (bis März 2018 an der TU Darmstadt und seit April 2018 am KIT) und können kostenlos aus dem Google Play Store sowie von F-Droid heruntergeladen werden. „Wir haben inzwischen rund 25 Apps entwickelt, von Spielen über Gesundheits-Apps zu nützlichen Tools wie ToDo-Apps“, sagt Melanie Volkamer. In diesem Wintersemester werden im Rahmen des KASTEL Praktikums weitere Apps entstehen. ■

Kontakt: [melanie.volkamer@kit.edu](mailto:melanie.volkamer@kit.edu)

Info unter: <https://secuso.aifb.kit.edu/105.php>

Whether the app is for weather, Sudoku, or fitness, when it is installed on a smartphone, a number of authentications are often required. These may ask for access to private smartphone data, such as the list of addresses, even if this is not necessary for the app's functionality. Or, the apps contain advertising or tracking functions that analyze the user's behavior.

“Things become particularly critical when the authentications requested cannot be refused individually, as in the predecessor versions of Android 6.0,” says Melanie Volkamer, Professor at the KIT Institute of Applied Informatics and Formal Description Methods. “In that case, the app must be installed either with all the authentications demanded, or it cannot be installed at all.”

This is where privacy friendly apps for Android units come into play in which only the authentications absolutely necessary for core functionality are demanded, while user behavior is not analyzed. Nor is advertising indicated. Another major advantage: The public source code of every privacy friendly app can be seen by users on the GitHub software development platform. In this way, it is possible to confirm that the apps stick to the properties as outlined. The idea is to establish Privacy Friendly Apps as a brand to be trusted with respect to privacy, which simplifies the decision to install one of these apps.

The apps were developed by students within the framework of practical learning phases (at the Darmstadt Technical University until March 2018 and at KIT since April 2018) and can be downloaded free of charge from the Google Play Store and F-Droid. “We have meanwhile developed some 25 apps, from games to health apps to useful tools, such as ToDo apps,” says Melanie Volkamer. More apps will be produced this winter term within the framework of the KASTEL practical learning phase. ■

Contact: [melanie.volkamer@kit.edu](mailto:melanie.volkamer@kit.edu)

Information to be found under: <https://secuso.aifb.kit.edu/105.php>



Hochschule München  
Studieren neben dem Beruf

Start: Oktober 2019

**Berufsbegleitend & praxisnah** – profitieren Sie vom direkten Austausch mit forschungsstarken ProfessorInnen und anderen berufstätigen Studierenden!

**Masterstudiengang**  
Ingenieurakustik

**Hochschulzertifikate**  
Bahntechnik (2 Semester)  
Technische/r Redakteur/in (1 Semester)

und viele mehr.

Erfahren Sie mehr:  
[www.hm.edu/weiterbildung](http://www.hm.edu/weiterbildung)

Weiterbildungszentrum



ifh<sup>w</sup>

Innovationsfabrik  
Heilbronn

COWORKING-PLÄTZE

SCHON AB 98€\*

**EINZIGARTIGES AMBIENTE –  
AUCH FÜR EUER STARTUP!**

Ideal für die ersten Schritte ins Business mit **Büros für Startups** und **Coworking-Plätzen**, zentralem **Service-Point** und Postadresse! Weitere Infos zu unseren Räumlichkeiten und Veranstaltungen unter [www.innovationsfabrik.de](http://www.innovationsfabrik.de) und auf Facebook.

Innovationsfabrik Heilbronn (IFH)  
Weipertstr. 8-10 | 74076 Heilbronn

\* monatlich (zzgl. USt.) bzw. ab 980€ (zzgl. USt.) bei Jahresbuchung.

Bistrobereich

Chillzone mit Ideenboard

## ZEHN JAHRE GAMI IN CHINA

Das Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI), Außenstelle des wbk Instituts für Produktionstechnik des KIT im chinesischen Suzhou, setzt seit 2008 angewandte Forschungs- und Industrieprojekte um und bietet Aus- und Weiterbildungsprogramme sowie ein Studierenden-austauschprogramm an. Der Fokus liegt dabei auf Themen wie Produktionseffizienz, Qualitätsmanagement und Industrie 4.0. Bei der Jubiläumsfeier am 8. November 2018 eröffnete das GAMI außerdem die Artificial Intelligence Innovation Factory. Hier erforscht es zusammen mit deutschen und chinesischen Unternehmen und Start-ups Anwendungen Künstlicher Intelligenz (KI) in der Produktion wie kollaborative Robotik, Cloud-Anwendungen oder Virtual Reality-Assistenzsysteme. Zudem soll die Forschungsplattform als Schulungsumgebung dienen, in der Studierende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Industriepartner die erforderlichen Kompetenzen zur Implementierung von KI-Technologien vermittelt bekommen.

Kontakt: [Arndt.Tobias@silu.asia](mailto:Arndt.Tobias@silu.asia)

Info: [www.wbk.kit.edu/gami.php](http://www.wbk.kit.edu/gami.php); [www.gami.asia](http://www.gami.asia)



FOTO: MARKUS BREIG

## NEUER HOCHLEISTUNGS- RECHNER

Der Supercomputer des KIT wird bis 2021 durch einen leistungsfähigeren Nachfolger ersetzt. Dafür stehen 15 Millionen Euro bereit. Das hat die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz im Juni in Berlin beschlossen. Spitzenforschung produziert eine Unmenge von Daten, nutzt immer komplexere Simulationsmodelle und braucht deshalb höchste Rechenleistung sowie schnelle Datenspeicher. Mehrere Billionen Rechenoperationen pro Sekunde und ein Speichersystem, das im Sekundentakt den Inhalt von 20 DVDs aufnehmen kann, soll der neue Supercomputer deshalb bieten. Aufgrund von Nutzerbefragungen geht man beim Steinbuch Centre for Computing, das den Rechner betreibt, mit einer Verdopplung bis Verdreifachung des Bedarfs an Rechenleistung in den nächsten Jahren aus. Das neue System soll 2021 vollständig betriebsbereit sein.

## DATENANALYSE FÜR DIE MEDIZIN

Bei der Erforschung, Diagnose und Behandlung von Krankheiten entstehen Unmengen von Daten. Diese systematisch zu durchkämmen, kann neues Wissen für die Diagnose und Therapie von Leiden wie Krebs schaffen. Darin wollen das KIT, das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) und die Universität Heidelberg nun gemeinsam junge Forscherinnen und Forscher ausbilden, die an der Schnittstelle von Gesundheitsforschung, Lebens- und Datenwissenschaften arbeiten. An der neu gegründeten Helmholtz Information & Data Science School for Health (HIDSS4Health) soll ein gemeinsames Promotionsprogramm der drei Kooperationspartner eingerichtet werden. Zwölf Millionen Euro stehen dafür bereit.

Kontakt: [ralf.mikut@kit.edu](mailto:ralf.mikut@kit.edu)



FOTO: MARKUS BREIG



## NEW MASTER'S PROGRAM

The HECTOR School of Engineering and Management – the Technology Business School of the KIT – offers a new master program “Information Systems Engineering and Management.” In the program, IT specialists as well as line of business representatives with business or engineering background will be enabled to advance internal and external digitalisation and to assume leadership functions, especially in the field of digital transformation of products, services, processes, and organizations. The two elective subjects “Digital Services” and “Autonomous Robotics” focus on topics like service systems, internet of things, and artificial intelligence. The start is in October 2019 after approval of the KIT committees and the Ministry for Science, Research and the Arts in Baden-Wuerttemberg.

Info: [www.hectorschool.kit.edu/ISEM.php](http://www.hectorschool.kit.edu/ISEM.php)



FOTO: SANDRA GÖTTISHEIM

## GROSSPROJEKT ZU METHANBASIERTEN KRAFTSTOFFEN

Umweltfreundliche, bezahlbare und praktikable Lösungsansätze für die Energiewende sind Ziel des Leitprojekts „Methan aus erneuerbaren Quellen in mobilen und stationären Anwendungen“ (MethQuest), das im September gestartet ist. Das Vorhaben hat ein Gesamtvolumen von 32 Mio. Euro und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie mit insgesamt 19 Millionen Euro gefördert. In sechs Verbundprojekten, die von der Methangewinnung über neue Motorenkonzepte für Schiffe, Blockheizkraftwerke und Pkw bis hin zur Sektorenkopplung durch Microgrid-Lösungen für Binnen- und Seehäfen sowie der systemanalytischen Bewertung gehen, arbeiten 27 Partner zusammen. Die gemeinsame Leitprojektkoordination übernehmen Rolls-Royce Power Systems und die DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT. An zwei der Verbundvorhaben des Projekts sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT beteiligt.

Kontakt: [frank.graf@kit.edu](mailto:frank.graf@kit.edu)



GRAFIK: METHQUEST

## KIT CENTER FOR MATHEMATICAL METHODS ESTABLISHED

Mathematical methods are a fundamental component in research: simulations, data evaluations, or computer-based systems would not be possible without e.g. numerical or statistical methods. At KIT, scientists from various disciplines now contribute their expertise to the new KIT Center “Mathematics in Sciences, Engineering, and Economics” (MathSEE) –the platform to bundle interdisciplinary mathematical research at KIT. Members from all career levels work together in interdisciplinary research projects structured in four areas of methods. Several event formats provide room for exchange. The graduate school MathSEED offers a comprehensive program for doctoral researchers and master’s students to foster interdisciplinary training.

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



FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: LAILA TKOTZ



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

## KIT mit zwei Exzellenzclustern erfolgreich

Antrag für die Förderlinie „Exzellenzuniversität“ wird eingereicht

Das KIT hat in der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder erfolgreich zwei Exzellenzcluster eingeworben. Die Exzellenzkommission wählte die Anträge in den Bereichen Energieforschung und Materialwissenschaft zur Förderung für sieben Jahre aus.

„Wir haben mit zwei unserer Anträge in der finalen Auswahlrunde für Exzellenzcluster überzeugt. Dies ist ein großartiger Erfolg für die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und für das KIT. Dieses Ergebnis sichert uns die Chancen für den weiteren Wettbewerb um den Titel Exzellenzuniversität“, sagt der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka. „Die Entscheidung der Exzellenzkommission zeigt, dass das KIT mit seinen Forscherinnen und Forschern sehr gut aufgestellt ist“, so Professor Oliver Kraft, Vizepräsident des KIT für Forschung. „Der heutige Erfolg ist auch eine Bestätigung für die hervorragende interdisziplinäre Zusammenarbeit. Auf dieser Grundlage können wir uns dem weiteren Wettbewerb motiviert und entschlossen stellen.“ ■

Weitere Info: [www.kit.edu/kit/exzellenzstrategie.php](http://www.kit.edu/kit/exzellenzstrategie.php)

## NEUE SPEICHERSYSTEME FÜR DAS POST-LITHIUM-ZEITALTER

Dreh- und Angelpunkt einer zukunftsfähigen Energieversorgung sind leistungsstarke, sichere, und nachhaltige Elektrizitätsspeicher. Speicher auf Basis der Lithium-Ionen-Technologie, heute der „State of the Art“, stoßen jedoch an ihre Grenzen. Das Exzellenzcluster „Energy Storage Beyond Lithium“ des KIT und der Universität Ulm soll die Wissensbasis für die Entwicklung einer neuen Generation elektrochemischer Speichersysteme schaffen, die ohne Lithium arbeiten sowie stationär und mobil zum Einsatz kommen können.

