

lookKIT

DAS MAGAZIN FÜR FORSCHUNG, LEHRE, INNOVATION
THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION
AUSGABE/ISSUE #02/2021
ISSN 1869-2311



NACHHALTIGE .. MOBILITÄT

EINSTEIGEN: FAHRERLOSE ÖPNV-ELEKTROBUSSE

GET ON: DRIVERLESS SHUTTLES FOR PUBLIC TRANSPORT

GAS GEBEN: REGENERATIVE KRAFTSTOFFE

ACCELERATE: REGENERATIVE FUELS

ANKOMMEN: SICHERER STADTVERKEHR

ARRIVE: SAFE URBAN TRAFFIC

Weil Umwelt für uns mehr ist als nur ein Grünstreifen.

[KommzurAutobahn.de](https://www.kommzurautobahn.de)



**Die
Autobahn**
EINE FÜR ALLE.



Matthias M.
Umweltingenieur



LIEBE LESERINNEN UND LESER,

nachhaltige Mobilität hat viele Aspekte. Auf welche Antriebstechnologien für Kraftfahrzeuge setzen wir in Zukunft? Wie gestalten wir die Mobilitätsräume in der Stadt und auf dem Land? Wann ist Mobilität sozial gerecht? Mit diesen und vielen weiteren Fragen beschäftigen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am „KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“.

Ab Seite 10 erfahren Sie im Interview mit Dr. Bastian Chlond, Lisa Ecke und Miriam Magdolen vom Institut für Verkehrswesen (IfV) des KIT, wie sich das Mobilitätsverhalten von mehr und weniger Wohlhabenden unterscheidet und wie sich die Forschenden ein nachhaltiges Verkehrssystem vorstellen.

Dazu könnten etwa autonom fahrende Elektro-Shuttlebusse im ÖPNV gehören. Das Projekt RABus testet den Einsatz solcher Shuttles derzeit in Mannheim und Friedrichshafen (Seite 24). Auf Autobahnen könnten dynamische Tempolimits dazu beitragen, Abgas- und Lärmemissionen zu reduzieren. Wie sich sogenannte Streckenbeeinflussungsanlagen dafür einsetzen und intelligent steuern lassen, untersucht das Projekt U-SARAH live (Seite 16).

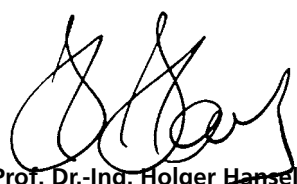
Als weitere Bausteine für die Verkehrswende entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Projekt reFuels regenerative Kraftstoffe (Seite 28), während im Projekt SKALE ein Demonstrator für ein skalierbares Ladesystem mit Photovoltaikanlage für Elektrofahrzeuge aufgebaut wird (Seite 34).

In einer nachhaltigen Mobilität nimmt der nicht-motorisierte Verkehr einen größer werdenden Raum ein. Radfahrerinnen und Fußgänger kommen sich in der Stadt jedoch häufig in die Quere. Wie sich der Verkehr so gestalten lässt, dass sich alle sicher fühlen, erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Projekt Cape Reviso (Seite 20).

Neben diesen vielfältigen Forschungsansätzen stellen wir Ihnen den InnovationCampus Mobilität der Zukunft vor. Dieser bündelt die Kompetenzen in Forschung und Innovation des KIT und der Universität Stuttgart und wird seit 2019 vom Land Baden-Württemberg gefördert. Forscherinnen und Forscher beider Institutionen arbeiten disziplinübergreifend zusammen, um den Wandel der Mobilität zu gestalten. Eines der aktuellen Projekte zeigen wir Ihnen ab Seite 46.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre!

Ihr



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



DEAR READER,

There are many aspects to sustainable mobility. Which automobile drive technologies will we rely on in the future? How will we shape our urban and rural mobility spaces? What is our vision of socially fair mobility? These and many other questions are on the agenda of scientists at “KIT – The Research University in the Helmholtz Association.”

In an interview with Dr. Bastian Chlond, Lisa Ecke, and Miriam Magdolen from KIT’s Institute for Transport Studies (IfV), starting on page 14, you can read how the mobility behaviors more or less wealthy people differ, and you are introduced to the researchers’ vision of a sustainable traffic system.

This could include, for example, autonomous electric shuttle buses in local public transport. In the RABus pilot project, such shuttles are currently being tested in Mannheim and Friedrichshafen (page 26). On freeways, dynamic speed limits can contribute to a reduction of exhaust gas and noise emissions. The potential use and intelligent control of these so-called freeway control systems are studied in the U-SARAH live project (page 18).

As further key elements of the traffic turnaround, regenerative fuels are being developed by scientists in the reFuels project (page 30). The SKALE project, in contrast, allows researchers to build a demonstrator of a scalable charging system combined with photovoltaics for electric vehicles (page 35).

Sustainable mobility is characterized by a growing share of non-motorized traffic. However, cyclists and pedestrians often get into each other’s way. Scientists in the Cape Reviso project investigate how traffic can be designed so that all road users feel safe (page 22).

Besides these manifold research approaches, this issue presents the “Mobility of the Future” InnovationCampus to you. This initiative, which has been funded by the State of Baden-Württemberg since 2019, pools the research and innovation expertise of KIT and the University of Stuttgart. Researchers of both institutions cooperate across disciplines to shape the evolution of mobility. To read about one of the current projects, turn to page 48.

I hope you enjoy your reading!

Yours,

INHALT / CONTENT



BLICKPUNKT / FOCUS

10 – 15 INTERVIEW: NACHHALTIGE MOBILITÄT – KLIMAFREUNDLICH UND SOZIAL GERECHT

Interview: Sustainable Mobility
– Climate-Friendly and Socially Fair

16 – 18 WENIGER STAU, WENIGER LÄRM, WENIGER ABGASE: DAS PROJEKT U-SARAH LIVE

Less Congestion, less Noise,
less Pollution: The U-SARAH live
Project

19 AUSGRÜNDUNG: NACHHALTIGER LKW-ANTRIEB DANK DIGITALEM ZWILLING

Startup: Sustainable Truck Drive
System Thanks to Digital Twin

20 – 22 STADTPLANUNG UND SICHERHEITS- GEFÜHL: DAS VERBUNDPROJEKT CAPE REVISO

Urban Planning and Sense of Security:
The Cape Reviso Joint Project



23 AUF EINE FRAGE: BRINGT DIE TRAM BALD PAKETE?

Just a Question:
Will Parcels soon be Delivered
by Trams?

24 – 27 EINSTEIGEN, BITTE! DAS PROJEKT RABUS BRINGT FAHRERLOSE ÖPNV-SHUTTLES AUF DIE STRASSE

All Aboard! RABus Project Launches
Driverless Shuttles for Local Public
Transport

28 – 32 SAUBER TANKEN: IM PROJEKT REFUELS ENTSTEHEN REGENERATIVE KRAFTSTOFFE

Clean Fuels: The reFuels Project
Produces Regenerative Fuels

33

AUGENBLICKIT: ROLLOUT DER NEUEN RENNWAGEN DER HOCHSCHULGRUPPE KA-RACEING
AUGENBLICKIT: Rollout of the new Racing Cars by the KA-Raceing University Team

34 – 35

SMART CHARGING SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLES: THE SKALE PROJECT

Intelligentes Ladesystem für Elektrofahrzeuge: Das Projekt SKALE

36 – 37

NACHRICHTEN
News

WEGE / WAYS

38 – 41

WÄLDER STÄRKEN MIT KI
Sustaining Forests with KI

GESICHTER / FACES

42 – 45

VERÄNDERUNGEN SIND IHR FACHGEBIET: DIE ALUMNA DER HECTOR SCHOOL, DR. EDA EPP
Changes are her Speciality:
Dr. Eda Epp, HECTOR School Alumna



ORTE / PLACES

46 – 48

NEUERFINDUNG DES AUTOMOBILS: DER INNOVATIONSCAMPUS MOBILITÄT DER ZUKUNFT
Reinventing the Automobile:
The Mobility of the Future
Innovation Campus

49

INTERNATIONAL NEWS
Internationale Nachrichten

HORIZONTE / HORIZONS

50 – 53

PORTRÄT EINES NATURWISSENSCHAFTLERS: HERMANN VON HELMHOLTZ
Portrait of a Natural Scientist:
Hermann von Helmholtz

54

UND SONST: INNOVATIVER WERKSTOFF, GEFÄHRLICH FÜR DIE LUNGE?
What Else: An Innovative Material –
But a Danger to the Lungs?



Abfahrt I

Januar 1898: Die Hänge des Schweizer Gornergletschers sind im Schnee versunken, im Hintergrund erhebt sich das Matterhorn über die Landschaft des Monte Rosa-Massivs. Nur ein Skiläufer weit und breit ist zu sehen, fotografiert von Wilhelm Paulcke – Skipionier, Lawinenforscher und von 1905 bis 1934 Professor für Geologie und Mineralogie an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Paulckes Liebe zu den Bergen entstand während seiner Kindheit in Davos, später gelangen ihm zahlreiche Erstbegehungen zu Fuß und auf den Skiern. Um 1885 eröffnete er eine der ersten Kletterrouten am Battertfelsen bei Baden-Baden im Nordschwarzwald. Als Mitbegründer des Deutschen, Österreichischen und Mitteleuropäischen Skiverbandes trug Paulcke dazu bei, den Skisport in den Alpen populär zu machen. Noch heute kann man im südschwarzwälder Höllental und im Silvretta-Gebirge die nach ihm benannten Paulcketürme erklimmen. So lässt sich Mobilität genießen.

Towards Mobility I

January 1898: The slopes of the Swiss Gorner Glacier are submerged in snow; in the background, the Matterhorn rises above the landscape of the Monte Rosa massif. Only one skier can be seen far and wide, photographed by Wilhelm Paulcke – skiing pioneer, avalanche researcher, and professor of geology and mineralogy at the Technical University of Karlsruhe from 1905 to 1934. Paulcke's love for the mountains was born during his childhood in Davos, and later he achieved numerous first ascents on foot and on skis. Around 1885, he opened one of the first climbing routes on the Battertfelsen rock near Baden-Baden in the northern Black Forest. As a co-founder of the German, Austrian, and Central European Ski Associations, Paulcke helped popularize skiing in the Alps. Still today, you can climb the Paulcke towers in the Höllental valley in the southern Black Forest and in the Silvretta mountains, both named after him. A great way to enjoy mobility.







Reicht es für olympisches Gold? Am Ende entscheiden tausendstel Sekunden über Sieg und Niederlage bei der Abfahrt der Rennrodler-Nationalmannschaft im Doppelsitzer. Um im Eiskanal den ausschlaggebenden Vorteil zu haben, setzt das Team nicht nur auf Training, sondern auch auf Wissenschaft. Im Windkanal des Instituts für Strömungsmechanik (ISTM) des KIT testen Forscherinnen und Forscher, wie windschnittig sich der Rodel samt Insassen im Windkanal verhält. Der Schlitten wird dafür auf einer Platte festgeschraubt, die mit Kraftsensoren ausgestattet ist. Anschließend werden Rodel und Fahrer mit unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten angeströmt. Dadurch kann der c_w -Wert, also der Strömungswiderstand des Doppelsitzers, bestimmt werden. Je kleiner der Widerstand gegen den Wind ist, desto schneller gleitet der Rodel durch die Bahn. Aerodynamik ist also alles. Und eine gute Mannschaft natürlich auch.

Towards Mobility II

Fast Enough for Olympic Gold? In the end, thousandths of a second decide between victory and defeat when the national luge team races down the ice channel on their double-seater. To have the decisive speed advantage on the track, the team relies not only on intense training, but also on science. In the wind tunnel of KIT's Institute of Fluid Mechanics (ISTM), researchers test the behavior of the luge and its riders. For this purpose, the luge is screwed onto a plate equipped with force sensors. Then, air at different speeds is blown over the luge and the athletes. This allows determining the c_w value, i.e. the flow resistance, of the two-seater. The smaller the wind resistance, the faster the luge slides down the track. So aerodynamics is the key to winning. And a good team, of course.

Nachhaltige klimafreundlich und

**DIE ÖFFENTLICHE DEBATTE
UM DIE VERKEHRSWENDE
KREIST VORNEHMLICH UM
DEN KLIMASCHUTZ.
VERKEHRSFORSCHERINNEN
UND -FORSCHER AM
KIT NEHMEN AUCH
SOZIALE FRAGEN
IN DEN BLICK**

VON DR. FELIX MESCOLI

Am Institut für Verkehrswesen (IfV) des KIT analysieren Forschende alljährlich die Erhebungsdaten des „Deutschen Mobilitätspanels“ (MOP). In diesem Projekt im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums wird das Mobilitätsverhalten der Menschen im Land gemessen. lookKIT sprach mit Dr. Bastian Chlond, dem Leiter der Mobilitätsforschungsgruppe am Institut, und den Wissenschaftlerinnen Lisa Ecke und Miriam Magdolen über die gravierenden Auswirkungen der Corona-Pandemie auf das Mobilitätsverhalten und über Fragen der Gerechtigkeit im Zusammenhang mit Mobilität.

lookKIT: Was verstehen wir überhaupt unter nachhaltiger Mobilität? Wäre nicht

die Mobilität, die gar nicht erst stattfindet, am nachhaltigsten?

Bastian Chlond: Erst mal dürfen grundsätzlich alle Menschen mobil sein, das ist eine Frage der Teilhabe. Allerdings sollte die Mobilität einen möglichst geringen Impact auf die Umwelt haben. Hier sehen wir massive Unterschiede.

Es gibt also einen Mobilitäts-Kuchen, der unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit eine gewisse Größe nicht überschreiten sollte, und die Frage ist, wie er verteilt wird?

Chlond: Im Prinzip könnte man das so sagen. Wir haben eine bestimmte Menge an Mobilität im Sinne von Personenkilometern, wir sehen aber eine extreme Abhängigkeit des kli-



Mobilität: sozial gerecht

Mobilität gehört zum Alltag. Doch welche Strecken mit welchen Verkehrsmitteln zurückgelegt werden, unterscheidet sich bei Arm und Reich, in der Stadt und auf dem Land

Mobility is part of everyday life. But which trips are traveled by which means of transport differs between rich and poor, in the city and in the countryside

marelevanten Mobilitätsumfangs vom Einkommen. Wer hat mehr und die größeren Autos und unternimmt mehr Fernreisen? Das sind insbesondere diejenigen mit den höheren Einkommen und einem höheren sozialen Status. Wer ist viel dienstlich unterwegs? Die Bevölkerungsgruppen mit höherer Bildung, die wiederum mehr verdienen. Da müssen natürlich auch wir Forscherinnen und Forscher uns an die eigene Nase fassen, ganz klar.

Andererseits sind das die sozialen Gruppen, die eine hoch entwickelte Industrie- und Informationsgesellschaft wie die unsere am Laufen halten, indem sie für Fortschritt sorgen.

Chlond: Ja, Forschung und auch der Austausch auf Konferenzen trägt zum Fortschritt

und damit auch zum ökonomischen Wohlstand bei. Aber wir sehen an uns selbst, dass die Dienstreisen einen ganz erheblichen Klima-Impact verursachen – vom vergangenen Corona-Jahr einmal abgesehen.

Wird die Dienstreisetätigkeit das Vor-Corona-Niveau wieder erreichen oder sich auf einem niedrigeren Level einpendeln?

Lisa Ecke: Dazu haben wir ganz aktuelle Zahlen aus dem Deutschen Mobilitätspanel, einer Studie, in der wir am Institut jährlich die Alltagsmobilität in Deutschland messen. Demnach hat sich das Verkehrsniveau im September und Oktober 2020, also kurz vor dem „Lockdown light“, schon sehr deutlich unter dem des Vorjahres befunden – und zwar quer durch alle gesellschaftlichen Schichten. So

zum Beispiel bei den Menschen im erwerbsfähigen Alter, bei denen viele Berufswege durch Homeoffice weggefallen sind, aber auch bei den Seniorinnen und Senioren über 70 Jahren, was wir auf deren erhöhte Gefährdung durch das Corona-Virus zurückführen. Wie sich das in Zukunft entwickeln wird, ist schwer zu sagen, aber wir erwarten durchaus, dass manche Strukturen zumindest in Teilen erhalten bleiben, was zum Beispiel das Arbeiten von zu Hause aus angeht. Die Menschen haben durch dieses Ereignis die Möglichkeit, ihr Mobilitätsverhalten zu verändern. Das passiert sehr selten. Dieses neue Verhalten wurde trainiert, und so bietet sich sicherlich eine Chance, das eigene Mobilitätsverhalten auch bleibend zu verändern. Zum Beispiel dahingehend, auch zukünftig häufiger von zu Hause



aus zu arbeiten. Berufsbedingte Wege würden so dauerhaft wegfallen.

Anders sieht es im Freizeitbereich aus: Ich kann mir gut vorstellen, dass viele Menschen nach dem Wegfall von Einschränkungen ihren Bewegungsradius wieder erweitern und entferntere Ziele anfahren. Von einem grundsätzlichen Rückgang wird man für die Zukunft also womöglich nicht ausgehen können.

Chlond: Das verstärkte Arbeiten im Homeoffice wird partiell bleiben, da bin ich mir sicher. Aber hier muss man wieder die soziale Dimension in den Blick nehmen: Homeoffice finden wir verstärkt bei den Privilegierten. Menschen mit eher schlechter bezahlten Jobs, wie etwa im Lieferdienst, haben gar nicht erst die Chance, ihre Mobilität einzuschränken. Wenn die Reichen weniger Kilometer machen, ist das zweifelsohne zu begrüßen, aber die Risiken dabei sind ungerecht verteilt. Dadurch öffnet sich die soziale Schere bei der Mobilität.

Allerdings ergeben sich auch Effizienzgewinne für die Unternehmen, etwa indem weniger Büroraum gebraucht wird oder Beraterinnen und Berater nicht mehr vor Ort sein müssen.

Chlond: Dem ist sicher so. Die Unternehmen waren gezwungen zu experimentieren, was in einem eher fortschrittskeptisch eingestellten Land wie Deutschland schon ungewöhnlich ist. Corona war da, es musste etwas passieren. So einen Digitalisierungsschub wie jetzt werden wir nie wieder erleben.

Ecke: Im Deutschen Mobilitätspanel haben wir im vergangenen Jahr auch messen können, dass durch die Corona-Pandemie die Nutzung digitaler Dienste massiv zugenommen hat. Wir führen dieses Interview ja jetzt

auch virtuell-digital mittels eines Software-Tools. Sich nicht physisch zu treffen und auf Videochat und -telefonie auszuweichen, ist im privaten Bereich ebenso üblich geworden.

Wird der Rückgang von Mobilität in den beschriebenen Bereichen durch ein Plus bei den Lieferdiensten, der Post und im Onlinehandel wieder zunichtegemacht?

Chlond: Da ist eine Prognose schwierig. Die neuen Dienste haben sich etabliert, und durch den Onlinehandel wird es räumliche Strukturveränderungen geben, etwa indem Läden pleitegehen und verschwinden. Aber lassen Sie uns die soziale Dimension noch einmal in den Blick nehmen: Auf die geringeren Einkommen entfallen im Alltag weniger Kilometer pro Person und Tag. Die Reichen legen in einer Woche etwa anderthalb Mal so viele Kilometer zurück. Bei den Fernreisen, ob beruflich oder im Urlaub, ist der Unterschied noch viel eklatanter.

Miriam Magdolen: Wenn wir uns den Fernverkehr anschauen, sehen wir, dass dieser in der Bevölkerung sehr ungleich verteilt ist. Verhältnismäßig wenige Personen, die Berufstätigen, die Reichen, unternehmen sehr viele Reisen, während der Großteil der Bevölkerung nur sehr wenig reist. Die Verkehrsleistung, also die Anzahl der in einem Jahr zurückgelegten Kilometer, hängt sehr stark mit dem ökonomischen Status zusammen. Dabei sind das Entscheidende die Flugreisen. Denn der Anteil der Kilometer, die mit dem motorisierten Individualverkehr, also dem Auto, oder auch nicht-motorisiert zurückgelegt werden, ist über alle Statusgruppen hinweg ähnlich. Die Verkehrsleistung mit dem Flugzeug nimmt hingegen ganz extrem zu, sogar wenn man Personen mit hohem und sehr hohem ökonomischen



Nachhaltige Mobilität auf dem Campus des KIT

Am KIT wird an nachhaltiger Mobilität nicht nur geforscht, sie wird auch gelebt. Zwischen den Standorten Campus Nord, Campus Süd und Campus Ost pendeln täglich kostenfrei zwei umweltfreundliche, mit Wasserstoff betriebene Busse. Auch eine Wasserstofftankstelle gehört zur Infrastruktur, die zeigt, wie eine zukunftsfähige Energienutzung funktionieren kann. Wer den Bus einmal verpasst hat und eine Mitfahrgelegenheit benötigt, findet über die drei Mitfahrbänke am Campus Süd und Campus Nord Anschluss für den Heimweg. Für kurze Dienstwege können die Beschäftigten am Campus Nord Dienstfahräder leihen. Für längere Strecken ist die Dienstwagenflotte

unter anderem mit Elektro- und Hybridfahrzeugen ausgestattet – das Angebot wird stetig erweitert. Auf dem KIT-Mobilitätsportal „mobport“ erhalten Mitarbeitende und Studierende zudem zahlreiche Informationen für ein nachhaltiges Mobilitätsverhalten auf den Wegen zu, auf und zwischen den Campus und erfahren, wie Dienstfahrten und Dienstreisen ökologisch durchgeführt werden können. Damit es mit dem Rad auch immer rund läuft, haben die Studierenden des AK Fahrrad Campus zwei Reparatur- und Pumpstationen auf dem Campus Süd aufgestellt. Zudem ist die Gruppe mit einer fahrbaren Radwerkstatt auf dem Gelände unterwegs.

Dr. Bastian Chlond, Leiter der Forschungsgruppe Mobilitätsforschung, und die Wissenschaftlerinnen Lisa Ecke (oben) und Miriam Magdolen (unten) nehmen nicht nur den Klimaschutz, sondern auch soziale Fragen im Zusammenhang mit Mobilität in den Blick

Dr. Bastian Chlond, head of the travel behaviour research group and the scientists Lisa Ecke (top) and Miriam Magdolen (bottom) take a look not only at climate protection, but also at social issues related to mobility



FOTO: MANUEL BALZER



FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: ANDREA FABRY

ANZEIGE

Unser Papierkram hinterlässt einen bleibenden Eindruck.

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

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

HESSEN



JETZT BEWERBEN: lbih-karriere.de

Wir bilden auch aus!



Sustainable Mobility: Climate-Friendly and Socially Fair

The debate on sustainable mobility is centered on Mitigation of Climate Change. Transport Scientists at KIT also Consider the Social Impact

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

Every year, researchers at the Institute for Transport Studies (IfV) of KIT analyze the data of the German Mobility Panel – an annually repeated survey – to measure and interpret the travel behavior of German citizens. lookKIT talked to Dr. Bastian Chlond, head of the travel behavior research group, and the scientists Lisa Ecke and Miriam Magdolen about the impact of the COVID-19 pandemic on mobility behavior and about fairness issues in mobility in Germany.

“The level of traffic in September and October 2020, that is during the COVID-19 pandemic, was significantly lower than the year before – and this is true across all social classes,” Ecke observes. On the professional side, more work from home and video conferences are expected to avert travel and business trips in the future. However, on the leisure side, things will be different: “I can well imagine many people will extend their radius of movement and travel to more distant destinations again after the crisis,” says the researcher. A general rule is that persons with a lower income cover fewer kilometers per day and per person. Rich people cover 1.5 times that distance per week in daily travel. However, in long-distance travel, the difference is even more stunning, both for business and for vacation. The biggest impact on climate is due to travel by air. A large discrepancy can also be found with respect to the so-called ‘spatial types’: in the countryside, people are covering greater distances in daily travel because the distances to work or to the shops are greater. People in cities travel fewer kilometers in their daily routines. This, however, is overcompensated by their tendency to travel long distances more often. Their overall distances travelled are thus as high as those of country people, if not even higher.

The researchers consider financial incentives as a possibility to promote more sustainable mobility. “An example is more realistic CO₂ pricing,” explains Magdolen. “For business trips, the most climate-friendly means of transport should be obligatory, instead of the cheapest one. If there were true assessments of the damage caused by a single ton of CO₂, the overall societal valuation standards would change,” says Chlond. “People would use their cars less or fly less and railways would have a realistic chance of participating in the market – for example with night trains.”

The researchers found out that people often feel a dependency on the car – which actually does not exist. By using public transport in Germany, which covers nearly the entire country, almost everybody has the opportunity to reach his or her place of work, even though this might be cumbersome and take a long time. “A sustainable public transport system must be designed in such a way that it is not only beneficial for the climate, but also enables humans to meet their everyday needs such as work, shopping, education, and leisure activities,” Chlond adds. ■

Contact: bastian.chlond@kit.edu, lisa.ecke@kit.edu,
miriam.magdolen@kit.edu

Read more about the research on sustainable mobility at KIT at:
www.kit.edu/kit/nachhaltige-mobilitaet.php

Read more about the German Mobility Panel (MOP) at: www.mobilitaetspanel.de



Status miteinander vergleicht. Zwar sind Flugreisen seltene Ereignisse, da aber oft schon mit einem Flug sehr viele Kilometer zurückgelegt werden, sind diese hinsichtlich des Klima-impacts eklatant.

Chlond: Auch die Menschen, die sozioökonomisch betrachtet als arm gelten, wie zum Beispiel Studierende, fliegen gelegentlich. Aber Reiche haben mehr Gelegenheit, das Klima zu schädigen, indem sie sich viele Kilometer in kurzer Zeit kaufen können. Da kommt wieder die soziale Dimension ins Spiel, wenn es darum geht, Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen. Wie bereits gesagt, sind sich Arme und Reiche im Alltagsverkehr ziemlich ähnlich. Autofahren, das tun alle. Den Unterschied machen die Fernreisen. Ja, da ist auch die berufliche Mobilität dabei, aber eben auch Kurzurlaube und Städtetrips.

Magdolen: Große Diskrepanzen gibt es auch bei den sogenannten Raumtypen: Auf dem Land legen die Menschen im Alltag mehr Strecke im Sinne von Personenkilometern zurück, weil sie weitere Wege zur Arbeit oder zum Einkaufen haben, während die Menschen in den Städten weniger Kilometer zurücklegen. Die geringeren Kilometer im Alltag werden aber unter Umständen stark überkompensiert, indem die Stadtbewohner mehr Fernreisen machen. Sie haben in Summe also eine genauso große, wenn nicht sogar größere Verkehrsleistung wie die Menschen auf dem Land. Das Klischee vom Stadtbewohner, der nur kurze Wege zurücklegt und alles mit dem Fahrrad fährt, stimmt also nicht, weil er eben auch zumindest statistisch im Mittel mehr Flugreisen im Jahr unternimmt als der Landbewohner.

Chlond: Anders gesagt, im Alltag ist alles top, aber die wissenschaftliche Tagung in den USA und der Urlaub in Übersee machen die schöne Bilanz für die Stadtbewohner wieder komplett zunichte.

Aber was sind denn überhaupt die Handlungsoptionen? Auch in Zukunft wird sich nicht jeder Businessstrip vermeiden lassen.





FOTO: GABI ZACHMANN



FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: GABI ZACHMANN

Magdolen: Ganz verschwinden werden auch wissenschaftliche Konferenzen sicher nicht. Es ist allerdings nur bei Appellen zu belassen, sich beim Fliegen zu beschränken, halte ich auch für schwierig. Ein probates Mittel wären finanzielle Anreize zum Beispiel über eine realistischere CO₂-Bepreisung. Auch bei Dienstreisevorgaben in Institutionen und Unternehmen könnte statt des günstigsten Preises das klimafreundlichste Verkehrsmittel obligatorisch sein.

Chlond: Ich weiß von Kollegen, die zu einer wissenschaftlichen Tagung in Finnland mit dem Zug angereist sind. Möglich ist so etwas ohne Weiteres. Nur müssten die Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber eben auch bereit sein, einen viel höheren Zeitaufwand für geschäftliche Reisen in Kauf zu nehmen. Dafür wird die Ersparnis bei der Reise- und Arbeitszeit im Moment aber viel zu hoch bewertet. Käme man endlich zu wahren Aussagen, was eine Tonne CO₂ tatsächlich an Schaden verursacht, würden sich die gesamtgesellschaftlichen Bewertungsmaßstäbe ändern. Das Verhalten würde sich dann auch hinsichtlich der Summe der zurückgelegten Kilometer ändern. Es würde weniger Auto gefahren oder geflogen, und die Bahn hätte eine realistische Chance, am Markt zu partizipieren – zum Beispiel mit Nachtzügen. Die Abhängigkeit der Menschen vom Auto ist oft nämlich nur gefühlt, auch das haben wir gemessen. Dabei geht es um die Frage, wie dringend jemand ein Auto braucht, um sein tägliches Leben zu bewerkstelligen. Natürlich gibt es viele Menschen, die im Alltag auf ein eigenes Fahrzeug angewiesen sind. Bei denen aber, die das nur rein subjektiv so empfinden, könnten Maßnahmen wie eine höhere CO₂-Bepreisung wirken.

Gibt es Aspekte nachhaltiger Mobilität, die wegen der Dominanz der Klimafrage in der Debatte vergessen werden?

Chlond: Ja, die soziale Komponente. Wir haben in Deutschland – das muss man wirklich einmal betonen – einen nahezu flächendeckenden öffentlichen Verkehr. Fast jeder hat die Chance, seinen Arbeitsplatz mit öffentli-

chen Verkehrsmitteln zu erreichen. Es kann zwar umständlich sein und etwas dauern, aber ich komme mit den öffentlichen Verkehrsmitteln im Grunde überall hin. In anderen Ländern und Gesellschaften ist das nicht so, sodass die Menschen dort keine Alternative zum eigenen Fortbewegungsmittel haben. Wer sich dort kein Auto leisten kann, bleibt ausgeschlossen. Ein nachhaltiges Verkehrssystem muss also so gestaltet sein, dass es nicht nur das Klima schont, sondern den Menschen auch ermöglicht, ihre Alltagsbedürfnisse wie Arbeiten, Einkaufen, Bildung oder Freizeitgestaltung ohne eigenes Auto zu erfüllen.

In einem dichtbesiedelten Raum wie Mitteleuropa mag das ja noch realisierbar sein, aber in einem Flächenland wie den USA scheint das schwer vorstellbar.

Chlond: Die Raumstruktur spielt sicherlich eine Rolle, aber natürlich sind das auch gewachsene Kulturen. Schweden zum Beispiel ist auch ausgesprochen dünn besiedelt, leistet sich aber den Luxus eines öffentlichen Verkehrs, mit dem man mehr oder weniger überall hinkommt – auch in die Dörfer. Es ist eine gesellschaftliche Frage, wo man die Prioritäten setzt. Dann ist nachhaltige Mobilität in dünn besiedelten Räumen sowohl in ökologischer als auch sozialer Hinsicht durchaus machbar.

Ein nachhaltiges Verkehrssystem muss so gestaltet sein, dass es nicht nur das Klima schont, sondern auch die Erfüllung der Alltagsbedürfnisse der Menschen wie Arbeiten oder Einkaufen ohne eigenes Auto ermöglicht

A sustainable transport system must be designed in such a way that it not only protects the climate, but also enables people to meet their everyday needs, such as working or shopping, without the need for their own car

Wie würde das zum Beispiel aussehen?

Chlond: Große Distanzen würden mit vielen Fahrgästen gebündelt in einem Gefäß, das heißt im selben Fahrzeug, zurückgelegt werden, zum Beispiel mit dem Zug oder auch mit Fernbussen. Auf der letzten Meile, also auf der Etappe zwischen der Station des gebündelten öffentlichen Verkehrs und der eigentlichen Quelle oder dem Ziel einer Fahrt könnte man etwa autonom fahrende Shuttles einsetzen, die per App angefordert werden und bei Bedarf auch den hintersten Weiler ansteuern. Bei uns in der Region wird ja ein solcher Service gerade erprobt. Die technologischen Möglichkeiten sind also vorhanden und werden auch gerade hier am KIT stetig weiterentwickelt. ■

Kontakt: bastian.chlond@kit.edu,
lisa.ecke@kit.edu,
miriam.magdolen@kit.edu

Mehr zur Forschung rund um das Thema nachhaltige Mobilität am KIT erfahren Sie in unserem Online-Dossier unter:
www.kit.edu/kit/nachhaltige-mobilitaet.php

Mehr zum Deutschen Mobilitätspanel (MOP) finden Sie unter:
www.mobilitaetspanel.de

Der Anteil der Kilometer, die mit dem Auto zurückgelegt werden, ist über alle Statusgruppen hinweg ähnlich. Die großen Unterschiede finden sich bei den Fernreisen

The share of kilometers traveled by car is similar across all status groups.

The major differences are found in long-distance travelling



FOTO: AMADEUS BRAUMSIEPE

Weniger Staus, weniger Lärm, weniger Abgase



FOTO: AMADEUS BRAMSEIPE

FOTO: IRINA WESTERMANN

DAS PROJEKT
„U-SARAH LIVE“
SOLL UMWELT-
BELASTUNGEN AN
AUTOBAHNEN
REDUZIEREN

VON CORNELIA MROSK

Hohes Verkehrsaufkommen sorgt für stockenden Verkehr, Staus, Lärm und Abgase auf Autobahnen. Abhilfe schafft ein intelligentes Verkehrsmanagement mithilfe sogenannter Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA). Diese gibt es auf stark frequentierten Autobahnabschnitten mit erhöhter Stauanfälligkeit. Abhängig von der aktuellen Verkehrssituation geben sie dynamische Geschwindigkeitsbegrenzungen und temporäre Überholverbote vor und warnen Autofahrer vor Staus. Damit optimieren sie den Verkehrsfluss und erhöhen die Verkehrssicherheit. Zudem können SBA Umweltbelastungen wie Lärm und Schadstoffemissionen reduzieren. Wie sich dieser positive Effekt noch stärker nutzen und verbessern lässt, untersucht das vom KIT koordinierte Forschungsprojekt U-SARAH live.

Ziel des Forschungsprojekts U-SARAH live ist es, Lärm und Abgase an Autobahnen mithilfe einer dynamischen Umweltsteuerung für SBA zu reduzieren. Die Umweltsteuerung soll die aktuelle Emissionslage einbeziehen, um den Verkehr nicht unnötig zu verlangsamen. Der Einsatz der Technik hat gegenüber statischen Tempolimits Vorteile. Denn statische Limits würden die Geschwindigkeit unabhängig von der Emissionslage beschränken und damit unter Umständen die Fahrzeit unnötig verlängern. Dadurch ist die Akzeptanz von Verkehrsteilnehmenden gegenüber statischen Tempolimits geringer als gegenüber dynamischen Tempolimits, die im Zusammenhang mit der Verkehrssituation oder der Emissionslage stehen. Voraussetzung für die Entwicklung solch einer intelligenten Steuerung ist die Messung des Verkehrsaufkommens und der Geschwindigkeit der typischen Fahrzeu-



setzt es anschließend zur Bewertung der Umweltwirkung ein. Auf diese Weise können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Auswirkungen einer dynamischen Umweltsteuerung mithilfe der Simulation schon vor der Implementierung in den realen Straßenverkehr untersuchen.

Akzeptanz der Verkehrsteilnehmenden berücksichtigen

„Für belastbare Simulationsergebnisse müssen wir die Akzeptanz der Geschwindigkeitsbeschränkungen durch die Verkehrsteilnehmenden realitätsnah abbilden“, führt Weyland weiter aus. „Idealisierte Annahmen zum Geschwindigkeitsverhalten würden das Einsparpotenzial von Schadstoffemissionen eher überschätzen.“ Nur weil eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 120 Kilometern pro Stunde angezeigt werde, heiße das nicht, dass sich alle Fahrerinnen und Fahrer daran hielten. Die Akzeptanz der Geschwindigkeitsbeschränkungen spiegelt sich in mikroskopischen Verkehrsflussmodellen wider; hauptsächlich in der statistischen Verteilung der verschiedenen Wunschgeschwindigkeiten der Fahrerinnen und Fahrer. Das Forschungsteam untersucht für die Simulation geeignete Verteilungen im Rahmen einer KI-basierten Akzeptanzstudie, die von der EDI GmbH auf Basis umfangreicher historischer Daten entwickelt wird. Die Künstliche Intelligenz wird dabei anhand von historischen Verkehrsdaten trainiert. Die Studie soll die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von den angezeigten Geschwindigkeitsbeschränkungen, Warnungen und der Verkehrsdichte ermitteln. Das Ergebnis zeigt die Verteilung der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten für Pkws und Lkws. Ein ebenfalls von der EDI GmbH entwickeltes, KI-basiertes Modell prognostiziert den Verkehr einige Minuten voraus und kann dadurch die Fehlalarmrate der SBA-Steuerung senken. Auf diese Weise lässt sich die Akzeptanz der SBA durch die Fahrerinnen und Fahrer erhöhen und die Verkehrs- und Umweltwirkung verbessern.

Wie werden die Emissionen berechnet?

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler berechnen die vom simulierten Verkehr verursachten Emissionen mithilfe des „Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA) für Luftemissionen und der Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19) für Lärmemissionen. Im Hinblick auf die Luftemissionen berücksichtigt das Team die CO₂-, NO_x- und Feinstaubemissionen. Das HBEFA ist ein makroskopisches Modell, das zur Emissionsberechnung den gesamten Verkehr in Verkehrszustände (flüssig, dicht, gesättigt, Stop & Go)



Das wachsende Verkehrsaufkommen auf Autobahnen sorgt für stockenden Verkehr, Staus, Lärm und Abgase. Ein intelligentes Verkehrsmanagement mithilfe von SBA schafft Abhilfe

The growing volume of traffic on highways is causing gridlock, congestion, noise and exhaust fumes. Intelligent traffic management with the help of SBA provides relief

Foto: Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement

Ziel des Forschungsprojekts
U-SARAH live: Lärm und Abgase an Autobahnen mithilfe einer dynamischen Umweltsteuerung für Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA) reduzieren

Aim of the research project
U-SARAH live: To reduce noise and exhaust fumes on freeways with the aid of dynamic environmental control for roadway control systems (SBA)

ge, die auf der Autobahn unterwegs sind, wie Lkws und Pkws.