„Wir wollen das grundlegende Verständnis der elektrochemischen Energiespeicherung erhöhen und praktische Optionen für das Zeitalter nach der Lithiumtechnologie aufzeigen“, erklärt Maximilian Fichtner, Clustersprecher und Professor am KIT und der Uni Ulm. Lithium-Ionen-Batterien versorgen Elektrofahrzeuge und viele mobile Endgeräte zuverlässig mit Strom und gelten gegenwärtig als die Technologie mit der höchsten Speicherkraft. Sie bergen jedoch auch Risiken, unter anderem weil Lithium an der Luft brennbar und der Elektrolyt als Transportmedium für den Ionenaustausch

# Exzellenzcluster „Energy Storage Beyond Lithium“

in der Batteriezelle hochgiftig ist. Vor allem aber sind nicht nur die globalen Lithium-Ressourcen endlich, sondern insbesondere auch die Vorräte an Kobalt, einem wichtigen Bestandteil der Speichermasse im Pluspol der Zelle.

Die Fachwelt kennt bereits Alternativen zum Ladungsträger Lithium. So ist die Entwicklung von Natrium-Ionen- und Magnesium-Batterien schon relativ weit fortgeschritten. Aluminium, Zink, Kalzium oder Chlorid sind weitere Optionen, die ebenfalls im Cluster erforscht werden sollen. „Dies alles sind Elemente, die mehr als ausreichend zur Verfügung stehen und auch gut recycelbar sind“, sagt Fichtner. Die so genannten post-Li-Systeme sind nach Überzeugung des Experten eine langfristig vielversprechende, sichere und kostengünstige Lösung für künftige Massenwendungen. Die Lösungen der heutigen Lithium-Technologie direkt hierauf zu übertragen ist allerdings nicht möglich. Mit dem Ladungsträger ändern sich auch die Anforderungen der anderen Bestandteile der Batteriezelle.

Um die neuen Speichersysteme zu entwickeln, braucht es also tieferes Grundlagenwissen: über die Eigenschaften der in Frage kommenden Ionen, über ihre Wechselwirkung mit Flüssigkeiten und Festkörpern, vor allem aber über die übergreifenden Zusammenhänge zwischen den Elementen.

Diese Herausforderung wollen die Wissenschaftler innerhalb der Themensäulen „Elektrodenmaterialien“, „Elektrolyte“, „Grenzflächen“ sowie „Integration und nachhaltige Zellentwicklung“ ganzheitlich angehen. Das Cluster ist mit seinen rund 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den Bereichen Elektrochemie, Materialwissenschaften, theoretischer Modellierung und den Ingenieurwissenschaften multidisziplinär aufgestellt und wird mit dem KIT und der Universität Ulm von zwei Hochschulen getragen, die auf dem Gebiet der Lithium und Post-Lithium-Technologien international zu den führenden Einrichtungen zählen. Zum Cluster gehören darüber hinaus das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) und die Justus-Liebig-Universität Gießen. ■



# Success with Two Clusters of Excellence

Proposal for "University of Excellence" Funding Line Submitted TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

KIT has successfully acquired funding for two Clusters of Excellence within the Excellence Strategy launched by the federal and state governments. The Excellence Commission has agreed to fund KIT's proposals in energy research and materials science for seven years. This ensures that KIT will continue to have the chance to compete for the title of University of Excellence.

The aim of the "Energy Storage beyond Lithium" Cluster of Excellence at KIT and Ulm University is to create a knowledge base for the development of a new generation of electrochemical storage systems that work without lithium and are suitable for both stationary and mobile use. The key element of an energy supply fit for the future is powerful, reliable, and sustainable electricity storage

systems. Systems based on lithium-ion technology, which today is state-of-the-art, have their limits, however. "We want to raise the basic understanding of electrochemical energy storage and illustrate practical options for the age after lithium technology," explains Professor Maximilian Fichtner, Cluster Spokesperson at KIT and Ulm University. Lithium-ion batteries reliably supply electric vehicles and many mobile devices with power and are currently regarded as the technology with the greatest storage capacity.

Additive manufacturing already offers tremendous potential. Known as 3D printing, it allows to produce ever smaller and lighter components that are still complex and strong. So far, this process is used mainly to manufacture products on a micrometer

scale. The "3D Matter Made to Order" Cluster of Excellence at KIT and Heidelberg University aims to explore manufacturing technologies from a molecular to macroscopic level, looking at new applications in material and life sciences. Professor Martin Wegener, Cluster Spokesperson at KIT, is convinced that additive manufacturing can change our lives in a similar way like the invention of the book print and of personal computers. In industry, 3D printing is already used for processing polymers and metals, such as in the production of machinery tools and rapid prototyping. But 3D printing also offers enormous opportunities on a micro and nanometer scale. Technologies and processes are needed which, based on digital 3D data, enable the creation of the smallest of structures at high process speeds and resolutions. ■

## Exzellenzcluster „3D Matter Made to Order“

### 3D-DESIGN DER NÄCHSTEN GENERATION

Die additive Fertigung bietet schon heute vielfältige Potenziale. 3D-Druck ermöglicht es, kleinere und leichtere, aber dennoch komplexe und leistungsfähige Bauteile herzustellen. Bislang entstehen so Produkte überwiegend im Makrometer-Bereich. Das Exzellenzcluster „3D Matter Made to Order“ des KIT und der Universität Heidelberg will diese Fertigungstechnik vom Molekülbereich bis zur makroskopischen Ebene erforschen und hat neue Anwendungen in den Material- und Lebenswissenschaften im Blick.

„Die additive Fertigung kann unser Leben ähnlich verändern wie der Buchdruck oder der Personal Computer“, ist Professor Martin Wegener, Clustersprecher am KIT, überzeugt. In der Industrie ist der 3D-Druck für die Verarbeitung von Kunststoffen und Metallen bereits im Einsatz, zum Beispiel für die Herstellung von Werkzeugen oder Prototypen. Vorreiter sind die Luft- und Raumfahrt, die Automobil- und Elektronikindustrie sowie die Den-

talmedizin. Der Großteil der Anwendungen bewegt sich noch auf einer Skala zwischen einem Zentimeter bis zu einem Meter.

Der 3D-Druck bietet auch im Mikro- und Nanobereich enorme Möglichkeiten. Ebenso gewaltig sind aber die Herausforderungen, wenn man diese Potenziale erschließen will. Gefragt sind Technologien und Verfahren, die auf der Basis digitaler 3D-Konstruktionsdaten den Aufbau kleinster Strukturen in hoher Prozessgeschwindigkeit und Auflösung ermöglichen. Hier setzt das Cluster an, das eine Vielzahl wissenschaftlicher Disziplinen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften vereint. Die Expertinnen und Experten wollen die Grundlagen für die skalierbare Herstellung von Bauteilen bis zu einer Strukturbreite von zehn Nanometern legen. Ihr Ziel ist die vollständige Digitalisierung der 3D-Fertigung und Materialverarbeitung vom Molekül bis zur Makrostruktur.

„Wir wollen neue Fertigungstechnologien nicht um ihrer selbst willen entwickeln, sondern richten unser Augenmerk auf konkrete Anwendungsfelder“, betont Wegener. Drei Schlüsselapplikationen in der Optik & Photonik (O&P), den Materialwissenschaften und den

Lebenswissenschaften stehen dabei im Fokus. Im ersten Fall liegen große Potenziale in gedruckten 3D-Strukturen für leistungsfähige optische Chips für die Informationsverarbeitung der Zukunft. Grundlegende wissenschaftliche Fragen stellen sich zum zweiten in den Materialwissenschaften und mit Blick auf die Herstellung von dreidimensionalen Metamaterialien mit einem breiten Spektrum an Eigenschaften. Das dritte Anwendungsgebiet liegt in den Lebenswissenschaften. Hier geht es um die 3D-Herstellung von funktionalisierten „Mikrogerüsten“, an denen Zellen beim Aufbau von künstlichem Gewebe wachsen können. Das Cluster, das neben der DFG auch von der Carl-Zeiss-Stiftung gefördert wird, umfasst neben dem Forschungsfeld „Applikationen“ auch die Felder „Molekulare Materialien“ und „Fertigungstechnologien“. In der ersten Förderperiode von sieben Jahren werden erste Demonstratoren funktionsfähiger optischer 3D-Chips und rekonstruierter künstlicher Retinas entstehen.

Info: [www.3dmattermadetoorder.kit.edu](http://www.3dmattermadetoorder.kit.edu)



FOTO: PATRICK LANGER

NEUE PLATTFORM KIT LINK VERTIEFT  
AUSTAUSCH MIT DER SAN FRANCISCO  
BAY AREA (SFBA) – ZEITGEIST  
EVENT IM SILICON VALLEY

# Hotspot

Vernetzt mit dem



COLLAGE: CHRISTINE HEINRICH UNTER VERWENDUNG VON FOTO: ANDREAS DROLLINGER





FOTO: JANA HÖFFNER / STAATSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG

Moderator Doug Garland, Vizepräsident Professor Thomas Hirth, Alumnus Guido Appenzeller, Ministerpräsident von Baden-Württemberg Winfried Kretschmann, die baden-württembergische Wissenschaftsministerin Theresia Bauer und Alumnus Cyriac Roeding. (v.l.n.r.)

Host Doug Garland, Vice President Professor Thomas Hirth, alumnus Guido Appenzeller, Baden-Württemberg Minister Minister President Winfried Kretschmann, Baden-Württemberg Minister of Science Theresia Bauer, and alumnus Cyriac Roeding (from left to right)

Auch Wissenschaftsministerin Theresia Bauer freute sich über die Chance, den Forschungsstandort zu präsentieren: „Die neue Plattform KIT LINK wird zukünftig durch eine Präsenz des KIT im Silicon Valley bestehende Beziehungen dorthin pflegen und neue aktivieren. Dabei werden Studierende, Forschende, Start-ups und etablierte Unternehmen gleichermaßen angesprochen. Ich bin zuversichtlich, dass das die Sichtbarkeit des Forschungsstandortes stärken wird.“

Mit der Plattform KIT LINK will das KIT seine guten Beziehungen zu Universitäten, Unternehmen und Alumni im Silicon Valley weiter ausbauen. Der Startschuss fiel Mitte September beim ersten ZEITGEIST Event. Die Veranstaltung war Teil des Programms einer Delegationsreise in die USA und nach Kanada, die der baden-württembergische Ministerpräsident Winfried Kretschmann anführte und bei der ihn unter anderem Wissenschaftsministerin Theresia Bauer begleitete.

Das Silicon Valley steht wie kaum ein anderer Ort der Welt für Innovation. Die Plattform soll den gezielten Austausch zwischen Expertinnen und Experten aus der San Francisco Bay Area (SFBA) und Baden-Württemberg ermöglichen. Ziel ist es, das Bild Deutschlands in der SFBA positiv zu beeinflussen und die Wege aus dem Silicon Valley zu Universitäten in Baden-Württemberg als zielgruppenrelevanten Spitzenforschungsstandort zu öffnen. Ebenfalls im Fokus steht ein Bewusstsein in den USA für die baden-württembergische Forschungslandschaft und forschungsbasierte Unternehmen aus Deutschland zu schaffen. ZEITGEIST-Veranstaltungen in Form von Workshops zu bestimmten Themen dienen dafür als idealer Türöffner für verschiedene Fachgebiete und Botschaften. Über 220 Gäste kamen am Abend nach Santa Clara und sorgten für einen sehr lebendigen Austausch. Entschei-

dungsträger aus Zivilgesellschaft, Politik, Wirtschaft, Kultur und Wissenschaft erlebten mit den beiden KIT-Alumni Cyriac Roeding und Guido Appenzeller einen spannenden Abend. Die beiden sprachen über „Enterprising for a Better Globe: Silicon Valley Insights – Trends and Developments ranging Artificial Intelligence to health“. Beim anschließenden Abendessen drehten sich viele Gespräche um die Unterstützung der neuen Plattform KIT LINK. Weitere ZEITGEIST-Events in der SFBA und in Baden-Württemberg sind geplant, dabei werden Themen wie Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Robotics und Open Knowledge im Blickpunkt stehen.