Claude Weyland, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Verkehrswesen (IfV) des KIT, erläutert: „Zunächst untersuchen wir die Wirkung von SBA auf den Verkehr auf entsprechend ausgestatteten Autobahnabschnitten. Dazu nutzen wir ein mikroskopisches Verkehrsflussmodell eines rund 30 Kilometer langen Abschnitts der A5 bei Frankfurt, inklusive aller Steuerungsmaßnahmen. Dieses Modell bildet einzelne Fahrerinnen und Fahrer beziehungsweise Fahrzeugeinheiten mit ihrem Fahrverhalten ab.“ Die Verkehrs- und Anzeigedaten für das Modell stellt die Verkehrszentrale Deutschland, die seit dem Jahreswechsel zur Autobahn GmbH gehört, zur Verfügung. Anhand der realen Daten kalibriert das Forschungsteam das Modell und

einordnet und keine einzelnen Fahrzeugeinheiten berücksichtigt. „Für die Emissionsberechnung in der Simulation ist auch ein mikroskopischer Ansatz möglich, denn uns stehen raumkontinuierliche Daten auf Einzelfahrzeugebene für den simulierten Verkehr zur Verfügung“, erklärt Weyland. „Bestehende, reale SBA erheben jedoch Verkehrsdaten an lokalen Messquerschnitten, sodass die Informationen über Geschwindigkeit und Beschleunigung nicht für jedes Fahrzeug zu jedem Zeitpunkt bekannt sind. Da das Ziel unseres Projekts die Implementierung einer Umweltsteuerung in bereits existierende SBA ist, haben wir uns für den makroskopischen Ansatz entschieden. Dieser kann über die Simulation hinaus auch im Realbetrieb zum Einsatz kommen.“ Die Emissionsberechnung werde jedoch zusätzlich um einen mikroskopischen Berechnungsansatz erweitert. So könnten die Ergebnisse gegenübergestellt und die berechneten Emissionen validiert werden. Lokale Immissionsmessungen der NO_x- und Feinstaubwerte, die von der Verkehrszentrale Deutschland am



*Claude Weyland,
wissenschaftliche Mitarbeiterin
am Institut für Verkehrswesen
(IfV) des KIT*

*Claude Weyland, research
associate at the Institute for
Transport Studies (IfV) of KIT*



FOTO: AMADEUS BRAMSTIEPE

Less Congestion, Less Noise, Less Pollution

“U-SARAH live” Project to Reduce Environmental Burden along Freeways

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

Heavy traffic causes congestion, noise, and pollution on our freeways. This can be mitigated by intelligent traffic management systems that use freeway control systems. These systems already exist on freeway sections that are congested more frequently. Depending on the current traffic situation, they dynamically display speed limits, temporary overtaking bans, or congestion warnings. In addition, freeway control systems can reduce the environmental burden from noise and pollutants. In the “U-SARAH live” research project coordinated by KIT, researchers seek to enhance these positive effects. The goal is to reduce noise and pollutants along freeways by managing freeway control systems dynamically.

Claude Weyland, research assistant at KIT’s Institute for Transport Studies, explains: “First of all, we will study the impact of freeway control systems on the corresponding freeway sections. For this purpose, we use a traffic flow model of a 30-km section on the A5 freeway near Frankfurt, including all traffic control measures.” Traffic and display data for the model is provided by the Autobahn GmbH (German Federal freeway infrastructure company). Using this model, the research team simulates the impacts of dynamic environmental monitoring and control.

“In order to obtain robust results, we map the real-world acceptance of speed limits by drivers,” says Weyland. “With idealized assumptions, we would tend to overestimate the potential for pollutant emission reduction.” In an AI-based acceptance study which will be developed by EDI GmbH based on existing data sets, the scientists analyze the actual speeds driven, also in relation to the displayed speed limits.

The results show that the dynamic environmental monitoring and control system has its greatest impact outside of rush hours. “The environmental monitoring program will only activate emission-related speed limits if the freeway section is not utilized to full capacity. During times of high utilization, conventional control programs already have a positive impact on the exposure to pollution,” explains Weyland. Finally, the environmental monitoring and control system will be tested and evaluated under real-life conditions. In the course of their research project, the scientists will try to find out whether there is further potential for the reduction of emissions. ■

Contact: claudeweyland@kit.edu

For an episode of our podcast KIT.audio with an interview with Claude Weyland and Sebastian Buck about the project U-SARAH live click www.kit.edu/kit/nachhaltige-mobilitaet.php

untersuchten Streckenabschnitt durchgeführt werden, ergänzen die Berechnung der Verkehrsemissionen in der Simulation.

Positiver Effekt ist messbar

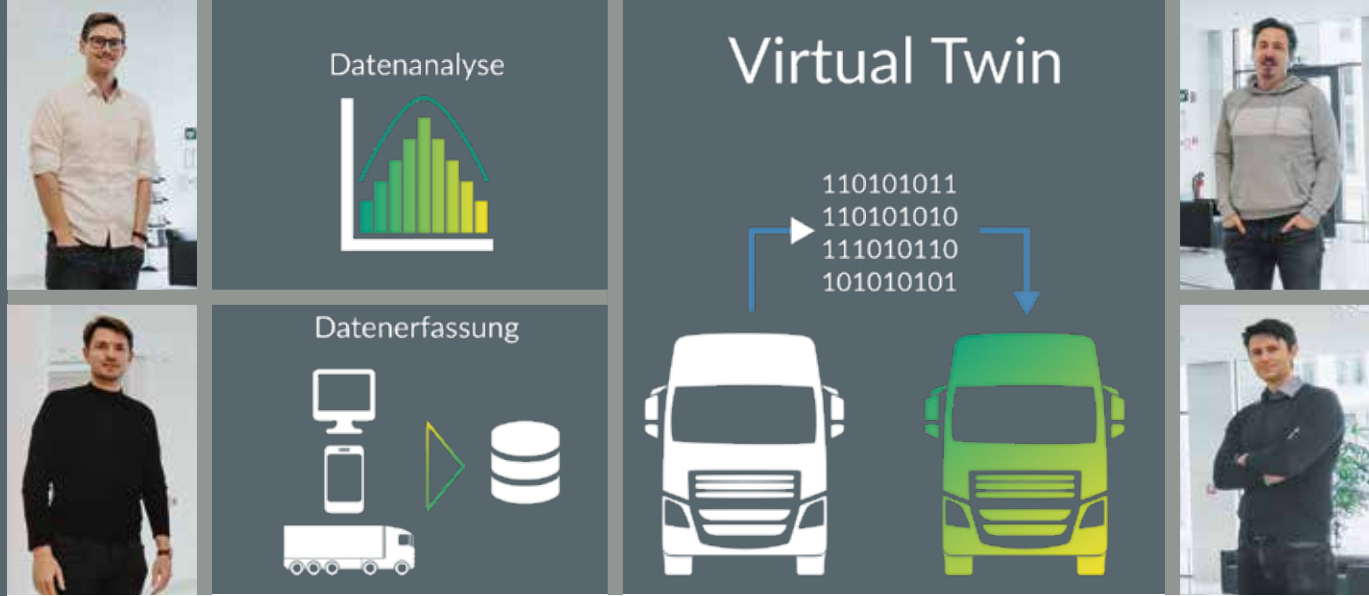
Erste Simulationsergebnisse zeigen einen positiven Effekt emissionsabhängiger Steuerungskriterien auf alle betrachteten Luft- und Lärmemissionen. Die Umweltsteuerung wird geschaltet, wenn die berechneten NO_x- oder Feinstaubemissionen einen gewissen Grenzwert überschreiten. Ihr größtes Potenzial weist die dynamische Umweltsteuerung außerhalb der Spitzenstunden auf. „Emissionsbedingte Geschwindigkeitsbeschränkungen kommen über das Umweltprogramm nur zum Einsatz, wenn der Autobahnabschnitt nicht vollständig ausgelastet ist, da bei hoher Auslastung bereits konventionelle Steuerungsprogramme aktiv sind“, erklärt Weyland. Für hochbelastete Verkehrssituationen habe sich gezeigt, dass eine Optimierung des Verkehrsflusses durch die gängigen SBA bereits Emissionen reduziere, denn ein harmonisierter Verkehr verursache an sich schon weniger Emissionen als eine unruhige Verkehrssituation.

Schließlich soll die Umweltsteuerung in einem Praxistest unter realen Bedingungen getestet und evaluiert werden. Die Erfahrungen aus dem Praxistest fließen in die Evaluierung, Weiterentwicklung und Validierung des Verkehrsflussmodells ein, inklusive der Umweltsteuerung, des Akzeptanzmodells, des Prognosemodells und der Emissionsberechnung. Ob sich weitere Potenziale für Emissionseinsparungen erschließen lassen, wird im Laufe des Forschungsprojekts kontinuierlich untersucht. ■

Kontakt: claudeweyland@kit.edu

Eine Folge unseres Podcasts KIT.audio mit einem Interview mit Claude Weyland und Sebastian Buck zum Projekt U-SARAH live finden Sie in unserem Online-Dossier unter: www.kit.edu/kit/nachhaltige-mobilitaet.php





NACHHALTIGER LKW-ANTRIEB DANK DIGITALEM ZWILLING

SOFTWARE DER AUSGRÜNDUNG „CAMIDEOS“ UNTERSTÜTZT BEIM UMSTIEG VON DIESEL AUF ALTERNATIVEN

SUSTAINABLE TRUCK DRIVE SYSTEM THANKS TO DIGITAL TWIN

SOFTWARE DESIGNED BY „CAMIDEOS“ SUPPORTS TRANSITION TO ALTERNATIVE DRIVE TECHNOLOGIES

VON AILEEN SEEBAUER // TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR // FOTOS: CAMIDEOS

In Zeiten von Klimawandel und Energiewende werden nachhaltige Antriebstechnologien für Fahrzeuge immer wichtiger. Nach wie vor sind Lkws jedoch zu rund 99 Prozent mit Dieselmotoren ausgestattet. Um den Umstieg auf nachhaltige Alternativen zu erleichtern, haben die vier Gründer des Start-ups Camideos, drei von ihnen sind Alumni des KIT, eine Software entwickelt, die Energie- und Kostenpotenziale für Lkws ermittelt. „Der Kern der Software ist ein digitaler Zwilling des Lkws, welchen wir virtuelle Touren auf Basis realer Strecken und Daten fahren lassen“, sagt Andreas Rudi, einer der Camideos-Gründer vom Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion des KIT. „Dafür verwenden wir detaillierte Fahrzeugdaten, die wir durch eine Art Fitnessstracker am echten Lkw erhalten.“ Zudem fließen Umweltdaten wie Steigung, Tempolimit und Wetter mit ein. „Mithilfe von Big Data- und KI-Methoden berechnen wir, in welchen Fahrsituationen welche Verbräuche entstehen und wie viel der Lkw auf der Strecke insgesamt verbrauchen sollte. Die Ergebnisse vergleichen wir mit den realen Daten“, erklärt Steffen Link, Techniker bei Camideos vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. So zeige sich, ob das Fahrzeug in Realität mehr verbrauche, als es müsste – beispielsweise aufgrund von Technik oder Fahrverhalten.

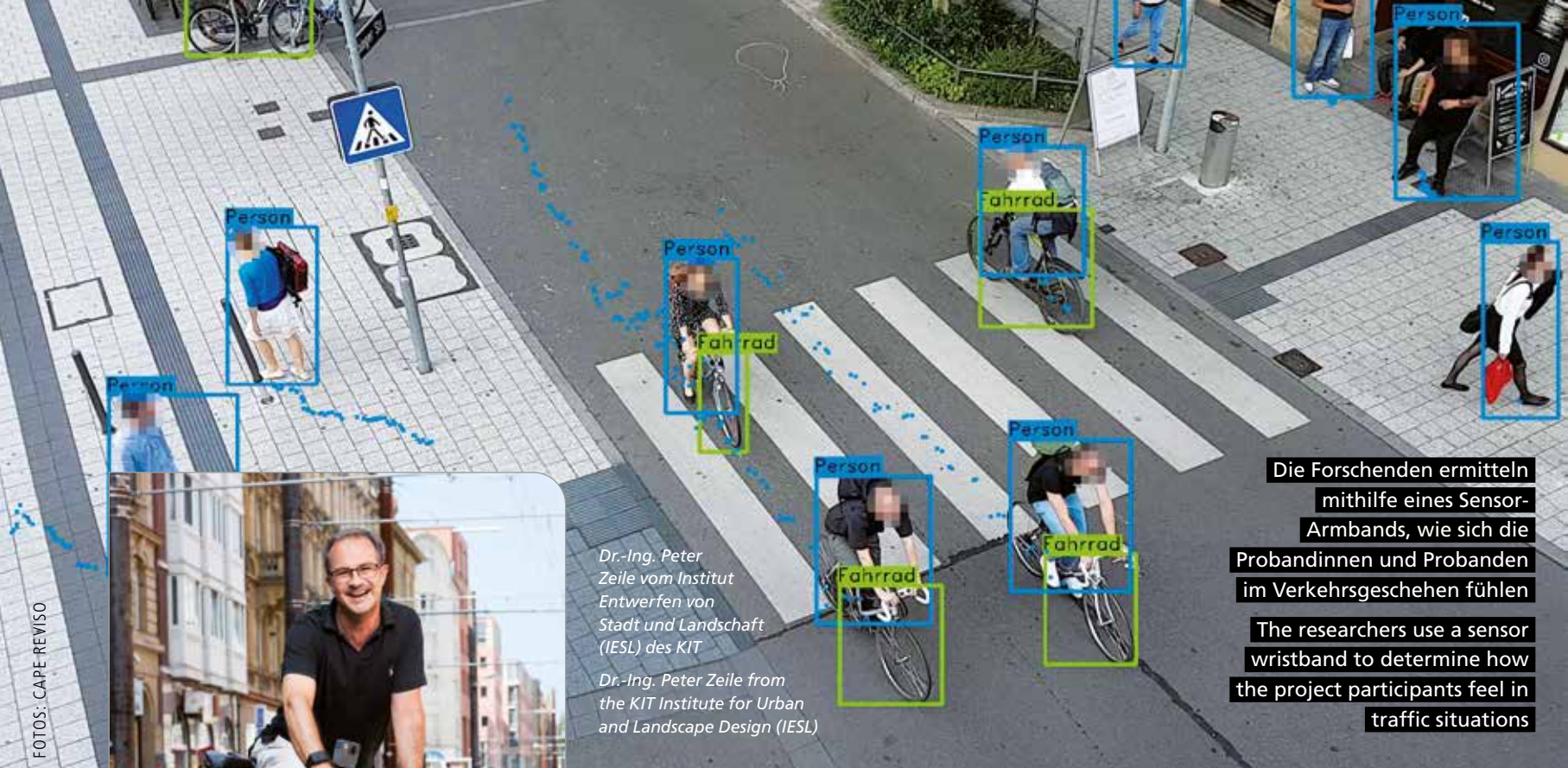
„In unserem Virtual Lab prüfen wir außerdem, welcher nachhaltige Antrieb den Diesel ersetzen kann und welcher sich speziell für das Fahrzeug und die Anwendung eignet, da Logistiker individuelle Transportaufgaben haben. Bei den nachhaltigen Alternativen geht es vor allem um Strom, (Bio-)Gas oder Wasserstoff, besonders seit die EU die CO₂-Grenzwerte für Lkws verschärft hat“, so Andreas Rudi. Etwa 90 Prozent der Lkws auf dem Markt könne das Start-up mit der Software digital abbilden und analysieren. Mehrere Projekte, wie die Bewertung eines neuartigen Antriebskonzepts für die Lkw-Flotte eines großen Logistikunternehmens oder die Umstellung der Lkws eines Biomarkts von Diesel auf Erdgas, waren erfolgreich. Zukünftig will das Team weitere Kraftfahrzeuge wie Busse analysieren und sucht dafür nach Industriepartnern. ■

Mehr Informationen: www.camideos.com

Due to the climate change and energy turnaround, sustainable vehicle drive technologies will gain in importance. However, about 99 percent of all trucks are still driven by Diesel engines. To promote the transition to sustainable alternatives, the four founders of the “Camideos” start-up – three of whom are KIT alumni – developed a software program that identifies potential energy and cost savings for trucks. “The software is a digital twin of a truck that we send on virtual tours based on real routes and data,” says Andreas Rudi, one of the Camideos founders from KIT’s Institute for Industrial Production. “For this purpose, we use detailed vehicle data obtained from a kind of fitness tracker mounted to the real-life truck.” Environmental data such as slope, speed limits, and weather are also taken into account. “Big Data and AI methods help us calculate individual consumption levels arising in various driving situations and an overall consumption limit for the truck on the relevant route. We then compare our results with the real data,” explains Steffen Link from the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI who is, at the same time, engineering specialist at Camideos. This reveals whether the vehicle consumes more energy in practical use than it should – for example due to technical malfunctions or driving behavior.

“In our virtual lab, we also study which sustainable drive system could replace the Diesel technology and would be specifically suited for the vehicle and application in question, as logistics companies have quite individual requirements. Sustainable alternatives are mainly electric, (bio)gas, or hydrogen-based drives, especially since the EU has tightened the CO₂ limits for trucks,” Andreas Rudi explains. With its software, the startup is able to digitally map and analyze about 90 percent of the trucks available on the market. The company can look back on several successful projects, such as assessing a novel drive concept for the truck fleet of a large logistics company or an organic food retail chain’s conversion of trucks from Diesel to natural gas. For the future, the team plans to analyze other commercial vehicles such as buses and welcomes industrial partners for these projects. ■

More information: www.camideos.com



Die Forschenden ermitteln mithilfe eines Sensor-Armbands, wie sich die Probandinnen und Probanden im Verkehrsgeschehen fühlen

The researchers use a sensor wristband to determine how the project participants feel in traffic situations

Dr.-Ing. Peter Zeile vom Institut Entwerfen von Stadt und Landschaft (IESL) des KIT

Dr.-Ing. Peter Zeile from the KIT Institute for Urban and Landscape Design (IESL)



FOTOS: CAPE-REVISO

FOTO: PATRICK LANGER



örtliche Wegführung noch etwas hinterher: „Fußgängerinnen und Fußgänger werden von der Hauptradroute 1 überrascht, die hier über den Gehweg geleitet wird, und an abgehenden Seitenstraßen fehlen zum sicheren Überqueren häufig Zebrastreifen oder Ampeln“, moniert Kern. „Die Radwege ihrerseits kreuzen sich mit den Warteschlangen der Restaurants und Geschäfte – sofern es überhaupt Radwege gibt.“ Mitten auf dem Platz macht zudem die Stadtbahn Station sowie die „Zacke“, die bei Touristen beliebte Zahnradbahn. Unübersichtliche Lagen, enge Situationen, Beinahe-Kollisionen – am Stuttgarter Marienplatz liegen sie, so scheint es, in der Luft.

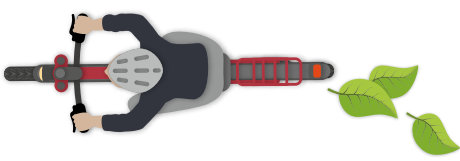
Einerseits ist das schade. Andererseits ist es genau das, was Peter Zeile sich für das Projekt Cape Reviso („Radfahrer und Fußgänger auf gemeinsamen realen und virtuellen Flächen“) wünscht. An Orten wie dem Marienplatz, an denen der latente Stress vieler Fußgänger sowie Radfahrerinnen offen zutage tritt, will er herausfinden, wie die meist eng bemessenen Mobilitätsräume unserer Städte so angelegt werden können, dass man sich weniger „in die Quere“ kommt. Diese Fragestellung verfolgt der Senior Researcher vom Institut Entwerfen von Stadt und Landschaft (IESL) des KIT nicht allein. Zweiter Partner des im Oktober 2020 mit Mitteln des Nationalen Radverkehrsplans gestarteten Projekts ist das Höchstleistungsrechenzentrum (HLRS) der Universität Stuttgart. Dort arbeitet übrigens auch Leyla Kern, ihres Zeichens Spezialistin für die Visualisierung wissenschaftlicher Daten. Als dritter Projektpartner bildet der Allgemeine Deutsche Fahrradclub e. V. (ADFC) die Schnittstelle zur interessierten Öffentlichkeit.

Miteinander oder in der Quere

**DAS VERBUNDPROJEKT
CAPE REVISO VERBINDET
STADTPLANUNG MIT
SUBJEKTIVEM
SICHERHEITSGEFÜHL**

VON JUSTUS HARTLIEB

Der Marienplatz im Süden Stuttgarts hat sich in den letzten Jahren von einem Schmutzdelareal zu einer von Kastanien umfassten Drehscheibe öffentlichen Lebens gemauert. „Durch Restaurants, Geschäfte, Spiel- und Veranstaltungsflächen“, berichtet Anwohnerin Leyla Kern, „wird das Gebiet auf und um den Platz stark genutzt.“ Diesem Schub an Urbanität hinkt die



Der Faktor Emotion

Doch wie genau wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Zueinander von Fußgängerinnen und Radfahrern verbessern? Zunächst einmal, indem sie deren Perspektive einnehmen: „Was die Verkehrsplanung vernünftig findet“, weiß Peter Zeile, „deckt sich nicht zwingend mit der Wahrnehmung einzelner Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer oder bestimmter Gruppen wie Kinder oder Senioren.“ Der Ingenieur und Stadtplaner ermittelt deshalb, wie die Probandinnen und Probanden des Projekts, in Stuttgart ein gutes Dutzend, sich im Verkehrsgeschehen fühlen. Methode der Wahl ist das von Zeile maßgeblich mitentwickelte „Urban Emotions“-Verfahren. Jede Versuchsperson trägt dabei ein smartes, mit Sensoren versehenes Armband. Dieses misst biologische Resonanzdaten wie Körpertemperatur und Hautleitfähigkeit. Wissenschaftlich nutzbar macht die Stressauschläge ein GPS-Tracker, der jeder (Miss-)Empfindung präzise Ort und Zeit zuweist. Die teilnehmenden Radfahrerinnen und Radfahrer bringen zudem selbst gebaute „OpenBikeSensoren“ zum Einsatz, welche die für das Sicherheitsgefühl so wichtigen Abstände zu anderen am Verkehr Teilnehmenden erfassen. Darüber hinaus befragen Zeile und Mitarbeiterin Özlem Cinar die Probandinnen und Probanden auch persönlich. Die „objektive“ Ergänzung dieser Innensichten ist ein vom HLRS entwickeltes, lernendes Kamerasystem. Über Wochen erfasst und analysiert es verkehrliche Hotspots. Mit dem Fokus auf den nicht-motorisierten Verkehr geht man auch hier neue Wege.

Nach und nach entstehen auf diese Weise – zunächst in Stuttgart, dann auch in Herrenberg und Karlsruhe – Ortsansichten der besonderen Art, strukturiert durch jene Stellen, an denen Unwohlsein oder gar Angst aufkommt. „Neben Faktoren wie Kosten und Wegzeit hängt die Wahl des Verkehrsmittels davon ab, ob Mobilität als angenehm oder unangenehm empfunden wird“, erläutert Zeile. „Großen Einfluss haben Konflikte entlang des Weges und subjektiv empfundener Stress, etwa bei den von keiner Statistik erfassten Beinahe-Zusammenstößen. Zur Förderung des Fuß- und Radverkehrs ist es wichtig, die Konflikte, die besonders schwache Verkehrsteilnehmende erleben, zu reduzieren.“

In die gleiche Kerbe schlägt Johanna Drescher, Projektleiterin in der Bundesgeschäftsstelle des ADFC. „Noch immer wird die Verkehrsplanung von den Bedürfnissen des motorisierten Verkehrs und der sicheren Radfahrenden her gedacht. Aus Untersuchungen wis-

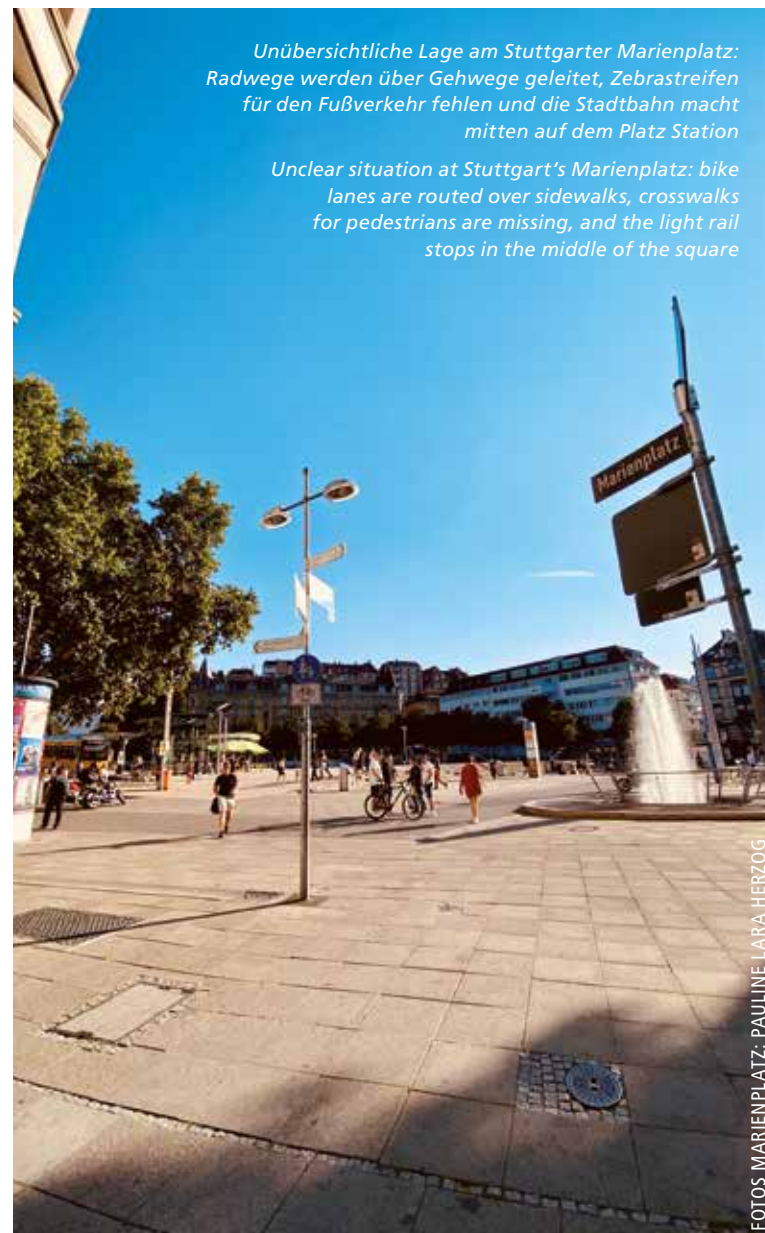
sen wir jedoch, dass 60 Prozent der Menschen – darunter insbesondere Frauen, Ältere, Kinder, Familien – gerne mehr Rad fahren würden, aber zu besorgt sind, dies auch zu tun. Diese Menschen fahren gerne Rad, aber nur auf stressarmen Strecken. Instrumente für eine Verkehrsplanung zu entwickeln, die die subjektive Unsicherheit ernst nimmt, halten wir daher für sehr vielversprechend.“

Für Cape Reviso aktiviert der ADFC unter seinen 200 000 Mitgliedern Bürgerforscherinnen und -forscher, die die Verkehrsanalyse-KI des Projekts mit Trainingsdaten füttern sowie an Aktivitäten rund um den OpenBikeSensor mitwirken. Ferner obliegt dem reichweitenstarken Verkehrsclub die breite Kommunikation der Projektergebnisse. Besonders wichtig, so Drescher, wird die adressatengerechte Aufbereitung für Schulungen und Präsentationen sein. Sie soll die rund 450 Ortsgruppen in die Lage

versetzen, auf ihre Kommunen zuzugehen und für den Einsatz der in Aussicht stehenden, neuartigen Stadtplanungsinstrumente zu werben.

Vom digitalen Zwilling zum Living Lab

Im Anschluss an die Bestandsaufnahme gehen die Cape Reviso-Akteurinnen und -Akteure ins Labor, genauer gesagt in die interaktive Virtual Reality-Umgebung CAVE des HLRS. Hier werden die zuvor in mühsamer Kleinarbeit modellierten „digitalen Zwillinge“ realer Orte aufgespielt und mit den erhobenen Daten in wechselnden Szenarien kurzgeschlossen. In dieser „Welt am Draht“ testen die Forscherinnen und Forscher, wie die Reizzonen zwischen Fuß-, Rad- und Autoverkehr beruhigt werden können – mit konventionellen Maßnahmen wie dem Anlegen geschützter Radfahrstreifen, aber auch mit invasiveren Ideen wie einer komplett geänderten Verkehrsführung. Mit dem Mittelzentrum Her-



Unübersichtliche Lage am Stuttgarter Marienplatz: Radwege werden über Gehwege geleitet, Zebrastreifen für den Fußverkehr fehlen und die Stadtbahn macht mitten auf dem Platz Station

Unclear situation at Stuttgart's Marienplatz: bike lanes are routed over sidewalks, crosswalks for pedestrians are missing, and the light rail stops in the middle of the square



FOTOS MARIENPLATZ: PAULINE LARA HERZOG

Johanna Drescher,
Projektleiterin in der
Bundesgeschäftsstelle
des Allgemeinen
Deutschen Fahrrad-
clubs e. V. (ADFC),
welcher im Projekt
die Schnittstelle zur
Öffentlichkeit bildet

Johanna Drescher,
project manager at
the national office of
the German Cyclists'
Federation (ADFC),
which forms the
interface to the public
in the project

Im Projekt Cape Reviso
wollen die Forschenden
herausfinden, wie sich
Fuß- und Radverkehr
in der Stadt weniger
„in die Quere“
kommen können

In the Cape Reviso
project, researchers
want to find out how
pedestrians and cyclists
can get less „in each
other’s way“ in the city



renberg, welches seit 2018 als virtuelles Modell vorliegt, wird unter den Referenzorten sogar eine ganze Stadt sein.

In seiner Schlussphase schwenkt Cape Reviso wieder ins reale Verkehrsgeschehen zurück. Versehen mit den Erkenntnissen der Simulationssphäre, funktionieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ausgewählte Areale baden-württembergischer Städte zu „Living Labs“ um, darunter den Stuttgarter Marienplatz. Unter Einbezug kommunaler Stellen und engagierter Bürgerinnen und Bürger sollen die virtuell entwickelten Ideen dann im raueren Wind der Wirklichkeit erprobt werden.

Zum Ende des dreijährigen Projekts wollen die Partner den Kommunen unter anderem ein Prototypensystem zur Verkehrserfassung sowie eine Open-Source-Software für Verkehrssimulationen in virtueller Realität an die Hand geben. Mit diesen Instrumenten wird eine evidenzbasierte und konfliktvermeidende Stadtplanung künftig praktikabler sein. So weit ist es freilich noch lange nicht: „Wegen Corona lief bislang alles virtuell ab“, erzählt Peter Zeile und lacht. „Wir alle hoffen, dass wir uns im Sommer auch einmal real treffen können.“ ■

Kontakt: peter.zeile@kit.edu
Weitere Informationen: capereviso.hlrs.de



FOTOS: CAPE REVISIO

Together or Against Each Other

The Cape Reviso Joint Project Combines Urban Planning with a Subjective Sense of Security

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

Marienplatz square in the South of Stuttgart is a rather confusing place for cyclists and pedestrians. “The bike lanes cross queues in front of restaurants or shops – if there are any bike lanes at all,” says a local resident. At the same time, crosswalks or pedestrian lights are missing here and there. For Dr. Peter Zeile from the Urban Quarter Planning Group of KIT’s Institute for Urban and Landscape Design, these are ideal conditions for his Cape Reviso (Cyclists And PEdestrians on REal and VIRTUAL Shared rOads) project. Together with the High Performance Computing Center (HLRS) of the University of Stuttgart and the Allgemeiner Deutscher Fahrradclub e.V. (ADFC, General German Bicycle Club), he wants to find out how mobility spaces in cities can be designed so people do not get in the way of each other so often. Using the “Urban Emotions” method, the researchers will analyze how test participants feel when cycling along. Each person wears a wristband equipped with sensors that measure biological resonance data, such as body temperature and skin conductance, and use GPS to link the time and place to each burst of stress. The participating cyclists use “OpenBikeSensors” that measure the distance to other traffic participants. In addition, an “intelligent” camera system developed by the HLRS will monitor and analyze traffic hotspots. “Besides factors such as costs and trip duration, selection of the transport means often depends on whether mobility is perceived as comfortable or uncomfortable,” explains Peter Zeile. “Conflicts along the way and subjectively felt stress have a big influence. To support pedestrian and bicycle traffic, it is important to reduce the conflicts experienced, especially by weak traffic participants.”

After evaluating the situation, the scientists will use the interactive virtual reality environment (CAVE) of HLRS to find out how the identified points of conflict between pedestrians, cyclists, and car drivers can be defused – by conventional means such as building separate, protected cycle lanes or, even more invasively, by substantially changing the traffic routing. Based on these results, the researchers will turn selected areas of some cities in Baden-Württemberg into “living labs”, where ideas for reducing conflicts that have been developed in the virtual realm will be tested in practice. At the end of the project, which is scheduled for three years, the project partners will provide the municipalities with a prototype system for traffic acquisition, open-source software for traffic simulation, and an app for citizen participation. Thus, they can carry out evidence-based urban planning that avoids traffic conflicts. ■

Contact: peter.zeile@kit.edu
More information: capereviso.hlrs.de



BRINGT DIE TRAM BALD PAKETE?

WILL PARCELS SOON BE DELIVERED BY TRAMS?

VON LAURA JÖRGER // TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR // ZEICHNUNG: DOMINIKA ROGOCKA

Sie sind zur Hauptverkehrszeit in Innenstädten unterwegs, behindern den Verkehr, produzieren Lärm und Abgase – Paketlieferdienste werden durch den zuletzt während der Corona-Pandemie stark angewachsenen Onlinehandel und das steigende Paketaufkommen immer präsenter. Das auf drei Jahre ausgelegte Verbundprojekt LogIKTram, an dem das KIT mit dem Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST) und dem Institut für Verkehrswesen (IfV) beteiligt ist, will das ändern. Um die Güterlogistik auf mittlerer und kurzer Distanz umwelt- und nutzerfreundlicher zu machen, verlegen die Forschenden den Verkehr von der Straße auf die Schiene.

„Wir nutzen die bestehende Infrastruktur der Straßen- sowie Eisenbahn und kombinieren den Personen- mit dem Güterverkehr“, sagt Dr. Michael Frey vom FAST. Neben einem Konzept für die „Gütertram“ entwickeln die Forschenden ein Logistikkonzept und eine Informations- und Kommunikationstechnik-Plattform. „Wir beschäftigen uns unter anderem damit, wie wir die Straßenbahnfahrzeuge so anpassen können, dass das Ein- und Ausladen von Güter-Transportbehältern und deren Sicherung automatisiert erfolgt“, so Frey. „Da die Tram sowohl Güter als auch Personen befördern soll, muss das Ganze sehr schnell gehen, denn die Bahn hält nur 20 bis 30 Sekunden und die Taktung darf sich durch den Güterbetrieb nicht verändern.“ Nach dem Transport mit der Tram müssen die Waren zu den Kundinnen und Kunden gelangen. „Dafür soll die Bahn spezielle Güter-Transportanhänger an die jeweilige Haltestelle befördern. Dort wartet ein Fahrradkurier, der die Anhänger am Fahrrad befestigt und die Waren ausliefert“, erklärt Frey. Je nach Anwendung gebe es alternative Verteilwege wie Paketstationen an den Haltestellen oder elektrische Kleintransporter, welche die Güter weiterverteilen.

LogIKTram wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert und ist ein Teilprojekt der Gesamtinitiative regioKArgo. Die Tests im Projekt LogIKTram laufen auf dem Betriebshof der Verkehrsbetriebe Karlsruhe, anschließend soll die Gütertram im Teilprojekt regioKArgoTramTrain in den Realbetrieb gehen. ■

Kontakt: michael.frey@kit.edu
 Weitere Informationen:
www.fast.kit.edu/lff/Projekte_Logiktram.php

They move in the streets of city centers during rush hours, holding up traffic, producing noise and pollutants: parcel delivery trucks. These vehicles have become omnipresent on our streets due to the flourishing online trade and the rising parcel volumes during the Covid pandemic. The LogIKTram joint project, which is scheduled for three years and in which KIT participates with its Institute of Vehicle System Technology (FAST) and its Institute for Transport Studies (IfV), is intended to change this situation. To make short and medium-range cargo logistics more comfortable and environmentally friendly, the researchers plan to shift the transport of goods from road to rail.

“We will use the existing tram and railway infrastructures, thus combining passenger and cargo transports,” explains Dr. Michael Frey from FAST. Besides a concept for the “goods tram”, the researchers are developing a logistics concept and an information and communications technology platform. “One of our major concerns is how to adapt the trams in such a way that loading and unloading as well as securing of the freight transport containers can be done automatically,” Frey adds. “Since the tram is supposed to transport both goods and passengers, everything must go quickly and smoothly. Each tram only stops for 20 to 30 seconds, and timetables must not be altered by goods handling.” After transport on the tram, the goods need to be brought to the customers. “For this purpose, the tram will take along special cargo trailers. At the stops, it will be awaited by a bicycle courier who attaches the trailers to his or her bicycle and delivers the goods,” Frey explains. Depending on the application, there are alternative distribution paths, such as Packstations (parcel locker stations) provided at the stops or electric minivans that handle further distribution.

LogIKTram is funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy and is a subproject of the regioKArgo initiative. Tests for the LogIKTram project are performed in the depot of the Verkehrsbetriebe Karlsruhe; the goods tram will then be operated under real conditions as part of the regioKArgoTramTrain subproject. ■

Contact: michael.frey@kit.edu
 More information:
www.fast.kit.edu/lff/Projekte_Logiktram.php

Einsteigen, **BITTE!**

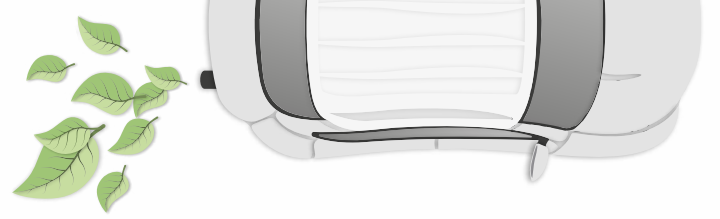
DAS PROJEKT RABUS
BRINGT FAHRERLOSE
ÖPNV-ELEKTROBUSSE
AUF DIE STRASSE

VON GEREON WIESEHÖFER



Im Projekt RABus transportieren Kleinbusse Passagierinnen und Passagiere elektrisch, automatisiert und fahrerlos

In the RABus project, minibuses transport passengers electrically, automatically and without a driver



Vorsichtig und leise fährt der futuristisch anmutende Kleinbus durch die Straßen des Wohngebiets. Haltestellen und Kreuzungen steuert er sehr langsam an. Das Besondere an der Fahrt: Die Passagierinnen und Passagiere werden elektrisch und automatisiert befördert und vor allem: ohne Fahrer! Eilig dürfen es die Insassinnen und Insassen derzeit nicht haben, denn mit dem Fahrzeug sind sie nur unwesentlich schneller als zu Fuß. Die Kleinbusse, die deutschlandweit bereits in vielen Modellregionen unterwegs sind – der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen listet insgesamt 52 autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland auf (Stand Dezember 2020) –,

schaffen meist gerade einmal 10 bis 15 Kilometer pro Stunde.