Ministerpräsident Winfried Kretschmann sagte zum Start von KIT LINK: „Das KIT trägt entscheidend dazu bei, dass Baden-Württemberg bereits heute der forschungstärkste Standort für Künstliche Intelligenz in Deutschland ist. Durch Neugierde, Inspiration und nicht zuletzt die kluge Vernetzung von Digitalunternehmen ist damit eine außergewöhnliche Wissenschaftseinrichtung entstanden, auf die wir zu Recht stolz sind. Ich freue mich deshalb besonders, beim Auftakt der KIT ZEITGEIST Events dabei zu sein und diese einzigartige Plattform für Wissenstransfer und Vernetzung zu begleiten, die Silicon Valley und Baden-Württemberg noch näher zusammenbringt.“

Ziel von KIT LINK sei es, über den intensiven Austausch einen Wissenstransfer in beide Richtungen zu ermöglichen, so Professor Holger Hanselka, Präsident des KIT. So könne die Plattform für Gesellschaft und Wirtschaft in Baden-Württemberg und im Silicon Valley ein wertvoller Impulsgeber sein. „Im Idealfall bilden wir auf diesem Weg Partnerschaften zur Lösung globaler Zukunftsfragen“, sagt Holger Hanselka. „KIT LINK steht für Wissensaustausch und Kommunikation über Köpfe“, erklärt auch Professor Thomas Hirth, Vizepräsident für Innovation und Internationales am KIT. „Die Alumni des KIT im Silicon Valley können dazu mit ihren Lebensläufen und ihren Erfahrungen einen wichtigen Beitrag leisten.“

Die Vernetzung soll den Partnern auf beiden Seiten den unmittelbaren Zugang zu aktuellem

*Esther Legant von der Dienstleistungseinheit Internationales des KIT, Ministerpräsident Winfried Kretschmann und Volker Joehnk, Alumnus des KIT*

*Esther Legant of the International Affairs Business Unit of KIT, Minister President Winfried Kretschmann, and Volker Joehnk, alumnus of KIT*



FOTO: IRM



FOTO: WIKIPEDIA COMMONS

*Diskussion: Doug Garland,  
Cyriac Roeding und  
Guido Appenzeller*

*Discussion: Doug Garland,  
Cyriac Roeding, and Guido  
Appenzeller*



FOTO: QUELLE FÜR MEDIEN/INSTITUTIONEN: JANA HÖFFNER/  
STAATSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG

Wissen, innovativen Prozessen und Arbeitsmethoden erleichtern. Vorgesehen ist zudem, dass konkrete Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft angestoßen werden und Studierende des KIT mehr Gelegenheiten für Praktika bekommen.

Verortet ist die Plattform bei dem Unternehmen SAP in Palo Alto, einem strategischen Partner des KIT, der ein starkes Standbein im Silicon Valley hat. Ein Schwerpunkt bildet hier das SAP Next-Gen Chapter „International Networks“, das die Dienstleistungseinheit Internationales (INTL) des KIT im September eröffnet hat.

Das SAP Next-Gen-Programm ist eine zweckorientierte Innovationsgemeinschaft, die es Unternehmen, Partnern und Universitäten ermöglicht, sich mit den Zielen der UN Global Goals zu verbinden. Das deutsch-amerikanische Team seitens SAP und KIT arbeitet nun daran, aktuelle Forschungs- und Arbeitsfelder wie Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Entrepreneurship, Digital Health, Robotik, Cloud Services und Open Knowledge mitzugestalten.

„Wir glauben, dass KIT LINK mit seiner einzigartigen Möglichkeit, sich über ein lebendiges Netzwerk in den Arbeitswelten der Zukunft zu positionieren, eine große Bereicherung für Baden-Württemberg sein kann. Im Hinblick auf die wirtschaftliche und soziale Dimension aller neu-

## Connected with the Hotspot

### The New Platform KIT Link Deepens the Exchange with Silicon Valley

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

KIT Link is a new platform being used by KIT to expand its good relations with universities, companies, and alumni in Silicon Valley. Its start was marked in September at an event in the San Francisco Bay Area as part of an official visit to the USA and Canada by Baden-Württemberg's Minister President Winfried Kretschmann, who was accompanied by Science Minister Theresia Bauer, among others.

According to President of KIT Professor Holger Hanselka, the goal of KIT Link is to enable the transfer of knowledge through intensive exchange. The platform can thus be a valuable source of impetus for society and industry in Baden-Württemberg and Silicon Valley. "Ideally, this will enable us to form partnerships to solve global issues of the future," says Professor Holger Hanselka. "KIT Link stands for knowledge exchange and communication via minds," explains Professor Thomas Hirth, Vice President for Innovation and International Affairs at KIT. „With their curricula vitae and experience, the alumni of KIT in Silicon Valley can make a most relevant and important contribution.“

The aim of such interconnection is to give partners on both sides direct access to current knowledge, innovative processes, and working methods. It is also planned that concrete cooperation between business and science will be initiated and that KIT students will have more opportunities for internships. The platform is virtually located at SAP, a strategic partner of KIT that has a strong foothold in Silicon Valley. ■

Contact: [esther.legant@kit.edu](mailto:esther.legant@kit.edu)

en Konzepte und Technologien können im Silicon Valley schon früh alle zukünftigen Veränderungen beobachtet, erforscht und gestaltet werden. Wir haben uns zum Ziel gesetzt, voneinander zu lernen und im Austausch mit unseren Partnern im Silicon Valley und Baden-Württemberg internationale Innovation zu gestalten, die den 17 globalen Zielen der Vereinten Nationen verbunden ist“, sagt die Leiterin des Projekts, Esther Legant von der Dienstleistungseinheit Internationales (INTL) am KIT. ■

Kontakt: [esther.legant@kit.edu](mailto:esther.legant@kit.edu)





FOTO: TANJA MEISSNER



FOTO: MANUEL BALZER



FOTO: INTL

## DISKUSSION ZUR FORSCHUNG IN CHILE

Mitte Oktober hat die 7. Jahrestagung des Netzwerks Red INVECA am KIT stattgefunden. Mehr als 50 chilenische Forscherinnen und Forscher in Deutschland trafen sich am Campus Nord, um über den Austausch und die Zusammenarbeit zwischen den beiden Ländern sowie Internationalisierung und Innovation in der chilenischen Forschung zu diskutieren. Dabei kamen sie auch mit dem Vizepräsidenten für Innovation und Internationales des KIT, Professor Thomas Hirth, und mit der Botschafterin von Chile in Deutschland, Cecilia Mackenna, ins Gespräch. Während des Treffens stellten junge Forscherinnen und Forscher ihre wissenschaftliche Arbeit vor. Für die beste Präsentation wurde Carla Contreras von der RWTH Aachen, für das beste Poster Oscar Báez von der Technische Hochschule (TH) Köln ausgezeichnet. Das Chile-Cluster des KIT hatte das 7. Red INVECA-Jahrestreffen gemeinsam mit dem Netzwerk organisiert.  
 Kontakt: [fredy.rios@kit.edu](mailto:fredy.rios@kit.edu)

## EUROPÄISCHES NETZ- WERK FÖRDERT ENTRE- PRENEURSHIP IN DER LEHRE

Was braucht es, um angehenden Ingenieurinnen und Ingenieuren unternehmerisches Wissen nahezubringen? Die Frage treibt Universitäten von Barcelona bis Lissabon, von Eindhoven bis Turin um, mit denen das KIT in CLUSTER zusammenarbeitet. Rund 30 Vertreterinnen und Vertreter des europäischen Verbunds trafen sich Ende Oktober am KIT zur Sitzung des Steuerungskreises und zu Workshops. Dabei stellten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gute Beispiele für „Entrepreneurship Education Ecosystems in Engineering and Technology“ vor, unter ihnen Professor Orestis Terzidis vom KIT. Auch die Koordinatorinnen und Koordinatoren der Erasmus-Programme an den Mitgliedsuniversitäten trafen sich, um Möglichkeiten einer engeren Zusammenarbeit auszuloten, etwa wenn es darum geht, Beschäftigten in der Verwaltung Auslandsaufenthalte zu ermöglichen.  
 Kontakt: [klaus.ruemmele@kit.edu](mailto:klaus.ruemmele@kit.edu)

## UNIVERSITÄTEN MIT IDEEN FÜR MEHR AUSLANDSERFAHRUNG

2019 fördert die EU Europäische Hochschulen mit 30 Millionen Euro. Welche Chancen ihnen dieser Wettbewerb bietet, haben die rund 50 Universitäten im europäischen Wissenschaftsnetzwerk CESAER bei ihrem Jahrestreffen im Oktober in Bukarest diskutiert. Dabei nahmen die etwa 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmer auch bereits existierende Modelle für eine enge Zusammenarbeit von Universitäten in den Blick. So stellte das KIT Struktur und Pläne von EUCOR – The European Campus vor, dem Verbund oberrheinischer Universitäten. Weitere Themen des Treffens waren neue Wege, auf denen Studierenden Auslandsaufenthalte schmackhaft gemacht werden können. Die praktische Umsetzung war Teil des Programms: Mehrere Universitäten, unter ihnen das KIT, stellten Studierenden der Technischen Universität Bukarest in Gesprächen und mit Informationsmaterialien ihr Studienangebot vor.  
 Contact: [klaus.ruemmele@kit.edu](mailto:klaus.ruemmele@kit.edu)

# INTERNATIONAL NEWS







FOTO: MARKUS BREIG

## GUT GEBRÜLLT, LÖWE!

## WELL ROARED, LION!

VON SANDRA WIEBE // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Diese „Vorlesung“ wollte keiner verpassen: „Die Höhle der Löwen“-Star Frank Thelen wurde Anfang Oktober im Audimax auf dem Campus Süd wie ein Popstar gefeiert. Der Andrang zum Vortrag mit dem Titel „Von Löwen, Einhörnern und Freigeistern“, organisiert von der Gründerallianz Karlsruhe und dem KIT, war sogar so groß, dass er per Livestream in den Chemiehörsaal übertragen wurde. Der 43-Jährige Investor gab unter anderem einen Einblick in seinen Werdegang. Sein Rat an alle zukünftigen Gründer: Dranbleiben! „Auch wenn die Idee echt gut ist, werden viele erst mal mit dem Kopf schütteln“, so Frank Thelen. „Aber wie erkennst Du eine gute Idee? Eine gute Idee lässt Dich nicht mehr los. Sie verfolgt Dich immer weiter.“

Besonderes Highlight: Ähnlich wie in der beliebten TV-Gründershow „Die Höhle der Löwen“ durften fünf Karlsruher Start-ups (BRC Solar, Ineratec, Nexol, thingsTHINKING, usertimes) Thelen ihre Ideen präsentieren. Am Ende überzeugte die KIT-Ausgründung INERATEC (auch Gewinner des Deutschen Gründerpreises, siehe Seite 64), ganz knapp vor BRC Solar die Jury. Auch Thelen selbst war begeistert von seinem Besuch am KIT: „Ich liebe Technologie und das KIT ist hier eine der führenden Universitäten in Deutschland. Wir werden in den nächsten Wochen mit einigen Start-ups weitergehende Gespräche führen. Danke für das klasse Event. Wir brauchen mehr Universitäten wie das KIT.“ ■

Angebote für Gründer und Investoren am KIT unter:  
[www.irm.kit.edu/gruendungen.php](http://www.irm.kit.edu/gruendungen.php)

Nobody wanted to miss this “lecture:” In early October, Frank Thelen, who has joined “Die Höhle der Löwen” (Lions’ Den), the popular German version of the U.S. TV show “Shark Tank,” was hailed as a pop star in the main lecture hall on KIT’s Campus South. Interest in his presentation entitled, “About Lions, Unicorns, and Free Spirits,” organized by the Karlsruhe Startup Alliance and KIT was so immense that live transmission to another lecture hall was offered. The lecture by the 43-year-old investor included insight into his career. His advice for all future founders and entrepreneurs: Stick to your idea! “Even if your idea is very good, many people will shake their heads,” Frank Thelen said. “But how can you recognize a good idea? A good idea will not let you go. It will keep on going after you.” The lecture’s special highlight: like “The Lions’ Den,” five startups from Karlsruhe (BRC Solar, Ineratec, Nexol, thingsTHINKING, usertimes) were invited to present their ideas to Thelen. In the end, KIT’s spinoff Ineratec (also winner of the German Entrepreneur Award, see page 65) won the competition just ahead of BRC Solar.

Thelen enjoyed his visit at KIT: “I love technology, and the KIT is one of the leading universities in Germany in this respect. In the next few weeks, we will have further discussions with some startups. Thank you for this first-class event. We need more universities like KIT.” ■

For offers for founders and investors at KIT, click:  
<https://www.irm.kit.edu/gruendungen.php> (in German only)



## Hitex sucht Verstärkung:

Funktionale Sicherheit, Embedded-Systems und mehr ...

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

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

- > Applikationsentwickler Embedded Systeme mit AURIX (w/m)
- > Trainee Functional Safety (w/m)
- > Applikationsentwickler Funktionale Sicherheit Embedded Systeme (w/m)

# 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](mailto:personal@hitex.de)  
[www.hitex.com/jobs](http://www.hitex.com/jobs)



Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Automatisierung und bewerben Sie sich jetzt!

Ihr Ansprechpartner bei Fragen:  
**Kardex Germany GmbH**  
Frau Veronika Wieland-Kolumban  
Tel.: +49 (8283) 999 119

Fortschrittsgestalter gesucht  
als **Software Ingenieur (m/w) Innovation**

Neuburg / Kammel

### Ihre Aufgaben

- Analyse und Bewertung von Software Trends
- Entwicklung und Implementierung neuer Ansätze, Konzepte und Architekturen
- Entwurf und Realisierung von Prototypen in einem Scrum Team
- Mitarbeit bei Überführung von Prototypen in eine serientaugliche Lösung
- Erstellung von Demonstrationen / Proof Of Concept
- Mobile- und Multiplattformentwicklung

### Wir bieten



### Ihr Profil

- Abgeschlossenes Studium der Informatik oder adäquater Ausbildungshintergrund
- Offen für Neues und Bereitschaft zum „Querdenken“ sowie Begeisterung für die agile Konzept-Entwicklung
- Erfahrung und Offenheit für UX Development
- Erste Erfahrung mit Build- und Releasemanagement Systemen (Bamboo, Jira, TFS)
- Vertraut mit Webtechnologien, Frameworks und verschiedenen Betriebssystemen (Linux, Windows, diverse Embedded Linux)
- Erfahrung in Frontend Technologien (z.B. Angular, JavaScript, TypeScript, HTML5)
- Kenntnisse in diversen Frameworks (z.B. .NET, .NET Core, JRE)
- Gute C, C#, C++ oder Java EE Kenntnisse
- Englisch sowie Deutsch in Wort und Schrift

**kardexremstar**

Wir betreiben Maschinenbau im High-End-Bereich, technisch und qualitativ. Jede Maschine ist präzise auf die Kundenanforderungen zugeschnitten, entsprechend groß und komplex ist die Variantenvielfalt. Unser Unternehmensleitbild gründet auf vier Grundwerten: Respekt, Teamgeist, Zuverlässigkeit und Leidenschaft. **Kardex Germany GmbH ist ein Unternehmen der Kardex Group.** Die Kardex Gruppe ist ein weltweit agierender Industrie-Partner für Intralogistik-Lösungen und ein führender Anbieter von automatisierten Lagerlösungen und Material-Flusssystemen. Die Gruppe besteht aus zwei unternehmerisch geführten Divisionen, Kardex Remstar und Kardex Mlog. Rund 1.650 Mitarbeitende sind weltweit in über 30 Ländern für die Gesellschaften der Kardex Gruppe aktiv.



Großer Moment für  
Tim Böltken (links) und  
Philipp Engelkamp

A great moment for  
Tim Böltken (left) and  
Philipp Engelkamp

Mini reaktor

SPIN-OFF DES KIT  
INERATEC VERWAN-  
DELT GASE IN FLÜSSIGE  
ENERGIETRÄGER VON FELIX MESCOLI

## Deutscher Gründerpreis für Kraftstoff aus dem

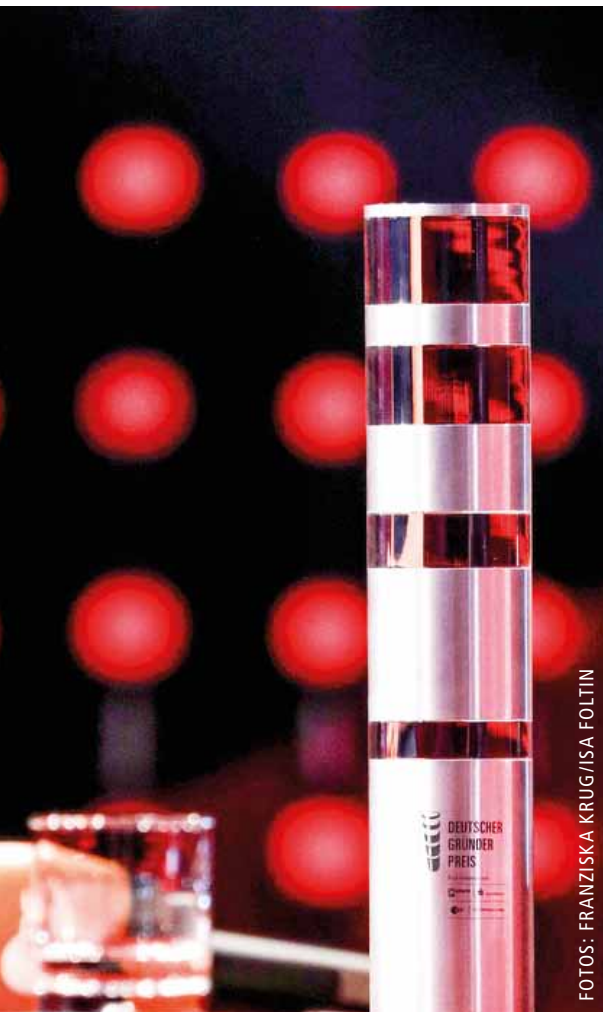
„Wir wollen gemeinsam Sinnvolles anpacken!“ Unter diesem Motto formte sich im Jahr 2014 am KIT das Gründerteam der INERATEC GmbH um die Geschäftsführer Dr. Tim Böltken, Philipp Engelkamp und Dr. Paolo Piermartini gemeinsam mit Professor Peter Pfeifer vom Institut für Mikroverfahrenstechnik des KIT. Nun ist ihr gemeinsames Anpacken belohnt worden und das junge Unternehmen wurde mit dem Gewinn des Deutschen Gründerpreises ermutigt, seine Innovationen im Energiesektor weiter im Markt zu etablieren. „Schon die Nominierung für das Finale war großartig“, erzählt Philipp Engelkamp, „aber als dann endlich unser Name genannt wurde, war das ein unvergesslicher Moment für uns.“ Die Gründer überzeugten die Jury in der Kategorie bestes Start-up mit einer innovativen che-

mischen Reaktortechnologie mit der Gase im dezentralen Maßstab in flüssige Energieträger oder chemische Wertprodukte umgewandelt werden können. „Für die chemischen Verfahren, mit denen etwa aus dem Klimakiller CO<sub>2</sub> und regenerativ erzeugtem Wasserstoff synthetisches Erdgas oder synthetische Kraftstoffe hergestellt werden, sind normalerweise extrem teure, großtechnische Chemieanlagen nötig“, erklärt Ineratec-Geschäftsführer Tim Böltken. Die Karlsruher Gründer haben nicht nur die Großanlagen auf Miniaturformat geschrumpft, die für den Herstellungsprozess benötigte Energie kann obendrein aus regenerativen Quellen wie Sonnen-, Wind- oder Wasserkraft kommen. „Sie wird so in chemischen Energieträgern gespeichert“, erläutert der Alumnus. Darüber hinaus sind die fertig

montierten, modularen Kompaktanlagen nach dem Baukastensystem konzipiert, sodass sich die Kapazität ganz nach Bedarf erweitern lässt.

Mehrere Anlagen sind bereits ausgeliefert und in Betrieb: Eine Power-to-Liquid-Anlage, welche erneuerbare flüssige Kraftstoffe herstellt und mobil eingesetzt werden kann, wurde nach Finnland verkauft. Im katalonischen Sabadell steht eine Power-to-Gas-Anlage, die aus Klärschlamm stammendes Kohlenstoffdioxid in synthetisches Methangas umwandelt, das direkt ins spanische Netz gespeist werden soll. Am KIT selbst, wo mit dem Energy Lab 2.0 gerade ein Anlagenverbund aufgebaut wird, der unterschiedliche Technologien zur Erzeugung und Nutzung elektrischer, thermischer





FOTOS: FRANZISKA KRUG/JISA FOLTIN

## German Entrepreneur Award for Fuel from Mini Reactors

### KIT's Spinoff INERATEC Converts Gases into Liquid Fuels

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

"Let's do something meaningful!" This was the slogan adopted by the team of INERATEC GmbH, in the year 2014, when it all started, including founders and managing directors Dr. Tim Böltken, Philipp Engelkamp, and Dr. Paolo Piermartini, together with Professor Peter Pfeifer of the Institute for Micro Process Engineering. Now, they have been rewarded. Their startup was granted the German Entrepreneur Award and, thus, encouraged to continue to commercialize their innovations in the energy sector.

The founders convinced the jury in the category of best startup with their innovative chemical reactor technology that converts gases or carbon dioxide and hydrogen into liquid fuels or valuable chemical products on a decentralized basis. "Chemical processes to produce synthetic natural gas or synthetic fuels from the climate killer CO<sub>2</sub> and regenerative hydrogen usually require extremely expensive and large chemical facilities," Tim Böltken, Managing Director of INERATEC GmbH, says. The founders not only managed to shrink these large chemical plants down to a miniaturized format, but also made it possible to power the production process using energy produced from regenerative sources, such as solar, wind or water power. "This way, it is stored in chemical energy carriers," the alumnus of KIT explains. The pre-mounted, compact plants are modular and can be added to increase capacity any-time.