„Damit sprechen wir auch schon über eines der Hauptprobleme beim automatisierten Busbetrieb im ÖPNV: die momentan noch sehr niedrige Geschwindigkeit“, erklärt Dr.-Ing. Martin Kagerbauer vom Institut für Verkehrswesen (IfV) des KIT. Er ist am Projekt RABus beteiligt, das von September 2020 bis Ende 2023 fünf automatisiert fahrende Elektrobusse in den ÖPNV von Mannheim und Friedrichshafen integrieren will. Im Unterschied zu anderen Projekten mit automatisiertem Personentransport sollen die Busse bei RABus jedoch innerorts bis zu 40 Kilometer pro Stunde schnell fahren können und außerorts mit noch höheren Geschwindigkeiten im normalen Verkehrsfluss „mitschwimmen“.

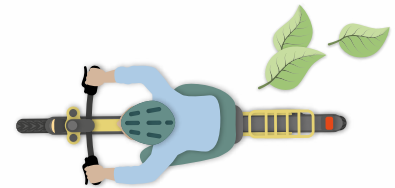
Ein ambitioniertes Vorhaben, in dem die Forscherinnen und Forscher des KIT mit den Projektpartnern einen wichtigen Beitrag zum Gelingen der Verkehrs- und damit auch der Klimawende sehen und welches vom Land mit derzeit rund sieben Millionen Euro unterstützt wird. Weitere sieben Millionen Euro Förderung sind für die zweite Phase des Projekts geplant. „In Zeiten des Klimawandels benötigen wir nachhaltige Mobilitätslösungen, um die Verkehrsemissionen zu senken. Das geht nur mit einer Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs hin zum Fuß- und Radverkehr, aber vor allem auch zum öffentlichen Verkehr sowie nachhaltigen Verkehrsmitteln“, sagt Kagerbauer. Dazu könnten auch die autonom fahrenden Kleinbusse beitragen, denn sie sind flexibel und kostengünstig einsetzbar und erlauben eine bedarfsorientierte Anpassung an die Nachfrage.

Nicht nur in der anvisierten Geschwindigkeit der Busse unterscheidet sich das Projekt RABus



Dr.-Ing. Martin Kagerbauer vom Institut für Verkehrswesen (IfV) am KIT

Dr.-Ing. Martin Kagerbauer from the Institute for Transport Studies (IfV) at KIT



von ähnlichen Projekten. „Im Rahmen von RABus analysieren wir das Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer und eruiieren die Rahmenbedingungen, die für eine optimale und sinnvolle Integration der autonom fahrenden Kleinbusse in den ÖPNV wichtig sind. Unser Ziel ist die Erstellung eines detaillierten Verkehrsnachfragemodells für die beiden Projektregionen Mannheim und Friedrichshafen“, so Kagerbauer.

Als „Reallabore für den Automatisierten Busbetrieb im ÖPNV in der Stadt und auf dem Land“ – so der offizielle Titel von RABus – dienen der Mannheimer Stadtteil Franklin und



Neben dem Mannheimer Stadtteil Franklin dient auch Friedrichshafen als Reallabor für RABus

In addition to the Franklin district of Mannheim, Friedrichshafen serves as a real-time laboratory for RABus

die Stadt Friedrichshafen. In Mannheim fungieren zwei Busse in einem neu entstandenen Wohnviertel als Zubringer zur Stadtbahnlinie S5. In Friedrichshafen werden drei Shuttles das ZF-Forum zunächst mit dem ZF-Werk II und in einer späteren Phase über eine sechs Kilometer lange Strecke mit dem Klinikum Friedrichshafen verbinden. Untersucht wird einerseits der Einsatz der Busse auf der sogenannten ersten beziehungsweise letzten Meile der Strecke, die die Nutzerinnen und Nutzer mit dem ÖPNV zurücklegen. Andererseits werden die Busse als Hauptverkehrsmittel zur Überwindung größerer Distanzen getestet. Als Betriebsform werden sowohl On-Demand-Angebote als auch fest in den Fahr- und Linienplan eingebundene Angebote realisiert und erprobt. Angestrebt wird darüber hinaus eine Integration der neuen Angebote in die bestehenden Tarifsysteme und die Fahrplanauskünfte des ÖPNV.

„Im Moment stehen wir noch ganz am Anfang des Projekts“, erläutert Kagerbauer. Im ersten Schritt werden in Streckenbegehungen vor Ort die Bus-Routen festgelegt und die Infrastruktur vorbereitet, das heißt: Haltepunkte werden ergänzt, Einrichtungen zur Lokalisierung der Fahrzeuge aufgebaut und eine geeignete Ladeinfrastruktur geschaffen. Martin Kagerbauer und sein Team vom IfV tragen bei RABus die Verantwortung für die begleitende Forschung zur Akzeptanz der Nutzerinnen und Nutzer sowie die Untersuchung der Wirkung auf den Verkehr. „Hierzu führen wir verschiedene Befragungen vor und während des Betriebs der Fahrzeuge durch und erstel-



FOTO: RABUS

All aboard!

RABus Project Launches Driverless Electric Buses for Local Public Transport

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

Carefully and almost without any noise, the futuristic-looking minibus moves along the streets of a residential area, approaching stops and intersections at a very slow speed. What makes this ride so special? Passengers are transported by an electric vehicle that moves automatically and – above all – without a driver! The RABus project is targeted at integrating five of these autonomous electric buses into the local public transport systems of Mannheim and Friedrichshafen between September 2020 and the end of 2023. The buses will move at speeds of up to 40 km/h in the city and higher speeds over land so that they are able to keep up with normal traffic.

It's an ambitious project in which KIT researchers and their project partners expect to make an important contribution to a successful traffic and climate turnaround. This project is funded by the state of Baden-Württemberg at about seven million euros. Another seven million euros will be invested in the second phase of the project. "In times of climate change, we need sustainable mobility solutions to reduce the emissions from road traffic. This will only work if we are able to shift from individual motor car traffic to pedestrian and bicycle traffic, but above all to public transport and sustainable means of transport," says Dr.-Ing. Martin Kagerbauer from KIT's Institute for Transport Studies (IfV), who is part of the RABus project.

The RABus scientists will analyze user acceptance and study the general conditions that are essential for a sensible and optimal integration of the autonomous minibuses into the local public transport system. The Franklin quarter of Mannheim as well as the city of Friedrichshafen will serve as "real-world laboratories for automated bus service in urban and rural public transport" – this is the translation of the official name of RABus. The analysis will also address the passengers' perception of safety. "Being on the road at up to 70 km/h with oncoming traffic and no driver in the seat is certainly not that easy for every passenger," Kagerbauer presumes.

The research team will generate transport demand models for both real-world laboratories. This will make it possible to assess the benefits of a comprehensive service offering with autonomous minibuses for any region in the future. To generate the transport demand models, the researchers will use the mobiTopp software developed at the IfV. The agent-based demand model was designed for purposes such as the assessment of new forms of mobility. ■

Contact: martin.kagerbauer@kit.edu

More information: www.projekt-rabus.de

Das Konsortium und Verkehrsminister Winfried Hermann bei der Unterzeichnung der Absichtserklärung. RABus wird vom Verkehrsministerium mit sieben Millionen Euro gefördert

The consortium and Minister of Transport Winfried Hermann signing the declaration of intent. RABus receives seven million euros in funding from the Ministry of Transport



FOTO: VERKEHRSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG

len daraus entsprechende Vorhersagemodelle“, so der Karlsruher Verkehrsforscher.

Eine Online-Befragung, die in ganz Baden-Württemberg durchgeführt wird, soll Aufschluss darüber geben, wie das Mobilitätsverhalten im Zusammenhang mit autonomen Kleinbussen zurzeit in der Bevölkerung aussieht. Hierbei kommen sogenannte Stated-Choice-Fragen zum Einsatz: Die Befragten werden in Situationen versetzt, bei denen ihnen auch autonome Busse zur Verfügung stehen. So kann realitätsnah ermittelt werden, welches Verkehrsmittel die Probandinnen und Probanden jeweils wählen würden. Im weiteren Verlauf des Projekts werden vor Ort gezielt Fahrgäste und Nicht-Nutzende befragt. Neben der Nutzungshäufigkeit der Busse und dem Substitutionspotenzial des motorisierten Individualverkehrs liegt ein weiterer Aspekt auf dem Sicherheitsempfinden der Fahrgäste. „Mit relativ hohen Geschwindigkeiten bei Gegenverkehr und fahrerlos unterwegs zu sein, ist sicher nicht für jede Passagierin und jeden Passagier ganz einfach“, vermutet Kagerbauer. Basierend auf den Befragungsergebnissen wird im Anschluss ein Akzeptanzmodell erstellt, mit dem – differenziert nach verschiedenen Personengruppen – Aussagen zum jeweils benötigten Angebot gemacht werden können.

Schließlich wird die Forschungsgruppe ein Verkehrsnachfragemodell für beide Reallabore erstellen, mit dem sie die verkehrlichen Wirkungen auch für weitere, definierte Szenarien simulieren und beziffern will: Wie viele

Personen werden die Shuttles nutzen? Wie viele Pkw-Fahrten können durch die Shuttles substituiert werden? Welche Menge an CO₂ kann eingespart werden? Mit diesen konkreten Werten kann der Nutzen eines flächendeckend ausgebauten Angebots von autonomen Kleinbussen für jede beliebige Region bewertet werden.

„Bei der Erstellung der Verkehrsnachfragemodelle setzen wir die an unserem Institut entwickelte Software mobiTopp ein“, erklärt Kagerbauer. mobiTopp ist ein agentenbasiertes Nachfragemodell, das unter anderem zur Bewertung neuer Mobilitätsformen entwickelt wurde und ständig weiter optimiert wird. „Mit mobiTopp können wir jede Aktivität und jeden zurückgelegten Weg der gesamten Bevölkerung eines Planungsraums im Verlauf einer Woche minutengenau simulieren.“ Grundlage hierfür bilden Strukturdaten der jeweiligen Region sowie Daten über das allgemeine Mobilitätsverhalten von Menschen.

Im Projekt RABus leistet mobiTopp wertvolle Dienste. Im Analysezustand bildet die Software den aktuellen Stand der beiden Reallabore Mannheim und Friedrichshafen ab. Anschließend werden in definierten Szenarien verschiedene Betriebs- und Angebotsformen von autonomen Kleinbussen ergänzt und die resultierenden Verkehrsdaten mit dem Analysezustand verglichen. „Basierend auf diesen Ergebnissen können wir ein Baden-Württemberg-weites Modell zur Potenzialabschätzung von verschiedenen Angebotsformen autono-

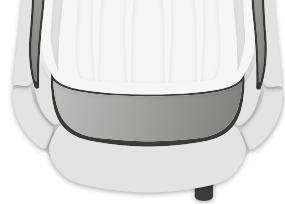


FOTO: E-MOBIL BW/MICHAEL RUPRECHT

mer Kleinbusse in unterschiedlichen Regionen aufbauen“, erklärt Kagerbauer.

mobiTopp kommt auch bei weiteren Projekten, an denen Kagerbauer und das IfV beteiligt sind, zum Einsatz, wie zum Beispiel bei „regiomove“, das eine nahtlose Nutzung unterschiedlicher Mobilitätsangebote in der Region Karlsruhe zum Ziel hat. „regiomove“ möchte an bestimmten Verknüpfungspunkten, den sogenannten regiomove-Ports, einen einfachen Wechsel der Verkehrsmittel ermöglichen. „An welchen Standorten die Ports die größte Wirkung entfalten, haben wir mit unserem Nachfragemodell mobiTopp für die gesamte Region Karlsruhe modelliert“, erklärt Kagerbauer. „Und auch hier tragen wir dazu bei, die Verkehrswende voranzubringen.“ ■

Kontakt: martin.kagerbauer@kit.edu
Weitere Informationen: www.projekt-rabus.de



Sauber tanken

IM PROJEKT
REFUELS ENTSTEHEN
REGENERATIVE
KRAFTSTOFFE
FÜR DIE VERKEHRS-
WENDE

VON CHRISTOPH KÖLLE

Um die Mobilität langfristig nachhaltig zu gestalten, braucht es innovative Lösungen. Regenerative Kraftstoffe könnten eine davon sein

Innovative solutions are needed to make mobility sustainable in the long term. Regenerative fuels could be one of them



Im Mai 2021 hat die Bundesregierung ein neues, verschärftes Klimaschutzgesetz vorgelegt. Die darin festgelegten Meilensteine: Bis zum Jahr 2030 sollen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 65 Prozent reduziert werden. Im Jahr 2045 soll Deutschland vollständig klimaneutral sein. Ambitionierte Ziele, die nur erreicht werden können, wenn die durch den Verkehr verursachten Emissionen parallel zu anderen Bereichen deutlich sinken. Gleichzeitig ist unsere Gesellschaft jedoch auf Mobilität angewiesen. Das Ziel muss deshalb sein, Mobilität langfristig nachhaltig zu gestalten. Dafür braucht es innovative Lösungen und neue Antriebsformen. Regenerative Kraftstoff-

fe könnten einer der Bausteine sein, um CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Der Verkehrssektor in Deutschland hat nach Angaben des Umweltbundesamts im Jahr 2020 146 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente erzeugt. Das entspricht rund 20 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen Deutschlands. Zwar sind Fahrzeuge zunehmend sauberer und effizienter geworden, die gestiegene Verkehrsleistung – also die zurückgelegte Strecke multipliziert mit der Menge der transportierten Güter oder Personen – gleicht diese Verbesserungen jedoch aus. Laut Umweltbundesamt hat der motorisierte Individualverkehr (MIV) im Zeitraum von 1991 bis 2019 um etwa 29 Prozent, der Güterverkehr sogar um



FOTO: MAGALI HAUSER



FOTO: MARKUS BREIG

78 Prozent zugenommen. Über 48 Millionen Pkws sind in Deutschland im Jahr 2021 laut Kraftfahrtbundesamt zugelassen – die höchste Anzahl aller Zeiten.

Für die Individualmobilität können Elektroautos eine Lösung sein. Doch für den Transport von Gütern ist die Logistik auf Schwerlastverkehr, Schiffe und Flugzeuge angewiesen. Diese Verkehrsträger sind auf absehbare Zeit von flüssigen Kraftstoffen abhängig. Zudem wird ein großer Teil der Millionen kraftstoffbetriebenen Pkws auch in den kommenden Jahrzehnten auf deutschen Straßen unterwegs sein.

Wie können nicht elektrifizierbare Verkehrsträger CO₂-neutral betrieben werden? Dieser

Frage widmet sich die Forschungsinitiative „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ am KIT seit Januar 2019. Sechs Institute des KIT arbeiten gemeinsam mit Partnern aus Energiewirtschaft, Mineralöl-, Automobil- und Zulieferindustrie unter dem Dach des Strategiedialogs Automobilwirtschaft Baden-Württemberg daran, reFuels bereitzustellen und einzuführen. „reFuels sind ein entscheidender Baustein einer nachhaltigen Mobilität“, sagt Dr. Olaf Toedter, Projektkoordinator der Forschungsinitiative. Aber was genau sind reFuels?

Was sind reFuels?

reFuels sind synthetische Kohlenwasserstoffe, die aus erneuerbaren Rohstoffen hergestellt werden. Dazu gehören sowohl biomasse- als

auch strombasierte Kraftstoffe. Erstere werden nachhaltig aus Reststoffen der Land- und Forstwirtschaft (Biomass-to-Liquid, kurz: BtL) gewonnen. Strombasierte Kraftstoffe, sogenannte E-Fuels, entstehen aus CO₂ und Elektrolyse-Wasserstoff mithilfe von Strom aus regenerativen Energien (Power-to-Liquid, kurz: PtL). Auch eine Kombination beider Technologien ist möglich.

reFuels werden am KIT hergestellt

Für die Herstellung von reFuels gibt es am KIT zwei Syntheseanlagen: In der bioliq®-Anlage auf dem Campus Nord des KIT wird beispielsweise Stroh verarbeitet, um fortschrittliche synthetische Kraftstoffe aus Biomasse der zweiten Generation, sogenannte advanced

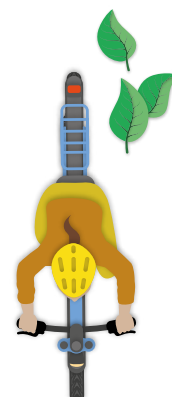




FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE
 Dr. Olaf Toedter vom Institut für Kolbenmaschinen (IFKM) am KIT ist der Projektkoordinator der Forschungsinitiative reFuels

Dr. Olaf Toedter from the Institute for Piston Machinery (IFKM) at KIT is the project coordinator of the reFuels research initiative

biofuels, zu produzieren. Anders als bei Biokraftstoffen der ersten Generation konkurriert die Synthese dieser fortschrittlichen Kraftstoffe aus Biomasse nicht mit dem Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln auf landwirtschaftlichen Flächen. „Wir müssen die Teller-oder-Tank-Diskussion vermeiden. Deshalb setzen wir auf Rohstoffe, die nicht in diesem Konflikt stehen“, stellt Toedter klar. E-Fuels entstehen im Energy Lab 2.0 des KIT aus der Elektrolyse von Wasser und CO₂ aus der Umgebungsluft mithilfe von regenerativ gewonnenem Strom. Die bei der Verbrennung von E-Fuels entstehenden klimaschädlichen Gase werden dadurch kompensiert, dass vorher für ihre Herstellung CO₂ aus der Luft entnommen wurde.

Am KIT wurden zunächst Kraftstoffmischungen aus regenerativ synthetisierten Kraftstoffkomponenten und fossilen Kraftstoffen hergestellt, welche bestehende Normen erfüllen. Die Mischung aus Dieselmotorkraftstoff und reFuels erfüllt die Norm EN590, das Ottomotorkraftstoff-Gemisch die Norm EN228. Diese Kraftstoff-Mischungen sind drop-in-fähig, können also ohne Veränderung in bestehenden Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. „Damit geben wir uns aber nicht zufrieden“, sagt Professor Nicolaus Dahmen, der im reFuels-Projekt zuständig für die Bereitstellung der Kraftstoffe ist, „denn Ziel der Entwicklung müssen alleinstehende regenerative Kraftstoffe ohne fossile Anteile sein.“

Anwendungstests zeigen Vorteile für reFuels

Wie verhalten sich reFuels im praktischen Fahrbetrieb? Das untersuchen Dr. Uwe Wagner und sein Team am Institut für Kolbenmaschinen (IFKM) des KIT mittels sogenannter RDE-Fahrten (Real Driving Emissions). Diese finden auf Streckenabschnitten in der Stadt, auf der Landstraße und der Autobahn statt, die den aktuellen gesetzlichen Vorgaben zur Zertifizierung von Neufahrzeugen entsprechen. Für die Testfahrten am KIT wurden vier verschiedene Pkws mit einem sogenannten



Clean Fuels

The “reFuels” Project Produces Regenerative Fuels for the Traffic Turnaround

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

The current Climate Protection Act stipulates a reduction in greenhouse gas emissions of 65 percent by 2030. To achieve this goal, we need a more sustainable mobility. Regenerative fuels (reFuels) can be one of the building blocks of the traffic turnaround. That’s especially important for the logistics sector, which will continue to depend on liquid fuels in the near future to ensure the transport of goods by heavy-duty vehicles, ships, and aircraft. Since 2019, six KIT institutes have joined the “reFuels – Rethinking Fuels” research initiative. They collaborate with partners from the energy, mineral oil, automotive, and supply industries, under the umbrella of the Strategy Dialog for the Automotive Sector led by the state of Baden-Württemberg, to provide and introduce so-called reFuels.

reFuels are synthetic hydrocarbons produced from renewable raw materials, such as biomass fuels and electrofuels. The former are obtained by processing residues from agriculture and silviculture (biomass-to-liquid). In the bioliq@ facility on the Campus North of KIT, for example, straw is processed to produce so-called advanced biofuels. This synthesis does not compete with the cultivation of food or animal feedstuff on arable lands. E-fuels are produced in the Energy Lab 2.0 of KIT by the electrolysis of water and CO₂ from ambient air using power obtained from renewable sources (power-to-liquid).