Among the three finalists for the German Entrepreneur Award was another KIT alumnus: Florian Wehner's company Vectoflow produces 3D-printed probes applied in Formula 1 motorsports. The German Entrepreneur Award is presented annually to entrepreneurs setting up new businesses and creating innovative and viable business ideas. The winners of Germany's most prestigious acknowledgement of entrepreneurial excellence are offered consultancy and sponsorship by experienced entrepreneurs. ■

Info: <https://INERATEC.de/?lang=en> and <https://www.vectoflow.de/en/>

und chemischer Energie verknüpft, baut Ineratec eine Pilotanlage für die Erzeugung von erneuerbarem Kerosin aus Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff.

Auch personell ist INERATEC inzwischen gewachsen, rund 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bevölkern die Büros in der Karlsruher Siemensallee. Doch eines ist für die drei Gründer klar: „Wir wollen wachsen und sind zuversichtlich, dass sich nun weitere Türen öffnen werden“, so Tim Böltken.

Unter den drei Finalisten des Deutschen Gründerpreises war übrigens noch ein weiterer KIT-Alumnus: Florian Wehner stellt mit seiner Firma Vectoflow 3D-gedruckte Sonden her, die auch in der Formel 1 eingesetzt werden. Sie werden individuell für den Kunden gefertigt und messen die Strömung von Luft, Wasser oder Öl präzise. So ist unter der Nase jedes Formel 1-Boliden eine Sonde angebracht, die im Rennen Geschwindigkeit und Richtung der Strömung misst. Einige davon wurden von Vectoflow entwickelt. Vor seiner Zeit als Unternehmer studierte Florian Wehner am KIT Maschinenbau

mit Vertiefung Produktentwicklung und Leichtbau. Auch war er Mitglied der Hochschulgruppe KA-Racelng, dem Formula Student Team des KIT, das jedes Jahr erfolgreich unterschiedliche Rennwagen entwickelt.

Der Deutsche Gründerpreis wird alljährlich im ZDF-Hauptstudio in Berlin verliehen und zeichnet besonders innovative Gründer und ihre Unternehmen aus. Die Kandidaten werden von einem Expertennetzwerk vorgeschlagen und müssen anschließend die Juroren in mehreren Phasen von ihrem Unternehmen überzeugen. Die Sieger des Deutschen Gründerpreises erhalten eine Unternehmensberatung und Patenschaften erfahrener Unternehmer. ■

Info: <https://ineratec.de> und [www.vectoflow.de](http://www.vectoflow.de)

*Die Gewinner des Deutschen Gründerpreises 2018 wurden im September in Berlin geehrt*

*In September, the winners of the German Entrepreneur Award were honored in Berlin*





FOTOS: PATRICK LANGER

*Michael Decker, Professor für Technikfolgenabschätzung am KIT, übergibt die Ergebnisse des Bürgerdialogs an Staatssekretär Christian Luft (kleines Foto)*

*Michael Decker, Professor for Technology Assessment at KIT, hands over the results of the citizens dialog to State Secretary Christian Luft (small photo)*

## EUROPA-DIALOG ZWISCHEN POLITIK, WISSENSCHAFT UND BÜRGERINNEN UND BÜRGERN

## DIALOG ON EUROPE AMONG POLITICIANS, SCIENTISTS, AND CITIZENS

VON JONAS MOOSMÜLLER // TRANSLATION: PATRIZIA PASQUAZI

Den Fortschritt bei technischen Assistenzsystemen sollte Europa dafür nutzen, dass Menschen ihre Angehörigen künftig länger zu Hause pflegen können. Im Hinblick auf die Zukunft der Arbeit müsse es Ziel europäischer Politik sein, eine demokratische Technikentwicklung zu ermöglichen. Was Autonomes Fahren angeht, solle Europa nicht nur technische, sondern auch gemeinsame ethische Standards entwickeln: Diese und viele weitere Vorschläge, haben rund 50 Bürgerinnen und Bürger am 20. Oktober auf Einladung des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT in intensiven Diskussionen erarbeitet. Am Ende der eintägigen Veranstaltung in Karlsruhe übergab Michael Decker, Professor für Technikfolgenabschätzung und Bereichsleiter für Informatik, Wirtschaft und Gesellschaft am KIT, ihre Ideen und Wünsche an die Politik. Eigens aus Berlin angereist war dafür Staatssekretär Christian Luft vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). „Veranstaltungen wie diese sollte es viel öfter geben“, so der Vertreter des BMBF. „Politische Entscheidungen werden besser, wenn Sie uns weiter auf den Füßen stehen. Gute Politik ist auf Ihre Rückmeldungen angewiesen.“

Genauso wie der Staatssekretär nutzte auch der Präsident des KIT Professor Holger Hanselka die Gelegenheit, intensiv mit den Bürgerinnen und Bürgern über Chancen und Risiken von autonomen Technologien zu diskutieren. „Uns bewegt die Frage, wie wir das, was wir als Wissenschaft tun, der Gesellschaft näherbringen können und – ebenso wichtig – wie wir mehr darüber erfahren, was die Gesellschaft bei neuen Technologien bewegt“, so Hanselka. Ziel des KIT sei es, diese Wechselwirkungen intensiv zu erforschen sowie die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch stärker in diesen Dialog einzubinden. Die öffentliche Diskussionsveranstaltung des ITAS wurde durch das BMBF gefördert. Sie ist Teil einer Reihe von Dialogveranstaltungen der Bundesregierung, um zentrale Zukunftsfragen Europas wie Arbeit, Mobilität oder Pflege zu diskutieren. Ihre Ergebnisse werden noch im Dezember 2018 auf europäischer Ebene vorgestellt und weiter diskutiert. ■

Info: [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/eu-buergerdialog](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/eu-buergerdialog)

Europe should use the progress that has been made in technical assistance systems so that people in the future can care for relatives longer at home. In view of the future of work, it should be the aim of European politics to enable democratic technology development. As far as autonomous driving is concerned, Europe should develop not only technical standards but also common ethical ones. These and many other proposals were worked out by about 50 citizens in intensive discussions on October 20 at the invitation of the Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS) of KIT. At the end of the one-day event in Karlsruhe, Michael Decker, Professor for Technology Assessment and Head of the Informatics, Economics, and Society Division at KIT, handed over their ideas and requests to State Secretary Christian Luft from the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). Luft made the journey from Berlin especially for the event. “There should be more events like these,” said the BMBF representative. “Political decisions will get better if you keep treading on our toes. Good politics depends on your feedback.”

Just like the State Secretary, the President of KIT, Professor Holger Hanselka, also took the time to discuss the opportunities and risks of autonomous technologies with citizens. “The question that we are pondering is how we can bring closer to society what we are doing in science, and – just as importantly – how we can learn more about what moves society when it comes to new technologies,” says Hanselka. The aim of KIT is to explore these interactions and to involve scientists even more in this dialog.

The public debate organized by ITAS was sponsored by BMBF. It is part of a series of dialog events of the federal government to discuss core future issues for Europe such as work, mobility, and care. Their results will be presented and discussed further in December 2018 at the European level. ■

Information: [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/eu-buergerdialog](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/eu-buergerdialog)



## IMPRESSUM / IMPRINT

Herausgeber/Editor

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Präsident Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe // Germany

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

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

KIT – The Research University in the Helmholtz Association



### AUFLAGE/CIRCULATION

15 000

### REDAKTIONSANSCHRIFT/EDITORIAL OFFICE

Strategische Entwicklung und Kommunikation/

Strategic Corporate Development and Communication

Leiterin: Alexandra-Gwyn Paetz

SEK-Gesamtkommunikation, Leiterin: Monika Landgraf

Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe

### REDAKTION/EDITORIAL STAFF

Domenica Riecker-Schwörer (verantwortlich/responsible) <drs>

Tel./Phone: 0721 608-21163 // E-Mail: [domenica.riecker-schworer@kit.edu](mailto:domenica.riecker-schworer@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 Service Unit/Translation Services

Byron Spice, Patrizia Pasquazi

### KORREKTORAT/PROOFREADING

Timo Schreck (SEK-GK), Maïke Schröder (INTL)

### ANZEIGENVERWALTUNG/ADVERTISEMENT MANAGEMENT

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

### LAYOUT UND SATZ/LAYOUT AND COMPOSITION

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

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

Mediengestaltung: Julia Eichberger

Grafik-Design: Christine Heinrich // [www.christine-heinrich.design](http://www.christine-heinrich.design)

### 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

## ICH WERDE IM UNTER- NEHMEN NOCH SICHTBARER. DURCH DAS GLOBAL TALENT MANAGEMENT.

**DR. LOTTA GAAB** entwickelt als Leiterin Material- und Neuentwicklungen im Bereich Innovation Infrarot bei Heraeus Noblelight Infrarot-Strahler und -Module, die in zahlreichen industriellen Wärmeprozessen zum Einsatz kommen. Hierbei spielt in vielen Projekten der Austausch und die Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen eine große Rolle. In ihrem eigenen Bereich bekommt Lotta Gaab nach und nach mehr Verantwortung – ein individuell auf sie zugeschnittenes Entwicklungsprogramm bereitet sie Schritt für Schritt darauf vor.

Heraeus zählt in Deutschland zu den Top 100 Arbeitgebern des Professional Survey.  
[www.heraeus.de/karriere](http://www.heraeus.de/karriere)

**OPEN SPACE. FOR OPEN MINDS.®**

# Heraeus





Wir sind einer der weltweit führenden Hersteller optischer und optoelektronischer Produkte. Zu unseren Kunden zählen namhafte Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen und Unternehmen im Bereich Photonik. Aufgrund unseres stetigen Wachstums suchen wir am Standort Dachau bei München zum nächstmöglichen Zeitpunkt einen

## Elektro-Ingenieur (m/w)

### Ihr Aufgabengebiet umfasst die:

- Hardware-Entwicklung von analogen und digitalen Steuerungen für schnelle Laser-Ablensysteme
- Erstellung, Erprobung und Modifikation von Schaltungskonzepten
- Entwicklung von technischen Lösungen für neue Anwendungen
- Aufbau, Tests und Modifikation von digitalen Controllern auf Mikrokontroller und DSP Basis
- Entwicklung und Integration neuer elektromechanischer Aktuatoren
- Erstellung von Stücklisten sowie Dokumentation

### Als erfolgreicher Kandidat (m/w) für diese Aufgabe verfügen Sie über:

- Abgeschlossenes Hochschulstudium als Elektroingenieur, in Ingenieurwissenschaften, Elektrotechnik oder Physik

- Mehrjährige praktische Berufserfahrung in der Hardware-Entwicklung
- Erfahrung in der Entwicklung analoger und digitaler Schaltungen
- Sicherer Umgang mit dem Altium Designer
- Vorteilhaft sind Kenntnisse in der digitalen Regelungstechnik und Programmierung
- Ausgeprägte Analysefähigkeiten, Kommunikationsstärke und eine hohe soziale Kompetenz
- Sicherer Umgang mit MS Office, MS Windows und Versionsverwaltungssystemen
- Sehr gute Deutsch- und Englischkenntnisse in Wort und Schrift
- Hohes Maß an Teamorientierung, Eigeninitiative und Zuverlässigkeit
- Sie arbeiten selbständig, leistungsorientiert und strukturiert

Wir suchen Menschen, die Dynamik und Professionalität in flacher Hierarchie schätzen und unseren Kunden herausragende Produktqualität bieten können.

Teilen Sie die Freude am Erfolg mit uns! – Wir freuen uns auf Sie! Bitte richten Sie Ihre Bewerbung unter Angabe Ihres frühestmöglichen Eintrittstermins und Ihrer Gehaltsvorstellung an: [bewerbung@thorlabs.com](mailto:bewerbung@thorlabs.com)

Aufgrund unseres stetigen Wachstums suchen wir am Standort Dachau bei München zum nächstmöglichen Zeitpunkt einen

## Elektronikentwickler (m/w)

für die Entwicklung von Laser und LED Treibern, Temperaturcontroller und Messsystemen.

**Wen suchen wir?** Wir suchen Menschen, die innovativ und kreativ sind; die Freude daran haben, unsere Kunden in der Forschung und Industrie mit ihren eigenen Ideen und mit noch besseren Produkten aus der Optoelektronik zu unterstützen. Sie arbeiten eng mit unseren Entwicklern aus Physik, Mechanik und Software zusammen, um innovative Produkte zu entwickeln, die unseren Kunden ermöglichen zukunftsweisende Technologiefelder zu erschließen und zu erforschen. Sie spezifizieren selbst Umfang und Funktionsgruppen als Spezialist in Ihrem Fachgebiet. Sie erstellen Elektronik-konzepte, definieren Arbeitspakete und betreuen Entwicklungspartner. Sie sind in ein leistungsstarkes, globales Engineering-Team eingebettet.

**Wer ist Thorlabs?** Wir sind eine weltweit agierende Firmengruppe und entwickeln, fertigen und vertreiben optische und optoelektronische Produkte. Unsere Kunden sind Forschungslabore, Entwicklungseinrichtungen und Industrieunternehmen. Wir sind bekannt für die Qualität unserer Produkte, deren attraktive Preise, und unsere schnelle Lieferung: Ein Großteil unserer Produkte ist am Tag nach der Bestellung beim Kunden. Wir haben weit über 20.000 verschiedenen Produkte, die meisten davon an unseren weltweit verteilten Produktionsstandorten selbst gefertigt, auf Lager. Thorlabs ist ein mittelständisches Unternehmen, das Sie persönlich fordert und fördert. Wir bieten Ihnen eine spannende Umgebung, eine flache Hierarchie und vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten in einem stark wachsenden Umfeld.

**Was sind Ihre Aufgaben?** In der Rolle als Elektronikentwickler (m/w) sind Sie verantwortlich für die Durchführung von Entwicklungsprojekten hochpräziser Geräte für die Anwendung in der Photonikbranche. Sie übernehmen die Konzeptionierung und Realisierung der elektronischen Lösungen im Bereich Analog- und Digitaltechnik für Laser- und Led Treiber, Temperaturcontroller und Messsystemen. Gemeinsam mit dem multidisziplinären Team erarbeiten Sie Feature-Anforderungen und sind verantwortlich für die eigenständige Umsetzung von Konzepten in fertige Schaltungen und Produkte.

### Was Sie mitbringen:

- Abgeschlossenes Studium mit dem Schwerpunkt Elektrotechnik oder vergleichbar
- Mehrjährige Berufserfahrung in der Elektronik-Entwicklung
- Fachkompetenz in der Schaltplan und Layout Entwicklung von Analog- und Digitalelektronik
- Erfahrungen im Umgang mit CAD Werkzeugen und Simulationstools
- Sehr gute Deutsch- und Englischkenntnisse in Wort und Schrift

Wir freuen uns auf Ihren Wissensdurst sowie Ihren Drang, zusammen mit dem Team die besten Geräte und Technologien für unsere Kunden zu entwickeln. Senden Sie Ihre Bewerbung unter Angabe Ihres frühestmöglichen Eintrittstermins und Ihrer Gehaltsvorstellung an: [bewerbung@thorlabs.com](mailto:bewerbung@thorlabs.com)

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



Die Schwarz Dienstleistungen erbringen umfassende administrative und operative Dienstleistungen für die Unternehmen der Schwarz Gruppe (Kaufland/Lidl/Produktionsgesellschaften).

## MANCHE ÜBERLEGEN NOCH. DU HANDELST.



IOT



HYBRID CLOUD



CYBER SECURITY



DIGITAL WORKPLACE



ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE



BIG DATA

Ist was für dich dabei?  
Dann handle jetzt und entdecke  
deine Einstiegsmöglichkeiten:

- PRAKTIKUM
- WERKSTUDENTENTÄTIGKEIT
- ABSCHLUSSARBEIT
- DIREKTEINSTIEG

[www.jobs.schwarz](http://www.jobs.schwarz)



## Bei uns einsteigen heißt aufsteigen! Starten Sie Ihre Karriere bei der SV.

Hochschulabsolventen der Bereiche

**Informatik  
Mathematik  
Ingenieurwesen  
Physik**



sind bei der SV goldrichtig. Steigen Sie ein mit unserem SV Nachwuchsprogramm und nutzen Sie die zahlreichen Aufstiegs- und Entwicklungsmöglichkeiten. Bei uns können Sie Themen übergreifend bewegen, eigenverantwortlich in Projekten arbeiten und Sie werden professionell dabei begleitet.

Die Leistungen können sich sehen lassen; flexible Arbeitszeiten bieten Spielraum.

Mit knapp 5.000 Mitarbeitern ist die SV Sparkassen-Versicherung ein Konzern, der sich durch ein partnerschaftliches Miteinander und eine hohe Aufgabenvielfalt auszeichnet. Mit unseren innovativen Produkten sind wir ein erfolgreiches Unternehmen und im Markt bestens positioniert.

Verwirklichen Sie mit Kompetenz und Engagement Ihre Karriereziele.

**Interessiert?**

Dann bewerben Sie sich online über  
[www.sv-karriere.de](http://www.sv-karriere.de)





## **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](http://www.schoeck.de/karriere)



Gepflegtes  
Schrägsitzventil  
sucht neugierigen  
**Ingenieur,**  
der einen  
untrüglichen  
Riecher für  
Innovationen  
hat.



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

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](http://www.buerkert.de)



# KLINGEL

Gruppe

**MODE.**



**MACHER.**



**MENSCHEN.**



**Arbeiten bei der KLINGEL Gruppe heißt Entwicklung – nämlich von Software, Algorithmen, Data-Knowhow und Dir selbst. Wachse mit uns zum Experten!**

Wir sind ein Familienunternehmen, das seit vielen Jahren im Online-Handel tätig ist. Mode, Schmuck, Schuhe und Lifestyle-Artikel verkaufen wir unseren Kunden in nahezu 70 Webshops.

Die KLINGEL Gruppe ist in Deutschland sowie im europäischen Ausland vertreten. Mehr als 15 Marken gehören zum Konzern. Wir sind auf Wachstumskurs, gerade im Feld der Digitalisierung.

Das ermöglicht Dir **spannende Herausforderungen** sowie **Karriere-Chancen**.

**Wir freuen uns auf Dich!**

Jetzt bewerben unter: [www.klingel-gruppe.de](http://www.klingel-gruppe.de)

## WIR SUCHEN

- Applied Data Scientist (m/w)
- Java-Entwickler (m/w)
- Trainees Data-Science (m/w)
- Trainees IT (m/w)



# Entdecke Deine Möglichkeiten am FZI.



FZI FORSCHUNGSZENTRUM INFORMATIK



Weitere Informationen unter:  
[www.fzi.de/karriere](http://www.fzi.de/karriere)

Fächerstadt Karlsruhe – innovativ, jung und lebendig. Digitale Zukunftskommune und zweitgrößte Stadt Baden-Württembergs. Führend in Technologie, Wissenschaft und Mobilität – eine Stadt mit hoher Lebensqualität. Arbeitgeberin für über 6.000 Mitarbeitende in mehr als 200 Berufen.

Stadt Karlsruhe  
Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft

## INGENIEURINNEN/INGENIEURE

Als interner Dienstleister kümmert sich das Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft der Stadt Karlsruhe um die Bereitstellung und Unterhaltung von Flächen, Räumen und Gebäuden der Kommune. Zu den städtischen Objekten gehören insbesondere Schulen, Kindergärten, Sportstätten, Mehrzweckhallen und Verwaltungsgebäude. Zu den drei größten technischen Abteilungen im Amt zählen: **Abteilung Projektmanagement:** Wahrnehmung der Bauherrenfunktion sowie der Projektsteuerung bei extern vergebenen Planungsleistungen mit Schwerpunkt Neu-, Um- und Erweiterungsbau sowie größere Modernisierungsmaßnahmen **Abteilung Objektmanagement:** Betreuung der städtischen Objekte, Begleitung und Durchführung von Bauunterhaltungsmaßnahmen für Bau- und Technikgewerke (Instandsetzungen, Modernisierungen und kleinere Umbaumaßnahmen) **Abteilung Technische Gebäudeausrüstung:** Festlegung der anlagentechnischen Standards des Amtes sowie Beratung der strategischen Ebene der Abteilungen Projektmanagement und Objektmanagement

### IHRE AUFGABEN

- Wahrnehmung der Bauherrenfunktion als Projektleitung bei extern vergebenen Planungsleistungen
- Projektsteuerung (Kosten-, Termin- und Qualitätssicherung)
- Entwicklung von Maßnahmen zur Werterhaltung und Modernisierung unter Beachtung von Wirtschaftlichkeit und Funktionalität
- Modernisierung von technischen Anlagen
- Mitarbeit an strategischen Projekten des Amtes

Ihre konkreten Aufgaben richten sich nach dem jeweiligen Einsatzbereich und können daher variieren.

### IHR PROFIL

- Abgeschlossenes Studium in der Fachrichtung Architektur, Bauingenieurwesen, Versorgungstechnik oder einer vergleichbaren Fachrichtung
- Ausgeprägte Kommunikationsfähigkeit, Teamfähigkeit, sicheres Auftreten
- Selbstständige und gewissenhafte Arbeitsweise, Organisationsfähigkeit
- Motivation und Engagement

### WIR BIETEN

- spannende und herausfordernde Tätigkeiten
- eine wertschätzende Willkommenskultur sowie eine qualifizierte Einarbeitung mit Patensystem
- attraktive Karrieremöglichkeiten und Förderung der persönlichen Weiterentwicklung
- eine individuelle Balance zwischen Beruf und Privatleben
- ein modernes Arbeitszeitmanagement und flexible Arbeitszeiten, Möglichkeit zu Homeoffice
- einen umfassenden Blick auf die Gesundheit und Bewegung

### SIND SIE INTERESSIERT?

Unter [www.karlsruhe.de/karriere](http://www.karlsruhe.de/karriere) erhalten Sie weitere Informationen zur Stadt Karlsruhe als Arbeitgeberin.

Lernen Sie uns kennen und was uns ausmacht.

Weitere Auskünfte erteilt Ihnen gerne Jürgen Kehrer, Bereichsleiter Personal und Organisation, **Telefon 0721 133-2650**

## BRINGEN SIE IHRE KARRIERE INS ROLLEN.

**RONALGROUP – Marktführer bei Leichtmetallrädern.**

Wenn es um Leichtmetallräder geht, kommt keiner an uns vorbei. Als Marktführer und Partner aller namhaften Automarken setzen wir mit unseren Innovationen neue Maßstäbe und verbinden Spitzentechnologie und kreatives Design mit höchster Qualität. Wir sind ein weltweit agierendes Unternehmen und setzen somit auch international neue Standards. An unseren Standorten in elf Ländern ist Teamwork nicht nur ein Begriff, sondern gelebte Firmenkultur.