Dr. Uwe Wagner and his team at KIT’s Institut für Kolbenmaschinen (Institute of Internal Combustion Engines, IFKM) are studying the behavior of reFuels in driving practice. For test drives at KIT, passenger cars were equipped with a portable emission measurement system (PEMS). These devices are used to measure nitrogen oxide, particle, and CO₂ emissions while the car is moving. The results were convincing: “The reFuels fuel mixtures we tested have the same properties as fossil fuels. In terms of pollutant emissions and consumption, they are even one step ahead – both for diesel and gasoline vehicles,” Wagner concludes.

The environmental balance of reFuels reveals that they have a considerable potential for saving CO₂ – at least 25 percent compared to fossil fuels. Another advantage is that the engines need neither be upgraded nor adapted for the use of these fuels. Currently, however, reFuels are only available in small quantities. Therefore, a demonstration plant for the production of reFuels will be built on the premises of the Oberrhein mineral oil refinery (MIRO). Its initial capacity will be 50,000 tons of reFuels per year. ■

Contact: olaf.toedter@kit.edu, nicolaus.dahmen@kit.edu, uwe.wagner@kit.edu, dirk.scheer@kit.edu
 bioliq@ communications: christina.ceccarelli@kit.edu
 More information: www.refuels.de



Zunächst haben die Forschenden Kraftstoffmischungen aus regenerativ synthetisierten Kraftstoffkomponenten und fossilen Kraftstoffen hergestellt. Ziel ist es jetzt, regenerative Kraftstoffe ohne fossile Anteile zu entwickeln

Initially, the researchers produces fuel blends from regeneratively synthesized fuel components and fossil fuels. Now the goal is to develop regenerative fuels without fossil components

ANZEIGEN

EQA

**DAS IST FÜR ELEKTRIZITÄT
IN NEUER FORM.**

Eine Formensprache, die nachhaltig ihren eigenen Weg geht: Jede Linie ist mit Bedacht gewählt und holt die Zukunft in die Welt von heute. Entdecke den ersten vollelektrischen Mercedes-Benz im Kompaktwagensegment. Den neuen EQA.

EQA 250: Stromverbrauch kombiniert: 15,7 kWh/100 km;
CO₂-Emissionen kombiniert: 0 g/km.¹

¹Stromverbrauch und Reichweite wurden auf Grundlage der VO 692/2008/EG ermittelt. Stromverbrauch und Reichweite sind abhängig von der Fahrzeugkonfiguration.

Anbieter: S&G Automobil AG, Schoemperlenstraße 14, 76185 Karlsruhe.
Sie fahren gut mit **S&G** - Weltweit ältester Mercedes-Benz Partner -
S&G Automobil AG, Autorisierter Mercedes-Benz Verkauf und Service
Schoemperlenstraße 14, 76185 Karlsruhe, Telefon 0721 9565-0, www.sug.de



Deine Campus-Kollektion

Nachhaltig. Gut.




Verkaufsstellen:
Buchhandlung Kronenplatz, Karlsruhe
Cafeteria, KIT-Campus Nord

online bestellen unter:
www.kit-shop.de

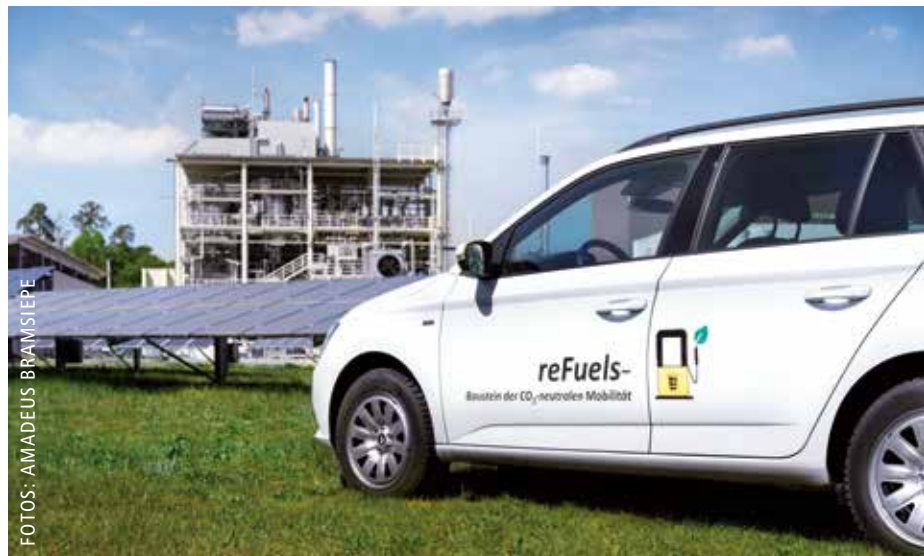



Dr. Uwe Wagner und sein Team am Institut für Kolbenmaschinen (IFKM) haben Pkws mit einem Portable Emission Measurement System (PEMS) ausgestattet, um zu untersuchen, wie sich reFuels im Fahrbetrieb verhalten

Dr. Uwe Wagner and his team at the Institut für Kolbenmaschinen (IFKM) equipped passenger cars with a Portable Emission Measurement System (PEMS) in order to investigate how reFuels behave during driving



FOTOS: AMADEUS BRAMSIEPE



Portable Emission Measurement System (PEMS) ausgerüstet. Mithilfe des PEMS-Geräts, das auch im europäischen Forschungsprojekt MetroPEMS zum Einsatz kommt, können Stickoxid-, Partikel- und CO₂-Emissionen während der Fahrt gemessen werden.

Die Ergebnisse überzeugen: „Die bisher bei uns untersuchten reFuels-Kraftstoffgemische sind in ihren Eigenschaften identisch zu fossilen Kraftstoffen. Bei Anwendungstests in Pkws der Bestandsflotte konnten wir bei reFuels hinsichtlich der Schadstoffemissionen und des Verbrauchs sogar Vorteile feststellen – sowohl bei den Diesel- als auch den Benzinfahrzeugen“, fasst Wagner zusammen. Auch reFuels-Partner aus der Automobilwirtschaft erproben die am KIT hergestellten Kraftstoffe.

Da die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Projekts reFuels ganzheitlich betrachten, wurden die regenerativen Kraftstoffe zudem einer Umweltbilanzierung unterzo-

gen. Die Ergebnisse zeigen, dass die reFuels erhebliches CO₂-Einsparpotenzial besitzen. So ermöglichen die derzeit erprobten reFuels-Kraftstoffgemische eine mindestens 25-prozentige CO₂-Reduktion im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen. Das Besondere an reFuels: Motoren müssen weder umgerüstet noch angepasst werden. Außerdem kann die bestehende Infrastruktur zum Tanken genutzt werden. „Für viele Anwendungen sind Verbrennungsmotoren mit regenerativ hergestellten synthetischen Kohlenwasserstoffen die nachhaltigste Lösung“, sagt Toedter.

Klimaschutz als gesamtgesellschaftliche Aufgabe

Dr. Dirk Scheer vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT nimmt die Folgen eines möglichen Einsatzes von reFuels auf unsere Gesellschaft in den Blick. Mit seinen Kolleginnen und Kollegen hat er untersucht, wie sich gesellschaftliche Interessengruppen zu reFuels positionie-

ren. „Damit können wir eventuelle Akzeptanzkonflikte frühzeitig erkennen und entsprechende planerische, gestalterische, partizipative oder kommunikative Maßnahmen ergreifen“, erläutert Scheer. Beispiele solcher Maßnahmen sind etwa eine umfassende Kommunikation zur Motorenverträglichkeit der reFuels oder ein priorisierter Einsatz in bestimmten Verkehrsträgern. Zudem haben er und sein Team analysiert, was reFuels für das Energiesystem bedeuten. In einer Systemanalyse haben sie Potenziale und Hemmnisse der Kraftstoffroute sowie Umsetzungsbedingungen und insbesondere mögliche verkehrspolitische Instrumente identifiziert.

Anlage für größere Mengen reFuels

reFuels können bereits heute eingesetzt werden. „Daran zeigen die im Projekt beteiligten industriellen Partner großes Interesse“, sagt Toedter. Bislang sind reFuels aber nur in geringen Mengen verfügbar. Auf dem Gelände der Mineraloelraffinerie Oberrhein (MiRO) soll deshalb eine Demonstrationsanlage zur reFuels-Herstellung entstehen. Das KIT hat dafür zusammen mit der MiRO und einem Ingenieurdienstleister eine Konzeptstudie durchgeführt. Die Demonstrationsanlage könnte in einem ersten Schritt 50 000 Tonnen reFuels pro Jahr liefern. Zukünftig könnten reFuels bestehende Verbrennungsmotoren antreiben – in Pkws, Nutz- und Schienenfahrzeugen. Nach Ansicht der Projektverantwortlichen sollten sie das auch. Denn sicher ist: Damit die Verkehrswende gelingt, müssen die CO₂-Emissionen im Verkehr erheblich sinken. Und dazu könnten reFuels einen entscheidenden Beitrag leisten. ■

Professor Nicolaus Dahmen vom Institut für Katalyseforschung und -technologie (IKFT) des KIT und Dr. Dirk Scheer vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT

Professor Nicolaus Dahmen from the KIT Institute for Catalysis Research and Technology (IKFT) and Dr. Dirk Scheer from the KIT Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)



FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: PATRICK LANGER

Kontakt: olaf.toedter@kit.edu
nicolaus.dahmen@kit.edu
uwe.wagner@kit.edu
dirk.scheer@kit.edu

bioliq®-Kommunikation:
christina.ceccarelli@kit.edu
Weitere Informationen: www.refuels.de



DA SIND SIE!

ROLLOUT DER RENNWAGEN-GENERATION KIT21 DER HOCHSCHULGRUPPE KA-RACEING

THERE THEY ARE!

ROLLOUT OF THE KIT21 RACING CAR GENERATION BY THE KA-RACEING UNIVERSITY TEAM

VON CAROLA MENSCH // TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR // FOTO: KA-RACEING

Zwei Jahre tüfteln, schrauben und schweißen für den großen Moment: Am 5. Mai enthüllten die Mitglieder der Hochschulgruppe KA-RaceIng e.V. ihre neuen Rennwagen. Zwar traf sich das Team vergangenes Jahr pandemiebedingt fast nur online, aber die Fahrzeuge stecken trotzdem voller Ideen. Der Elektrowagen KIT21e hat ein neues Antriebskonzept. „Getriebe und Motoren sitzen jetzt in der Radnabe, vorher saßen sie im Fahrgestell, dem Monocoque“, sagt Leon Franken, Marketing-Teamleiter von KA-RaceIng. Die Umstellung hat mehrere Vorteile: Der Wegfall der Antriebswelle spart Gewicht, die Kühlung ist einfacher und das Monocoque schmäler. „Dadurch hatten wir mehr Freiheiten für die Aerodynamik“, erläutert Franken. „Front-, Heck- und Seitenflügel haben mehr Bauraum und damit mehr Angriffsfläche für den Abtrieb bekommen.“ Das Modell KIT21d, ebenfalls ein E-Fahrzeug, hat eine andere Besonderheit: Der „Driverless“ wird allein durch eine intelligente Software gesteuert, jetzt mit neuem Sensorkonzept. „Statt drei Sensoren haben wir nur noch einen vorn auf der Nase“, erklärt Franken. „Dieser erstellt eine dreidimensionale Karte der Rennstrecke, welche ein Algorithmus für die Steuerung des Fahrzeugs verarbeitet.“ Seit dem ersten Driverless-Modell 2017 sind die Software und damit der Wagen immer schneller geworden. „Deshalb ist zum ersten Mal ein Aerodynamikpaket verbaut, um genügend Downforce zu haben, damit der Wagen nicht aus der Kurve fliegt“, erläutert Franken. Mit den Fahrzeugen nimmt KA-RaceIng im Sommer am Formula Student-Wettbewerb teil. Es geht nach Italien, Österreich, Tschechien, Ungarn sowie an den deutschen Hockenheimring. Bewertet werden unter anderem Fahrzeugdesign, Businessplan sowie mehrere Disziplinen auf der Rennstrecke. Die autonome Software des „Driverless“ wird einmal mit und einmal ohne vorgeladene Streckenkarte auf die Probe gestellt. „Die Events sind unsere Belohnung für die ganze harte Arbeit“, sagt Franken. Für die nächste Saison ab September sucht das Team nach neuen Mitgliedern. Ob Wirtschaftsingenieurin, Informatiker, Maschinenbauerin oder Elektrotechniker: „Bei uns gibt es für jeden einen Job“, sagt Franken. ■

Weitere Informationen: www.ka-raceing.de

Two years of meticulous work, bolting, and welding resulted in a great moment: On May 5, members of the KA-RaceIng e.V. university group unveiled their new racing cars. While the team members could only meet online due to the pandemic, they were still able to implement many of their ideas. The electric KIT21e vehicle benefits from a newly developed drivetrain concept. “Gearbox and motors have been accommodated in the wheel hub; previously they were mounted in the chassis, the monocoque,” says Leon Franken, Marketing Team Leader of KA-RaceIng. This new design has several advantages: since no drive shaft is required, the vehicle is lighter, cooling is simplified, and the monocoque is slimmer. “This way, we had more freedom when conceiving the aerodynamics of the vehicle,” explains Franken. “There is more space for the front, rear, and side wings and thus a larger surface area creating a greater downforce.” Model KIT21d, which is also an electric vehicle, has another special feature: the driverless car is steered by intelligent software for which a new sensor concept was designed. “Instead of three sensors, we only fitted one, at the front on the nose,” explains Franken. “It creates a three-dimensional map of the racing track that is processed by an algorithm that controls the vehicle.” Since the first driverless model in 2017, the software, and thus the vehicle, has continually become faster. “For this reason, we mounted an aerodynamics package for the first time in order to generate enough downforce to keep the car from skidding off the track while cornering,” explains Franken. KA-RaceIng will use these cars to compete in the Formula Student races in summer. These will take place in Italy, Austria, Czechia, Hungary, and on the German Hockenheimring. Vehicle design, business plans, and multiple racing exercises to be completed on the track are among the factors that will add to the final score. The autonomous software of the driverless car will be put to the test both with and without the track map loaded. “These events are rewarding us for all the hard work,” says Franken. The team is looking for new members for the next season, which starts in September. Whether business engineer, computer scientist, mechanical or electrical engineer, “we have a job for everybody,” says Franken. ■

More information: www.ka-raceing.de/?lang=en

Anna Starosta and Nikolas Menger from the KIT Battery Technology Center are developing a scalable charging system for electric vehicles in the SKALE project together with Nina Munzke

Anna Starosta und Nikolas Menger vom Batterietechnikum des KIT entwickeln im Projekt SKALE gemeinsam mit Nina Munzke ein skalierbares Ladesystem für Elektrofahrzeuge

Solution

RESEARCHERS AT KIT DEVELOP A SCALABLE CHARGING SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLES

BY JOHANNES WAGNER // TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR // FOTOS: AMADEUS BRAMSIEPE

Smart Charging

With the increasing number of electric cars, the importance of charging infrastructures and grid security concepts is increasing as well. However, not everyone has the possibility to install a wallbox charger at his or her front door and therefore can charge at home. "To make electromobility suitable for everyday use, charging infrastructures must be expanded in a wide variety of places, such as the workplace," explains Nina Munzke, group leader at the Battery Technical Center and the Institute of Electrical Engineering (ETI) of KIT.

At some locations, the grid connection capacity is limited. Load peaks in the power grid are caused if many people simultaneously charge their electric cars after the start or end of work. Those peaks could be avoided if smart charging was possible while the cars are not in use. According to a study commissioned by the German Federal Ministry of Transport, the average operating time of a car is only 45 minutes per day. This means that on average, cars are parked 97 percent of the time. A survey conducted by the German Automotive Industry Association revealed that about 85 percent of electric car charging is currently ensured through private charging stations located either at home, in residential complexes, or on corporate car parks. "Through local intermediate storage, locally generated energy and smart charging, the impact on the power grid can be reduced as well as the available power increased and the stability of the power grid enhanced", says Starosta.

Nina Munzke and her colleagues Anna Starosta and Nikolas Menger therefore are part of

the research project SKALE, which combines electric mobility, photovoltaics and stationary battery storage in the design of a charging infrastructure for semi-public to private areas. "The project provides a solution for more sustainable mobility using decentralized generation of renewable energy," Starosta adds. Together with the partnering companies Bosch and Power Innovation Stromversorgungstechnik GmbH, the researchers develop an according scalable charging system with a medium-voltage grid connection.

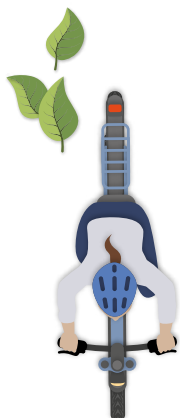
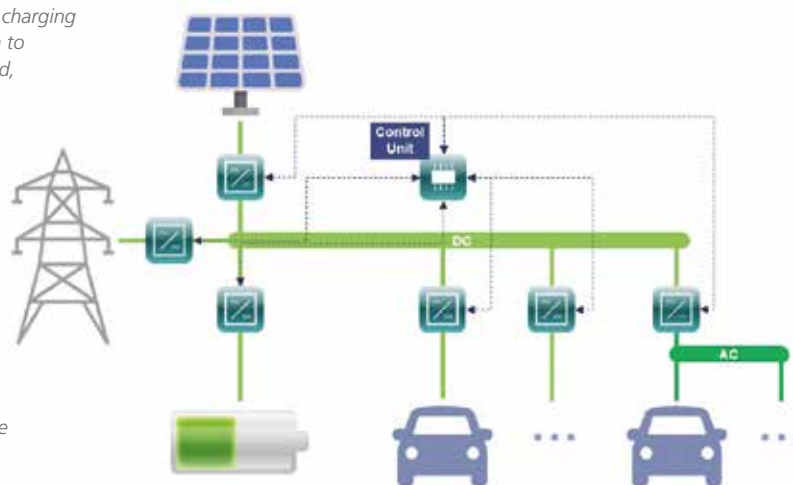
Electric vehicles can be charged with alternating current (AC) or direct current (DC). The power grid provides AC power while photovoltaic and battery power are DC. Converting AC to DC or vice versa results in conversion losses, reducing the system efficiency. The aim of SKALE is to utilize a DC coupled system to reduce unnecessary conversion stages. The

centralized AC grid connection and local energy sources in combination with an intelligent energy management enables an increase of the system efficiency and a decrease of the overall costs.

The researchers aim at ensuring stable and secure operation of the DC grid. Within the framework of SKALE, a charging infrastructure demonstrator will be built. The planned setup will include more than a dozen charging points, a photovoltaic system with a peak power of approx. 150 kW, and a battery storage system with a capacity of 50 kWh. With this demonstrator, first practical experience will be gained with respect to the setup and operation of the charging infrastructure. The measured data will be used to analyze the efficiency of the new concept and derive how the system should be optimized for future applications. Contrary to conventional charging

Concept of the scalable charging system: grid connection to the medium-voltage grid, connection of charging stations, a photovoltaic system and a stationary lithium-ion storage system

Konzept des skalierbaren Ladesystems: Netzanschluss an das Mittelspannungsnetz, Anbindung mehrerer Ladeplätze, einer Photovoltaikanlage und stationärem Lithium-Ionen-Speicher



Nina Munzke, Head of the Systems Control and Analysis Research Group at the Battery Technology Center of the KIT Electrotechnical Institute (ETI)

Nina Munzke, Leiterin der Forschungsgruppe Systemsteuerung und -analyse am Batterietechnikum des Elektrotechnischen Instituts (ETI) des KIT

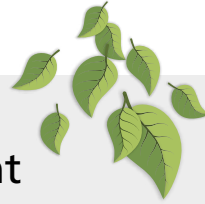
processes, it is now planned to centralize power electronics partly on the grid side, to use a storage system, to centralize load flows, and to distribute energy in a DC grid. The goal is to achieve cost savings, high scalability, flexible application locations, and high efficiency. Accordingly, a simulation tool is developed to analyze and evaluate the optimal configuration of the charging infrastructure.

The charging infrastructure is designed scalable, so that it can be used in various applications, e.g. public parking lots or corporate facilities. The correspondingly developed design tool supports flexible planning with regard to the number of charging points, photovoltaic power, battery capacity and converter sizes. A further aspect of the project is to study the extent to which alternative charging topologies reduce the losses caused by upscaling the charging points. This helps to increase overall efficiency.

The researchers see the project as a building block for the development of sustainable and grid-friendly electric mobility, which is intended to meet the increasing demand for charging infrastructure. They would like the project to help mitigate climate change. "Of course, this project is only a small contribution that adds to the many changes required on a global level," emphasizes Nikolas Menger, "but it is a step in the right direction." ■

Contact: nina.munzke@kit.edu,
anna.starosta@kit.edu,
nikolas.menger@kit.edu

More information:
www.batterietechnikum.kit.edu



Intelligent geladen

Forschende des KIT entwickeln skalierbares Ladesystem für Elektrofahrzeuge

Wer sich für ein Elektromobil entscheidet, benötigt eine Ladestation möglichst nah an der eigenen Wohnung sowie Lademöglichkeiten unterwegs. „Damit die Elektromobilität alltagstauglich ist, muss an den verschiedensten Stellen Ladeinfrastruktur ausgebaut werden, wie etwa am Arbeitsplatz“, sagt Nina Munzke, Gruppenleiterin vom Batterietechnikum und Elektrotechnischen Institut (ETI) des KIT. Lastspitzen entstehen, wenn Elektroautos vor allem nach Arbeitsbeginn oder Feierabend geladen werden. Vermeiden ließe sich das, wenn die gesamte Standzeit von Autos zum Laden genutzt würde.

Im Projekt SKALE verbindet Munzke deshalb zusammen mit Anna Starosta und Nikolas Menger Elektromobilität mit Photovoltaikanlage und stationärem Batteriespeicher für den Aufbau einer intelligenten Ladeinfrastruktur für den halb-öffentlichen bis privaten Raum. Gemeinsam mit den Partnern Bosch und der Power Innovation Stromversorgungstechnik GmbH entwickelt das Forschungsteam ein skalierbares Ladesystem mit Photovoltaikanlage, stationärem Lithium-Ionen-Speicher und Mittelspannungs-Netzanschluss. Im Gegensatz zu gängigen Ladekonzepten bezieht das Projekt die gesamte Energieflusskette mit ein, um Ladeleistung und Wirkungsgrad zu steigern und Kosten zu senken. Alle Anforderungen von der netzseitigen Bereitstellung der Energie über bedarfsgerechte Zwischenspeicherung, Verteilung und Wandlung bis hin zur Fahrzeugbatterie und Rückspeisung ins Netz werden berücksichtigt.

Im Projekt wird ein Demonstrator der Ladeinfrastruktur aufgebaut. Es entstehen mehr als ein Dutzend Ladeplätze, eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von etwa 150 Kilowatt Peak und ein Batteriespeicher mit einer Kapazität von circa 50 Kilowattstunden. Die netzseitige Leistungselektronik wird teilweise zentralisiert, die Batterie als Pufferspeicher eingesetzt, Lastflüsse zentralisiert und die Energie im Gleichspannungsnetz verteilt. Später kann mit der Ladeinfrastruktur eine flexible Anzahl von Ladepunkten versorgt werden. ■

Kontakt: nina.munzke@kit.edu, anna.starosta@kit.edu, nikolas.menger@kit.edu
Weitere Informationen: www.batterietechnikum.kit.edu

ANZEIGE

HECTOR SCHOOL

OF ENGINEERING & MANAGEMENT

Departure Point of Industrial Pioneers

Further qualification and master of science programs for engineers, computer-scientists and economists

Part-Time Studies and Work

In the fields of product development, mobility systems, energy, logistics, or finance and information systems



KIT
Karlsruhe Institute of Technology

www.ectorschool.kit.edu



NEW GRADUATE SCHOOL UPGRADE MOBILITY

The "UpGrade Mobility" Graduate School founded by KIT Mobility Systems Center is an interdisciplinary qualification program for excellent doctoral researchers at KIT whose work contributes to the center's research. The objective is a systemic qualification of doctoral researchers beyond their specialty domains, as mobility is an area that is strongly interdisciplinary in nature. With UpGrade Mobility, KIT Mobility Systems Center is pursuing its vision of seamless mobility that requires profound insight into various research disciplines. Besides a (cross-)disciplinary qualification offer, various network activities and an interdisciplinary supervisory team are awaiting the candidates. The Graduate School is looking for excellent doctoral researchers with a focus on mobility topics who began their doctorate work less than one year ago. Applications can be submitted as of mid-June 2021.

More information: www.mobilitaetssysteme.kit.edu

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR



FOTO: TANJA MEISSNER

NAWIK ENTWICKELT E-LEARNING-ANGEBOT FÜR WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION

Das von der Klaus Tschira Stiftung und dem KIT 2012 gegründete Nationale Institut für Wissenschaftskommunikation (NaWik) baut in den kommenden drei Jahren ein modulares E-Learning-Angebot für Wissenschaftskommunikation auf. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Vorhaben. „Bereits in etwa einem Jahr wollen wir Basiswissen zur Wissenschaftskommunikation in ersten Lehrmodulen anbieten“, erklärt Beatrice Lugger, Geschäftsführerin des NaWik. Anschließend soll das E-Learning ausgebaut und durch weitere Module, beispielsweise zu spezifischen Kommunikationssituationen und Medientypen, ergänzt werden. Bei der Konzeption kann das NaWik auf die eigene Expertise und E-Learning-Erfahrung zurückgreifen und Lehrinhalte aus den Präsenzseminaren als Grundlage für E-Module heranziehen. Zielgruppe des E-Learnings sind Forschende und Studierende, die ihre Kompetenzen im Bereich Wissenschaftskommunikation gegenüber Nicht-Fachleuten sowie Medien aufbauen und stärken wollen.

Weitere Informationen: www.nawik.de

DIGITAL CITIZEN SCIENCE ZU „WELLBEING@HOME“ STARTET IN KARLSRUHE

Unter Federführung von Professor Christof Weinhardt, Leiter des Instituts für Wirtschaftsinformatik und Marketing (IISM), entsteht am KIT eine in der Exzellenzinitiative geförderte, neue Infrastruktur für Digital Citizen Science in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Zentral sind digitale Tools und Plattformen, die Bürgerinnen und Bürger mit Forschenden des KIT vernetzen. Dies ermöglicht Forschung auf Augenhöhe – online, ohne feste Termine oder physische Treffen. Erster Schritt des Projekts war der Aufbau des Karlsruhe Decision and Design Experimentation Ecosystem (KD²Ex) mit Informations- und Experimentalt terminals im öffentlichen Raum, tragbarer Sensorik für private Haushalte, Software zur Datenerhebung und -analyse sowie einer digitalen Plattform zur Kommunikation der Bürgerinnen und Bürger. Letztere werden so durchgängig von der Entwicklung der Forschungsfragen bis hin zur Auswertung von Studien und der Veröffentlichung der Ergebnisse unterstützt. Im interdisziplinären Pilotprojekt zum Thema „Wellbeing@Home“ starten jetzt Studien zum Wohlbefinden bei Arbeit und Bildung zu Hause. Untersucht werden etwa Kommunikationsverhalten und Stress im Homeoffice und die Wirkung körperlicher Aktivität nach und während der Online-Arbeit.

Interesse? www.info.digital-citizen-science.de

Kontakt: christof.weinhardt@kit.edu, anke.greif-winzrieth@kit.edu

FOTO: LYDIA ALBRECHT



JAHRESFEIER DES KIT 2021: RÜCKBLICK AUF ZWEI ERFOLG- REICHE JAHRE

Unter dem Motto „Faszination Wissenschaft“ fand am 22. April 2021 die erste digitale Jahresfeier des KIT statt. Im Mittelpunkt standen Visionen und Fragen rund um die Bioökonomie. „Viele Menschen denken heute mit Sorge an die Zukunft unseres Planeten – und dafür gibt es leider berechtigte Gründe“, sagte der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka. Das KIT trage mit seiner Forschung zur Bewältigung der bestehenden Herausforderungen bei. „Innovationen und Expertise aus dem KIT sind schon heute sehr gefragt, unter anderem bei den Themen Bioenergie, erneuerbare Kraftstoffe, innovatives Recycling oder nachhaltiges Bauen“, so Hanselka. Neben den Top-Themen aus der Wissenschaft stand ein aktueller Meilenstein im Fokus, auf welchen das KIT lange hingearbeitet hatte: Im Februar 2021 einigten sich Bund und Land auf weitere Schritte zur Vervollständigung der bundesweit einzigartigen Fusion am KIT. Des Weiteren würdigte das KIT bei der Jahresfeier das besondere Engagement der Lehrenden mit der Verleihung der Fakultätslehrpreise an 22 Preisträgerinnen und Preisträger.

Aufzeichnung der Jahresfeier:
youtu.be/_X2nfSqTrk



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE



FOTO: KLIMA ARENA

EINSATZ FÜR DEN WASSERSTOFF: PRÄSIDENT HANSELKA IN DER „KLIMA ARENA“

„Wasserstoff – Utopie oder Hype?“ – mit diesem Thema startete im Mai 2021 das neue Diskussionsformat „Arena fürs Klima“ im interaktiven Erlebniszentrum „Klima Arena“ in Sinsheim. Mit auf dem Podium saß der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka, der dort mit den anderen Gästen über die Bedeutung von Wasserstoff in der Energiewende diskutierte. Eingeladen waren außerdem Andreas Löschel, Chef der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ der Bundesregierung, sowie Doris Wittneben, die bei der Metropolregion Rhein-Neckar für Innovationsthemen verantwortlich ist. Hanselka sprach sich für einen raschen Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur aus. „Damit wir das volle Potenzial dieser Zukunftstechnologien ausschöpfen können, ist es wichtig, dass die Wasserstoffindustrie und die Infrastruktur jetzt, parallel zum Ausbau der erneuerbaren Energien, aufgebaut werden.“ Entsprechende Technologien würden aktuell am KIT entwickelt und erprobt. Auch wenn es heute noch nicht genug grünen Wasserstoff gebe, werde sein Beitrag zur Klimaneutralität perspektivisch von großer Bedeutung sein. „Wir müssen jetzt anfangen!“, so Hanselka.

Mehr Informationen: www.klima-arena.de

MORE CLIMATE RESILIENCE THROUGH MORE PRECISE SEASONAL FORECASTS

Lack of water, floods, or crop losses: As a result of climate change, periods of drought and rainfall are occurring more frequently around the world, causing economic damage. Working on an international project called “Seasonal Water Resources Management in Semiarid Regions” (SaWaM), funded by the German Federal Ministry of Education and Research, climate researchers at KIT were now able to improve predictions of such events by means of statistical methods. “If we are able to predict rainfall amounts and temperatures more accurately, local decision makers can more proactively manage and plan reservoirs or seed selection for the planting season, for example. This will reduce damage and losses,” says Professor Harald Kunstmann, who works at the Institute of Meteorology and Climate Research – Atmospheric Environmental Research (IMK-IFU), KIT Campus Alpin.” The improved seasonal forecasts are much more precise than the raw data of the global seasonal forecast models,” explains Dr. Christof Lorenz from IMK-IFU who coordinated the SaWaM project. “We could show that, thanks to the seasonal drought forecasts, savings of up to 70 percent of the costs are possible,” says Tanja Portele, climate researcher at IMK-IFU.

Contact: harald.kunstmann@kit.edu,
tanja.portele@kit.edu,
christof.lorenz@kit.edu

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR



FOTO: HARALD KUNSTMANN



WÄLDER stärken mit KI

**DIE GLOBALEN KLIMAVERÄNDERUNGEN
BEDROHEN UNSERE WÄLDER.
EIN INTELLIGENTES UNTERSTÜTZUNGSSYSTEM
SOLL FÖRSTERINNEN UND
FÖRSTERN DABEI HELFEN, MIT DEN
FOLGEN UMZUGEHEN**

VON DR. MARTIN HEIDELBERGER

Bei einer Exkursion mit lookKIT in den Karlsruher Stadtwald zeigt Klimaforscher Dr. Joachim Fallmann auf das Problem: Viele Bäume haben sichtbar unter den langen Trockenperioden vergangener Sommer gelitten. Jetzt sind sie anfällig für Schädlinge und Stürme – vermutlich werden nicht alle überleben. Klimawandelfolgen kann hier jeder mit eigenen Augen sehen. „Allein in Baden-Württemberg weisen über 40 Prozent der Waldflächen deutliche Schäden auf“, sagt Fallmann. „Wir haben es mit dem größten Waldsterben seit den 1980er-Jahren zu tun.“

Fallmann arbeitet für das Süddeutsche Klimabüro am KIT, wo das Leben mit dem Klimawandel und seinen Folgen im Fokus unterschiedlicher Forschungsprojekte und Dialogangebote steht. Ein wiederkehrendes Motiv sind dabei Veränderungen, die ganze Wirtschaftszweige zu Anpassungen zwingen. Das gilt auch für die Folgen der Klimaveränderungen im Wald. Weil sich das Ökosystem verändert, muss sich nun auch die Bewirtschaftung anpassen. „Monokulturen sind besonders gefährdet“, sagt Fallmann. „Empfehlenswert sind Mischwälder, die für unsere Baumbestände insgesamt eine bessere Anpassungsfähigkeit gegen Klimaänderungen bieten. Die



Exkursion in den Karlsruher
Stadtwald mit Dr. Joachim
Fallmann vom Süddeutschen
Klimabüro am KIT: Viele
Bäume haben unter den langen
Trockenperioden vergangener
Sommer gelitten

Excursion to the Karlsruhe city
forest with climate researcher
Dr. Joachim Fallmann of the
South German climate office at
KIT: Many trees have suffered
from the long dry periods of
past summers



FOTO: EDI GMBH

Vielfalt verschiedener Baumarten trägt dazu bei, dass Waldbestände ihre Funktion erhalten, selbst wenn einige Baumarten schwächeln. Ein Mischwald kommt somit insgesamt besser mit Hitze- und Trockenperioden zurecht, ist widerstandsfähiger gegen Stürme und Insekten und trägt dazu noch zur Bodenfruchtbarkeit und Artenvielfalt bei.“ Doch einfach Iospflanzen, so funktioniert Forstwirtschaft nicht. Bei jeder Entscheidung, ob bei der Pflanzung oder bei der Holzernte, müssen vielmehr komplexe Abwägungen getroffen werden, die oft weit in die Zukunft wirken. „Kurzfristige Wetterereignisse müssen genauso bedacht werden, wie langfristige Klimatrends. Die Bodenbeschaffenheit ist von

Bedeutung, und natürlich müssen die richtigen Arten ausgewählt werden, die auch in einem zukünftigen Klima noch bestehen können“, betont Fallmann. „Dabei spielen natürlich auch wirtschaftliche Gegebenheiten eine Rolle, und das alles führt dann zu äußerst komplexen Abwägungen und auch zu Zielkonflikten.“

Künstliche Intelligenz für das Waldmanagement

Optimal wäre es, wenn jede Försterin und jeder Förster bei der Arbeit im Revier Zugang zu allen relevanten Daten hätte, um gleich vor Ort wissensbasierte Entscheidungen zu treffen. Mit Künstlicher Intelligenz (KI) wird ge-

nau das jetzt möglich, erklärt der Ingenieur und Datenwissenschaftler Dr.-Ing. Thomas Freudenmann, der ebenfalls bei der Waldexkursion mit lookKIT dabei ist und bereits an einer entsprechenden Software arbeitet. „Maschinelles Lernen, insbesondere in Kombination mit Fachwissen, kann uns dabei helfen, Systeme mit großer Komplexität zu managen. Wir können sie auch einsetzen, um unsere Ressourcen nachhaltiger zu nutzen.“ Freudenmann ist, gemeinsam mit Dr.-Ing. Mohanad El-Haji, Geschäftsführer und einer der Gründer der EDI GmbH – Engineering Data Intelligence, einem Spin-off des KIT, das sich bislang auf intelligente Industriesoftware konzentriert hat. Gemeinsam mit dem Süddeutschen Klimabüro entwickelt das Unternehmen nun ein Decision-Support-System für das Forstrevier. Das transdisziplinäre Projekt EDE 4.0 (steht für: Erweiterte Dynamische Einschlagsplanung) soll eine nachhaltige Forstwirtschaft unterstützen. „Am Ende der Entwicklung wird eine mobile App stehen, die intuitiv zu bedienen ist und die Försterinnen und Förster bei ihrer Arbeit im Wald mit KI unterstützt“, sagt Freudenmann. „Etwa bei der Entscheidung, wo geerntet oder wann neu gepflanzt werden soll, inklusive der Erfolgsaussichten einer Pflanzung an einem definierten Standort.“

Damit das System sinnvolle Ergebnisse liefert, muss es zunächst Zusammenhänge und Muster erkennen. Dazu werden Daten aus ganz unterschiedlichen Bereichen, die einen relevanten Einfluss auf die Bewirtschaftung eines Waldes haben, zusammengetragen und semantisch verschnitten. Hierzu zählen etwa Daten vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung sowie dem Deutschen Wetter-



FOTOS: MAGALI HAUSER

Dr. Thomas Freudenmann (links) und Dr. Mohanad El-Haji (rechts), Geschäftsführer und Gründer der EDI GmbH – Engineering Data Intelligence, ein Spin-off des KIT

Dr. Thomas Freudenmann (left) and Dr. Mohanad El-Haji (right), managing director and founder of EDI GmbH – Engineering Data Intelligence, a KIT spin-off



dienst, die am Süddeutschen Klimabüro untersucht und aufbereitet werden. Auch das Institut für Geographie und Geoökologie des KIT ist Projektpartner und liefert mit spezifischen forstwissenschaftlichen Daten unverzichtbare Referenzen. Die Forstwirtschaft wiederum speist Informationen zum Marktumfeld und der Holz-Logistikkette ein. Alle diese Daten werden mit dem cloudbasierten EDI hive IoT Framework der EDI GmbH verarbeitet, dem Herzstück der App. Dort trainiert sie ein intelligenter Algorithmus, mit dem das Unternehmen KI auch schon in die Luftfahrt, Logistik oder Chemieindustrie gebracht hat. „Eigentlich kommen wir ja aus dem Maschinenbau, aber Maschinelles Lernen kann hochflexibel eingesetzt werden“, sagt Freudenmann. „Das macht diese Technologie so nützlich.“

Ein Unterstützungssystem, das zuhören kann

Wie das Unterstützungssystem in der Praxis genutzt werden soll, erläutert Klimaforscher Joachim Fallmann mit einem möglichen Szenario: „Im Planungsprozess bei Neupflanzungen zum Beispiel könnte das zukünftige Risiko einer wiederkehrenden Dürre einbezogen werden. Eine Empfehlung des Systems wäre dann, großflächige Fällungen am Standort zu vermeiden und eher auf Naturverjüngung zu setzen. Denn die geschätzten Sonderkosten durch die Bewässerung oder sogar den Ausfall von neu bepflanzten Flächen würden wirtschaftlich keinen Sinn ergeben. Außerdem könnten integrierte Informationen aus regionalen Klimasimulationen aufzeigen, ob die Neupflanzung einer bestimmten Baumart am betreffenden Standort im Rahmen einer zukünftigen Klimaänderung sinnvoll ist.“ Wenn man solche Entscheidungen frühzeitig kommuniziere, bliebe den Holzverarbeitenden Betrieben mehr Zeit, sich auf eine Veränderung der Rohstoffverfügbarkeit vorzubereiten.