**Unsere weltweit über 8000 Mitarbeiter sind unser wichtigstes Kapital. Deshalb suchen wir für die RONALGROUP immer wieder Mitarbeiter, die uns sowohl durch ihre fachliche Qualifikation wie auch mit ihrer Persönlichkeit überzeugen.**

## RONALGROUP

Möchten auch Sie einen entscheidenden Beitrag am weiteren Erfolg der **RONALGROUP** leisten? Dann freuen wir uns auf Ihre aussagefähige Bewerbung.

Bitte beachten Sie, dass nur Bewerbungen berücksichtigt werden, welche über unsere Online-Bewerbungsplattform eingereicht werden.

**RONAL GmbH**  
Karl-Wirth-Str.100, 76694 Forst

[jobs.de@ronalgroup.com](mailto:jobs.de@ronalgroup.com)  
<https://www.ronalgroup.com/karriere/>



# abilis iC

IT-Services & Consulting

## Java(Script)-Junkie oder SAP-Star?



Mach **Karriere**. Bewirb dich **jetzt!**

## Schaf auf 'nen geilen Job?

### Wir suchen Dich!

- » Junior Technical SAP Consultant (m/w)
- » Junior SAP Entwickler (m/w)
- » Java(Script)-Junkie (m/w)
- » Praktikanten
- » Werkstudenten
- » Thesianer
- » Absolventen

Alle Infos unter:

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

## HOBART

### STARTE JETZT DEINE KARRIERE BEIM WELTMARKTFÜHRER!



## KOMM IN EIN STARKES TEAM!

### WIR BIETEN

Bachelor- und Master-Studenten (m/w/d) der Ingenieurs- oder Wirtschaftswissenschaften spannende Möglichkeiten:

- Praxissemester und Abschlussarbeiten
- Werkstudententätigkeiten
- Masterstipendien

### WIR SUCHEN

Innovative Köpfe, die mit uns gemeinsam die Vision „Spülen ohne Wasser“ verfolgen und mit eigenen Ideen zum Erfolg unseres Unternehmens beitragen.

**JETZT ONLINE BEWERBEN!**

HOBART GmbH | [www.hobart.de](http://www.hobart.de)

## STUDIUM FERTIG...

## UND DANN?

## WIR SUCHEN DICH:

- Softwareentwickler C# .NET (m/w)
- Softwareentwickler JAVA SE (m/w)

Alles über uns und weitere Stellenangebote findest Du auf unserer Homepage!



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

**SeeTec GmbH**

Human Resources

Werner-von-Siemens-Str. 2-6

76646 Bruchsal

Tel.: 07251/9290-0

E-Mail: [recruiting-team@seetec.de](mailto:recruiting-team@seetec.de)

**SeeTec**  
An OnSSI Company

# Beste Perspektiven für Ingenieure



**Starten Sie** Ihre berufliche Laufbahn in einem mittelständischen internationalen High-Tech-Unternehmen. **Die Helmut Fischer GmbH Institut für Elektronik und Messtechnik** ist führender Spezialist für elektronische Schichtdickenmess-, Materialanalyse- und Werkstoffprüfgeräte. „Made in Germany“ ist ein wichtiger Bestandteil der FISCHER-Philosophie. Wir entwickeln und produzieren seit über 60 Jahren **innovative Messtechnik**, die auf der ganzen Welt zum Einsatz kommt: in der Automobilindustrie, im Schiffsbau, an Hochschulen, in Laboren, in der Edelmetallverarbeitung und in der Spitzentechnologie.

## Ihre Chance

**Wir beschäftigen** heute rund 300 Mitarbeiter am Stammsitz in Sindelfingen und über 600 Mitarbeiter weltweit.

**Entwickeln Sie** mit hochqualifizierten Ingenieuren und Wissenschaftlern, spezialisiert auf Elektronik, Konstruktion, Informatik, Physik und Chemie, laufend neue innovative Produkte und Verfahren.

**Wirken Sie** mit in einem erfolgreichen Unternehmen mit flachen Hierarchien an einem attraktiven Standort. Unser Firmensitz Sindelfingen liegt in naturnaher Umgebung mit sehr guter Infrastruktur und hervorragender Verkehrsanbindung.

**Wir unterstützen Sie** sowohl beruflich mit individuellen Weiterentwicklungsmöglichkeiten als auch persönlich durch interessante Sozialleistungen.

## Interessiert?

Dann senden Sie uns Ihre aussagekräftigen und vollständigen Bewerbungsunterlagen zu.

**Helmut Fischer GmbH**  
**Institut für Elektronik und Messtechnik**  
D-71069 Sindelfingen, Industriestraße 21  
Telefon +49(0) 7031/303-0  
Telefax +49(0) 7031/303-710  
[personal@helmut-fischer.de](mailto:personal@helmut-fischer.de)  
[www.helmut-fischer.de](http://www.helmut-fischer.de)



**fischer**®

Schichtdicke  Materialanalyse  Mikrohärtigkeit  Werkstoffprüfung

# Wir suchen **DICH!**

**systemeex**  
Brandschutzsysteme GmbH



Du befindest dich mitten im Studium oder stehst kurz vor deinem Abschluss, möchtest dir nebenher etwas dazuverdienen und Praxiserfahrung sammeln? Dann bist **DU** bei uns genau richtig!

Wir suchen Studierende eines betriebswirtschaftlichen und/oder technischen Studiengangs mit den unterschiedlichsten Schwerpunkten.

Wir freuen uns auf deine aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen!

**Praxissemester, Werkstudent, Abschlussarbeit, Direkteinstieg, ...**

Ihr Ansprechpartner:  
Herr Benjamin Köppel

Systeex Brandschutzsysteme GmbH  
Kinzigheimer Weg 106  
63450 Hanau  
Tel.: 06181/9452-105

**Jetzt informieren:**  
[www.systeex.de](http://www.systeex.de)

**BEWIRB DICH  
JETZT**



VACUUBRAND ist Marktführer bei Vakuumpumpen und -systemen im Labor. Wir entwickeln und fertigen alle unsere Geräte mit rund 250 Mitarbeitern am Standort Wertheim am Main. Unser Vertrieb ist in der ganzen Welt zu Hause. Grundlage unseres Erfolgs ist das hohe technische Niveau, die Kundennähe und die überragende Qualität, die wir durch eine große Entwicklungs- und Fertigungstiefe gewährleisten.



Vakuumentchnik im System

Zur Verstärkung unseres Teams suchen wir Sie als:

## Softwareentwickler (m/w)

### Das werden Sie machen...

- Entwicklung der Software für innovative Antriebstechnologien
- Softwarepflege unserer Produkte über den gesamten Lebenszyklus
- Eigenständige Projektplanung und Projektleitung
- Optimierung Ihrer Entwicklungsergebnisse mit unseren innovativen Vakuumsystemen
- Weiterentwicklung unserer vorhandenen Software

### ...das sollten Sie mitbringen...

- erfolgreich abgeschlossenes Studium der Informatik, Elektrotechnik oder vergleichbar
- sehr gute Kenntnisse in der Embedded-Softwareentwicklung mit C
- Kenntnisse im Bereich Regelungstechnik wünschenswert
- gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift
- selbstständige und zielorientierte Arbeitsweise

### ...und das erwartet Sie...

- interessante, verantwortungsvolle und abwechslungsreiche Aufgaben beim Marktführer für Vakuumpumpen im Labor
- erstklassige Ausstattung mit Arbeitsmitteln und Tools
- angenehmes Arbeitsklima mit flachen Hierarchien und kurzen Kommunikationswegen in einem kollegialen internationalen Team
- attraktives Vergütungssystem, moderne Sozialleistungen sowie flexible Arbeitszeiten
- vielfältige Möglichkeiten zur persönlichen und fachlichen Weiterentwicklung
- langfristige Zukunftsperspektive in einem Unternehmen in privater Hand mit sehr guten Wachstumsaussichten

Für weitere Informationen steht Ihnen unsere Personalreferentin Carolin Egenberger gerne unter **Tel. 09342 808-1814** zur Verfügung.

Ihre Bewerbung senden Sie bitte unter Angabe der Position an [jobs@vacuubrand.com](mailto:jobs@vacuubrand.com) oder an: **VACUUBRAND GMBH + CO KG** • Alfred-Zippe-Str. 4 • 97877 Wertheim • [www.vacuubrand.com](http://www.vacuubrand.com)

**igg** KONSTRUKTIVE  
WERTE

**DAS DURCHSCHNITTLICHE  
GIBT DER WELT  
IHREN BESTAND,  
DAS AUSSERGEWÖHNLICHE  
IHREN WERT.** Oscar Wilde

**Bauingenieur / Architekt gesucht!**  
Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung.

Ingenieurgesellschaft Gölkel IGG / Lenzhalde 16 / 70192 Stuttgart  
Telefon 0711-780 58-0 / Telefax 0711-780 58-25 / [info@igg-goelkel.de](mailto:info@igg-goelkel.de) / [www.igg-goelkel.de](http://www.igg-goelkel.de)

**Beratende Ingenieure für Hoch- und Tiefbau**

**WillisTowersWatson**

## Wir suchen Dich in Wiesbaden und Reutlingen!

Du bist ein talentierter Absolvent (w/m/d) aus  
einem der Studiengänge Mathematik,  
Rechtswissenschaften,  
Wirtschaftswissenschaften oder Informatik?

Nutze **Deine Chance** auf einen  
Karriereeintritt bei einem international  
agierenden Unternehmen mit flachen  
Hierarchien und kooperativer  
Unternehmenskultur!



Wusstest du, dass Willis Towers Watson der älteste Versicherungsmakler der Welt ist? Wir waren beispielsweise der Makler für die **Titanic**, den **Moon Buggy** aus der **Apollo Mission** und die **Hindenburg**.

### Interessiert?

Erfahre mehr über uns und unsere Karrieremöglichkeiten auf [www.willistowerswatson.com](http://www.willistowerswatson.com).

Ihre Leidenschaft für Innovation.  
Unsere Leidenschaft für Sensorik.



Intelligente Sensoren sind eine Schlüsselkomponente für Industrie 4.0 und das Industrial Internet of Things. In unserem neuen Digital Lab im Baumer High-Tech Center Bodensee bündeln wir unsere Kompetenzen, Methoden und Technologien für die digitale Transformation. Entdecken Sie Ihre Möglichkeiten in einem interdisziplinären Team aus Top-Talenten und entwickeln als Teil der internationalen Baumer Familie in Stockach zukunftsweisende IT-Lösungen für unsere Kunden in den Bereichen:

- Web- und Mobile Entwicklung
- Embedded Entwicklung
- .NET
- IoT-Plattformen (z. B. Azure, AWS, Predix)
- M2M/IoT-Protokolle (z. B. OPC UA, MQTT)

Starten Sie mit uns in Ihre Zukunft – im Praxissemester, für ein spannendes Thema Ihrer Abschlussarbeit oder «on the job».



## Spitzenleistung im Team

SCHUNK, das ist die weltweit erste Adresse, wenn es um die Ausstattung von Robotern und Produktionsmaschinen geht. Knapp 3.400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in 9 Werken und 33 Ländergesellschaften sorgen dafür, dass überall auf der Welt präziser, wirtschaftlicher und zuverlässiger produziert werden kann – mit erstklassigen Greifsystemen, Spann- und Nutzentrennmaschinen von SCHUNK.

Digitalisierung? Artificial Intelligence? Mensch-Roboter-Kollaboration? Service Robotics? Das kennen Sie alles schon? Gut! Dann sind Sie bei SCHUNK genau richtig. Denn hier entstehen Industrietrends von morgen und kundenspezifische Lösungen, an die noch keiner zu denken wagte.

Unser Team freut sich auf engagierte

## Entwicklungs- Ingenieure (m/w)

aus Mechatronik und Elektrotechnik

- Entwickeln von Systemstrukturen für komplexe Anwendungen im Bereich Robotik und Anlagenautomation
- Spezifizieren von Anforderungen, u. a. an mechatronische Schwenk- und Linearmodule, Greifer und Roboterarme

## Embedded Software- Entwickler (m/w)

- Entwicklung von Software auf embedded Plattformen
- Konzeptionierung und Implementierung von Softwaremodulen innerhalb des mechatronischen Firmwarebaukastens

## Data Scientists (m/w)

- Zusammenführen und Analysieren von produktionsrelevanten Daten aus unterschiedlichen Quellen auf modernen Cloud-Plattformen
- Entwickeln von Algorithmen zur Auswertung von Maschinen- und Prozessdaten zur Optimierung von Produktionsprozessen, Produktqualität und Performance

Weitere Informationen zu unserem Unternehmen und Ihren Einstiegsmöglichkeiten:  
[schunk.com/karriere](http://schunk.com/karriere)

SCHUNK GmbH & Co. KG  
Spann- und Greiftechnik  
Bahnhofstr. 106 – 134  
D-74348 Lauffen/Neckar  
[schunk.com](http://schunk.com)



## Starten Sie mit uns durch!



Bei BRAND entwickeln und produzieren rund 500 Mitarbeiter erstklassige Laborinstrumente, Verbrauchsmaterialien und Dosiersysteme. Hohe Qualität, innovatives Design sowie hervorragende Funktionalität und Bedienbarkeit zeichnen unsere Produkte aus. Gehen Sie die Herausforderungen in einem zukunftsorientierten, kontinuierlich wachsenden Unternehmen gemeinsam mit uns an und werden Sie Teil unseres Teams!

### Wir suchen Sie zum nächstmöglichen Zeitpunkt:

- Entwickler Elektronik für Laborgerätetechnik (m/w)
- Konstrukteur Serienentwicklung als Projektkoordinator (m/w)
- Manager Intellectual Property (m/w)
- Prozessentwickler Kunststofftechnik (m/w)
- Softwareentwickler .NET, C#, SQL (m/w)
- SPS-Entwickler Sondermaschinenbau (m/w)

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung:  
jobs@brand.de, Tel.: +49 9342 808-1900

**BRAND GMBH + CO KG**  
Otto-Schott-Str. 25  
97877 Wertheim  
www.brand.de



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



ONE WORLD • OUR APPROVAL



Hohe Spannungen, fliegende Verdrahtung, heiße Oberflächen und bewegte Teile... Was im Uni-Labor noch akzeptabel scheint, wird im täglichen Leben schnell zur gefährlichen Falle. Denn nicht jeder weiss um die Gefahren oder lässt sich durch Warnschilder abschrecken.

Nemko ist zur Stelle, wenn es darum geht, Geräte und Installationen sicher zu machen. Seit über 80 Jahren prüfen und zertifizieren wir alles, für das es eine Norm gibt - vom Küchenmixer bis zur Zentrifuge, von der Kochplatte bis zur Heizungsanlage. Und nicht nur Deutschland und Europa machen wir ein Stückweit sicherer. Auch bei internationalen Zertifizierungen sind wir ein verlässlicher Ansprechpartner und sorgen für stressfreien Marktzugang zu über 150 Ländern.

Und neben sicheren Geräten sorgen wir auch für sichere Fahrtreppen, Fluchtwege, Blitzableiter, Feuerlöschanlagen... und was sonst an öffentlichen Gebäuden oder Einrichtungen noch geprüft und abgenommen werden muss.

Einen Einblick in unsere Dienstleistungen finden Sie auf [www.nemko.com/de](http://www.nemko.com/de).

Und weil es bei Prüfung und Zertifizierung immer viel zu tun gibt, sind wir am Standort Pfnitztal ständig auf der Suche nach Verstärkung durch **Prüfingenieure**. Das gilt für unser akkreditiertes Sicherheits- und EMV-Labor als auch für die Prüfungen vor Ort an Gebäuden und Anlagen im Bereich der Revision.

Wenn Sie ein Studium der Fachrichtungen **Maschinenbau oder Elektrotechnik** erfolgreich abgeschlossen haben und einen verantwortungsvollen und abwechslungsreichen Job suchen, bewerben Sie sich bei Nemko.

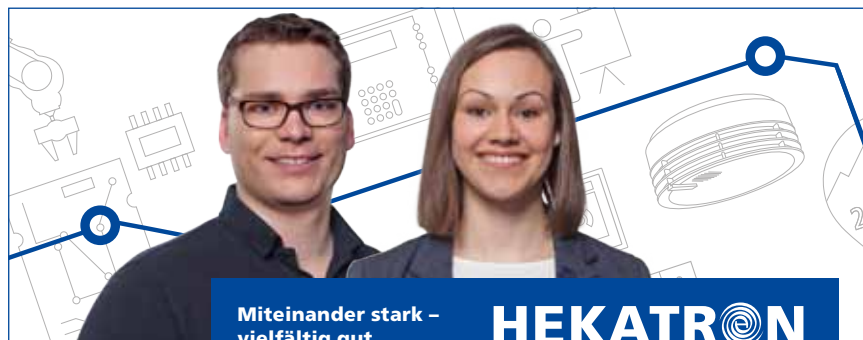
Bei uns finden Sie flache Hierarchien, offene Kommunikationskultur und echte Teamarbeit bei einer herausfordernden Aufgabe, die auf langfristige Zusammenarbeit baut.

### Wir freuen uns auf Ihre Bewerbungen!

**Nemko GmbH & Co. KG**  
- Bewerbung -

Reetzstr. 58  
76327 Pfnitztal

e-mail: [bewerbungen@nemko.com](mailto:bewerbungen@nemko.com)



Miteinander stark –  
vielfältig gut.

**HEKATRON**

Zwei Unternehmen, ein Standort und eine große Familie. Hekatron Brandschutz und Hekatron Manufacturing sind zwei eigenständige Gesellschaften und ein wichtiger Teil der familiengeführten Securitas Gruppe Schweiz. Unseren Standort haben wir in Sulzburg bei Freiburg. Zusammen bilden beide Unternehmen eine gemeinsame Basis und sind durch ein untrennbares Band miteinander verbunden. Tag für Tag liefern wir das ab, was wir am besten können: Qualität Made in Germany. Das möchten wir auch in Zukunft. Daher suchen wir Verstärkung in den Bereichen Elektrotechnik und Informatik.

- **Young Professionals (m/w/d)**
- **Hochschulabsolventen (m/w/d)**
- **Masteranten (m/w/d)**
- **Praktikanten (m/w/d)**

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

**Ihre Bewerbung:** Online unter [ausbildung@hekatron.de](mailto:ausbildung@hekatron.de)  
Für Rückfragen steht Ihnen Stefanie Huber ([hus@hekatron.de](mailto:hus@hekatron.de))  
oder 07634 500-157) zur Verfügung.



**Wir bieten Raum für Ihre Ideen.**  
Innovativ. Vielseitig. Weltweit.

Als führender Hersteller von Hochleistungskunststoffen wollen wir mit Ihren innovativen Ideen weiter einen Schritt voraus sein. Sie passen zu uns, wenn Sie einen Arbeitgeber mit spannenden und abwechslungsreichen Aufgaben suchen. Wir bieten Herausforderungen, Entwicklungsmöglichkeiten und Freiheiten bei der täglichen Arbeit.

Besuchen Sie unsere Karriereseite  
[ensingerplastics.com](http://ensingerplastics.com)



Die Technische Abteilung sucht zum  
nächst möglichen Eintrittstermin eine/n

*Kompetenz für ein gutes  
und sicheres Zuhause!*



## Bauingenieur/in oder Architekt/in

Wir sind eine Baugenossenschaft mit rund 1.700 Wohneinheiten in zentralen Wohngebieten der Stadt Karlsruhe. Die Hardtwaldsiedlung ist ein Traditionsunternehmen mit langjähriger Erfahrung in der Errichtung und Vermietung von Häusern und Wohnungen. Die vielfältigen Aufgaben im Sanierungs- und Entwicklungsbereich unseres Gebäudebestandes bietet die Grundlage für eine Tätigkeit mit abwechslungsreichen Handlungsfeldern. Die Technische Abteilung möchte ihr Team verstärken, um zukünftig mehr Projektplanung, -vorbereitung und -abwicklung im eigenen Haus zu erbringen.

Die **genauen Inhalte dieser Tätigkeit entnehmen Sie bitte unserer Homepage unter [www.hardtwaldsiedlung-karlsruhe.de](http://www.hardtwaldsiedlung-karlsruhe.de)**

Haben Sie Interesse, bei uns mitzuarbeiten? Dann senden Sie uns Ihre schriftliche Bewerbung an das Sekretariat der Hardtwaldsiedlung Karlsruhe eG Baugenossenschaft, Karlstr. 1, 76133 Karlsruhe oder an [JadrankaNena.Lacho@hardtwaldsiedlung-karlsruhe.de](mailto:JadrankaNena.Lacho@hardtwaldsiedlung-karlsruhe.de) bis zum 17.12.2018.



**WANTED:**  
**C# enthusiast in the  
Karlsruhe region!**

If you are all about writing high-quality C# and/or .NET code and you are looking for a new professional challenge, then join the agile software development team at BELLIN!

- JavaScript, React, HTML5, CSS3, RESTful, API design
- A passion for quality and test-driven/behavior-driven development, SOLID principles and clean code
- Fluent in English, German is a plus

We offer great working conditions and sophisticated, state-of-the-art technology in a work environment which inspires motivation.



[blln.to/jobs](http://blln.to/jobs)

BELLIN. More than a career.





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 Benzinerzeuger 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](http://www.miro-ka.de)**

Mineraloelraffinerie Oberrhein GmbH & Co. KG / 76187 Karlsruhe / [www.miro-ka.de](http://www.miro-ka.de)

Kontakt: Absolventen – Heidemarie Schultze / Tel. 0721 958-3341 / [bewerbung@miro-ka.de](mailto:bewerbung@miro-ka.de)

Studierende – Claudia Zöller / Tel. 0721 958-3226 / [zoeller.c@miro-ka.de](mailto:zoeller.c@miro-ka.de)

# Gestalten Sie die Zukunft.

Ihre Möglichkeiten bei ZEISS

// INNOVATION  
MADE BY ZEISS

Durch Globalisierung und Digitalisierung verändern sich Kundenerwartungen und Märkte sehr schnell. Wir ermöglichen die digitale Transformation, indem wir auf über 170 Jahre Innovation und die Entwicklung von digitalen Spitzenlösungen aufbauen.

Wir bieten unseren Kunden in den unterschiedlichsten Branchen eine breite Palette an Produkten, die Hard- und Software und Services miteinander verknüpfen. Wir arbeiten an marktprägenden Innovationen und Technologien von Morgen, die auf den Erfolg unserer Kunden ausgerichtet sind, und schaffen damit Mehrwert für Millionen Menschen auf der ganzen Welt.



Wir bieten Ihnen eine Vielzahl von abwechslungsreichen Stellenangeboten. Gestalten Sie gemeinsam mit uns die Zukunft.

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