Doch welchen Beitrag das KI-Unterstützungssystem zukünftig tatsächlich dabei leisten wird, den Wald gegen den Klimawandel zu stärken, hängt natürlich vor allem davon ab, ob es bei der praktischen Arbeit im Revier sinnvoll eingesetzt werden kann. Die Entwicklung wird deshalb in enger Partnerschaft mit dem Waldmanagement durchgeführt. Außerdem soll es zusätzlich auch direkt von Försterinnen und Förstern trainiert werden: Indem das System lernt, ortsspezifische Gegebenheiten und lokales Wissen zu berücksichtigen, werden Handlungsvorschläge noch gezielter.

Die Zukunft des Waldes steht auf dem Spiel

Bereits überzeugt davon, dass ein solches Werkzeug für seine Kolleginnen und Kollegen nützlich sein kann, ist der Karlsruher Forstamtleiter Ulrich Kienzler. Er hat lookKIT und das Projektteam im Stadtwald getroffen, um vor Ort die Dringlichkeit des Problems zu verdeutlichen. In den vergangenen Jahren sei die planmäßige Holzernte als Folge der klimabedingten Waldschäden dramatisch eingebrochen, auch als Naherholungsgebiet sei der Stadtwald inzwischen durch viele geschädigte oder abgestorbene Bäume gefährdet, berich-

Gemeinsam mit dem Süddeutschen Klimabüro entwickelt die EDI GmbH nun eine App, die Försterinnen und Förster bei ihrer Arbeit im Wald mit KI unterstützt

Together with the South German climate office, EDI GmbH is developing an app that will help foresters in their work in the forest with AI support



Sachen machen mit KI

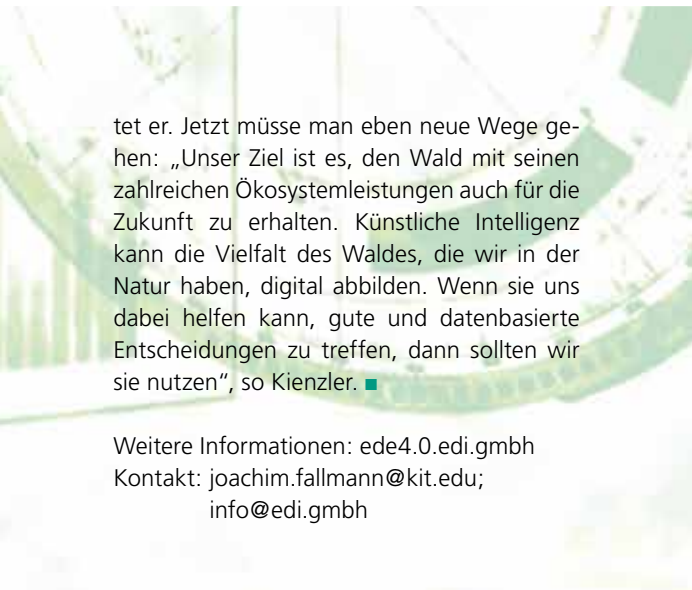
Künstliche Intelligenz (KI) begegnet uns bislang etwa beim Onlineshopping oder in den sozialen Medien. Doch ihr Einsatz durch große Technologieunternehmen ist nur eine Facette der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten dieser Zukunftstechnologie. Wer sich davon ein Bild machen möchte, kann mit der interaktiven Videoserie „Sachen machen mit KI“ unterschiedliche Beispiele erkunden – darunter auch das hier vorgestellte Projekt eines intelligenten Unterstützungssystems für die Forstwirtschaft: www.sek.kit.edu/video/ede40/

Weitere Informationen:
www.kit.edu/kit/pi_2021_020_mit-ki-waelder-schuetzen-und-bewirtschaften.php





FOTO: MARKUS BREIG



tet er. Jetzt müsse man eben neue Wege gehen: „Unser Ziel ist es, den Wald mit seinen zahlreichen Ökosystemleistungen auch für die Zukunft zu erhalten. Künstliche Intelligenz kann die Vielfalt des Waldes, die wir in der Natur haben, digital abbilden. Wenn sie uns dabei helfen kann, gute und datenbasierte Entscheidungen zu treffen, dann sollten wir sie nutzen“, so Kienzler. ■

Weitere Informationen: ede4.0.edi.gmbh
 Kontakt: joachim.fallmann@kit.edu;
info@edi.gmbh



FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: EDI GMBH



Sustaining Forests with AI

Global Climate Changes are Jeopardizing Our Forests – Smart Support System Helps Forest Managers Cope with the Consequences.

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

Many trees have visibly suffered from the long periods of drought in recent summers. “In Baden-Württemberg alone, more than 40 percent of the woodland shows clear signs of damage,” warns Dr. Joachim Fallmann from the South German Climate Office at KIT. “We are witnessing the most serious occurrence of forest dieback since the 1980s. Monocultures are particularly endangered.” He adds that stands of mixed species can accommodate climate changes much better. However, forest management is not simply about going out and planting new trees. Each decision, be it in the context of planting or timber harvesting, requires complex considerations that often stretch well into the future.

The EDI GmbH (Engineering Data Intelligence) plans to use Artificial Intelligence (AI) to help forest managers access all relevant data while working in their district, enabling them to make knowledge-based decisions directly on site. Engineer and data scientist Dr.-Ing. Thomas Freudenmann and his colleague Dr.-Ing. Mohanad El-Haji are the founders and managing directors of the KIT spin-off that has been focusing its activities on intelligent industry software. In cooperation with the South German Climate Office, the company is now developing a forest-management decision support system. The transdisciplinary EDE 4.0 project (the abbreviation stands for extended dynamic wood harvest planning) is intended to support sustainable forest management. “The result will be an intuitive, mobile app that uses AI to assist forest managers with their work in the forest,” says Freudenmann. “For instance, it will help with the decision where to harvest trees and when to plant new trees, including the likelihood of success of reforestation at a particular location.”

To yield usable results, the system must be able to identify correlations and patterns. For this purpose, data from different areas that each have a significant influence on the management of a forest will be merged. KIT’s Institute of Geography and Geoecology is another project partner that supplies specific silviculture data. The forest industry provides information on the market environment and the timber logistics chain. The data is then processed by an intelligent algorithm. The extent to which the AI support system will contribute in protecting forests from climate change will largely depend on its usability for practical work on site. Therefore, the system is being developed in close cooperation with forest management. In addition, forest managers will train it directly on site. ■

More information: ede4.0.edi.gmbh
 Contact: joachim.fallmann@kit.edu; info@edi.gmbh



Veränderungen sind ihr Fachgebiet

Eigentlich wollte Dr. Eda Epp nur für einen Masterabschluss an die HECTOR School of Engineering and Management des KIT nach Karlsruhe kommen, um dann im Unternehmen ihrer Familie in der Türkei mitzuarbeiten. Doch das Schicksal hatte einen Plan B für die junge Akademikerin – sie promovierte am KIT, wurde deutsche Staatsbürgerin und arbeitet heute bei der Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft KPMG als Experte für Transformationsprozesse in der Automobilindustrie. Im Interview mit lookKIT erklärt sie, warum das Studium an der HECTOR School ihr persönlicher Gamechanger war.

lookKIT: Wie sind Sie damals auf die HECTOR School aufmerksam geworden?

Dr. Eda Epp: Ich war schon während meines Studiums in der Türkei für ein Auslandssemester an der Hochschule Pforzheim. Während dieser Zeit haben wir das KIT besucht und auf meiner Suche nach einer Universität mit englischsprachigem Unterricht bin ich dann auf die HECTOR School gestoßen.

Warum haben Sie sich für das Studium an der HECTOR School entschieden?

Die Studierenden an der HECTOR School werden aufgrund ihrer guten Leistungen ausge-

wählt und sind bereits internationale Führungskräfte. An der Universität wurde mir nicht nur eine hervorragende Lehre, sondern auch der Zugang zu einem globalen Netzwerk ermöglicht. Man kann von zahlreichen Kooperationen profitieren, nicht nur mit internationalen Forschungseinrichtungen. So hatte ich während des Studiums die Möglichkeit, ein Praktikum bei Bosch zu machen. Ich habe dort anschließend auch als Werkstudentin gearbeitet und meine Masterarbeit geschrieben. Damit konnte ich meinen Lebensunterhalt finanzieren. Das hat alles gut gepasst für mich.

Sie bezeichnen Ihre Erfahrung dort als Gamechanger, warum?

Bevor ich nach Deutschland kam, habe ich in der Türkei einen Masterabschluss in Business Administration gemacht und die Hauptfunk-

tionsbereiche eines Unternehmens kennengelernt. Ich konnte mich jedoch nicht auf einen Fachbereich spezialisieren. An der HECTOR School hatte ich diese Möglichkeit. Ich konnte mich in die Bereiche Produktion und Supply Chain Management vertiefen – beides Themen, die mich sofort faszinierten.

Gab es an der HECTOR School jemanden, der Sie besonders beeinflusst hat?

Professor Kai Furmans hat mir die Möglichkeit gegeben, am Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme des KIT zu promovieren. Bis dahin war mein Plan, zurück in die Türkei zu gehen und dort in das Unternehmen meiner Familie einzusteigen, die in der Automobilzuliefererbranche tätig ist. Sogar die Position war schon festgelegt. Aber das Schicksal hatte einen Plan B für mich, und Professor Furmans

VON HEIKE MARBURGER

Nach ihrem Studium in der Türkei machte Dr. Eda Epp ihren
Masterabschluss an der HECTOR School in Karlsruhe
After her studies in Turkey, Dr. Eda Epp received her Master's
degree from the HECTOR School in Karlsruhe



FOTOS: AMADEUS BRAMSIEPE

hat mich für sein Fachgebiet begeistert und von einer Promotion überzeugt.

Welche Veränderungen bestimmen derzeit die Automobilindustrie?

Seit der Entwicklung des ersten Autos hat dieser Industriezweig eine lineare Entwicklung erlebt, es gab keine bahnbrechenden Veränderungen. Seit fünf Jahren sehen wir, dass mehrere Faktoren die Automobilindustrie neu gestalten. Das sind neue Technologien, Nachhaltigkeitsrichtlinien, aber auch Änderungen hinsichtlich der Präferenzen der Konsumentinnen und Konsumenten. Die Kundschaft wird umweltbewusster. Ich denke, in 15 Jahren wird die komplette Automobilindustrie revolutioniert sein. Diese Änderungen betreffen drei Kategorien, das sind Nachhaltigkeit, also Änderungen im Ökosystem, dann neue

Produkte, neue Geschäftsmodelle, neue Akteurinnen und Akteure, und die dritte Sparte ist die Digitalisierung.

Ihr Fachgebiet sind Transformationsprozesse in der Automobilindustrie. Können Sie das genauer erklären?

Bedingt durch die kommenden Umwälzungsprozesse ergeben sich viele Herausforderungen. Ich suche nach Optimierungsprozessen und halte die Unternehmen über die Entwicklungen im Wettbewerbsumfeld auf dem neuesten Stand. Ich begleite die Transformationsprozesse, hauptsächlich Digitalisierungsprojekte, damit Unternehmen zukunftsfähig bleiben. Es gibt beispielsweise einen großen Umbruch durch einen Wechsel in der Produktlinie im SAP-System, das die Basis für die komplette IT-Landschaft in der Automobilindustrie

Die HECTOR School of Engineering and Management am KIT

Die HECTOR School of Engineering and Management wurde 2005 als Technology Business School des KIT gegründet. Sie bietet berufs begleitende Masterstudiengänge und kürzere Weiterbildungsformate an, die speziell für Ingenieurinnen, Informatiker und Maschinenbauerinnen entwickelt wurden. Die Philosophie der HECTOR School basiert auf einem methodisch ganzheitlichen Ansatz, der technologische Entwicklungen und Management-Expertise kombiniert. Der enge Austausch mit der Industrie sowie die interdisziplinäre und internationale Ausrichtung geben angehenden Führungskräften die Möglichkeit, ihre Kompetenzen fachübergreifend und praxisnah in aktuellen technologischen Entwicklungen wie der digitalen Transformation zu erweitern. Dabei fokussiert sich die HECTOR School auf Weiterentwicklungen in den Bereichen Produktion, Logistik, Finanz- und Informationstechnologie sowie erneuerbare Energien und Mobilität. ■

Weitere Informationen: www.hectorschool.kit.edu

darstellt. Wir versuchen die alten Systeme zu reduzieren und manuelle Prozesse zu automatisieren und zu standardisieren. Wir helfen unseren Kundinnen und Kunden dabei, die Umstellung zu realisieren, Verbesserungspotenziale auszuschöpfen und auch global Prozesse zu harmonisieren.

Zusätzlich gibt es derzeit viele Änderungen in den Unternehmensstrukturen. So werden Geschäftsbereiche in separate Einheiten aufgeteilt. Die Unternehmen können damit intensiver in bestimmte Technologien investieren und leichter Entscheidungen treffen. Es gibt aber auch Unternehmenszusammenschlüsse, sodass zwei Unternehmen Technologien zusammenbringen und schneller entwickeln können. Also Aufspaltungen und Zusammenschlüsse - wir helfen dann dabei, die operativen Geschäftsprozesse und IT-Systeme zusammenzulegen oder zu trennen.

In welcher Hinsicht wird Nachhaltigkeit zum Thema in der Branche?

Durch neu definierte Grenzwerte für Schadstoffe und Änderungen in den Präferenzen von Konsumentinnen und Konsumenten ist die Branche gezwungen, einen Wechsel zur Elektromobilität zu vollziehen. Die Kundschaft möchte durch ihre Entscheidung für ein emissionsarmes Auto einen Beitrag dazu leisten, gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem Klimawandel zu begegnen. Und sie will sehen, dass die Automobilhersteller ebenfalls ihren Beitrag leisten. Auch auf den Kapitalmärkten gibt es Investorinnen und Investoren, deren Kundschaft so denkt.

Der Environmental Performance Index (EPI) ist ein Versuch, die ökologische Leistungsbilanz eines Unternehmens quantitativ darzustellen. Wir unterstützen unsere Kundschaft darin, Nachhaltigkeitsrichtlinien in diese Richtung zu entwickeln und sie umzusetzen, auch durch neue Anforderungen an Lieferanten. Wir prüfen Nachhaltigkeitsberichte und unterstützen unsere Kundinnen und Kunden in der Messung von Emissionswerten. Dazu entwickeln wir Bewertungsschemata, um einzelne Logis-

tikvarianten oder den Standort unter nachhaltigen Aspekten genau einstuft zu können. Bereits 84 Prozent der weltweit größten Unternehmen haben ein Klimaschutzprogramm. Ich denke, das ist unerlässlich für den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg. Wir gehen davon aus, dass sich die Elektromobilität und ihre verschiedenen Technologien, wie etwa der Plug-in-Hybrid, in zehn Jahren vollständig durchgesetzt haben. Auch sinken die Batteriepreise und es gibt Förderungen für die La-

Changes Are Her Specialty

Dr. Eda Epp, HECTOR School Alumna, Supports the Automotive Industry on its Path to Greater Sustainability

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

Initially, Dr. Eda Epp only came to KIT's HECTOR School of Engineering and Management at Karlsruhe to obtain a Master's degree. After that, she planned to work at her family's company in Turkey. However, fate had a different plan in store for the young graduate – she earned her doctorate at KIT, became a German citizen and is now an expert on transformation processes in the automotive industry working for the KPMG auditing and consulting firm. "The studies at HECTOR School were my personal game changer," Epp says. Even at the very early stage of her professional career, she had wanted to focus on the automotive industry. At the HECTOR School, "I had the occasion to specialize in the production and supply chain management fields and to benefit from an international network. Professor Kai Furmans then offered me the opportunity to do a doctorate at KIT's Institute for Materials Handling and Logistics."

From Epp's perspective, there were no groundbreaking changes in the evolution of the automotive industry for quite a long time. "But in the past five years, we have seen multiple factors that tend to redesign the automotive industry," says Epp. "There are new technologies and sustainability guidelines, but also the fact that customers are developing a greater ecological awareness – and, of course, digitization." Epp follows this transformation, keeping companies up to date on the developments in their competitive environment, and supporting e.g. digitization projects. Moreover, she has delved into the topic of sustainability. "Redefined limits for pollutants and changing consumer preferences are forcing the industry to adopt electromobility," Epp adds. She also helps companies develop and implement sustainability guidelines. In addition, she and her team review sustainability reports and support customers, such as in the measurement of emission values.

"84 percent of the major companies worldwide already have a climate protection program. I believe that this is indispensable for economic success in the long run," says Epp. She is convinced that, within ten years, electromobility and its associated technologies, such as plug-in hybrids, will have gained full acceptance on the market. Falling battery prices and funding programs for the charging infrastructure will facilitate this evolution. She is excited about her job as a senior manager that allows her to bridge the gap between management and technology. "It often happens that, in the morning, I talk to the CEO of a company about strategies for the future and concepts and later discuss specifics such as the length of a data record with somebody from the responsible department. My work has both a strategic and an operational side, making my job so varied," Epp concludes. ■

Contact: eepp@kpmg.com





destruktur, was diese Entwicklung ebenfalls unterstützt.

Können Sie ein konkretes Beispiel für mehr Nachhaltigkeit nennen?

Wenn Autos von Shanghai nach Berlin versandt werden, hat man die daraus entstehenden Emissionen bisher mit Standardwerten gemessen. Wir versuchen jetzt, diese Bewegungen verfeinert darzustellen. Wir bewerten, mit welchem Fahrzeug der Vorlauf zum Hafen in Shanghai gemacht wurde, welcher Autofrachter von Shanghai zum Hafen nach Rotterdam eingesetzt und was für ein Transportfahrzeug von Rotterdam nach Berlin verwendet wurde. Wir nehmen die Ergebnisse in ein Programm auf und erstellen eine genaue Benennung der CO₂-Emissionen dieser Bewegungen.

Dann suchen wir Alternativen. Bei dem Autofrachter ist es natürlich schwierig, im Antrieb Elektromobilität einzusetzen, aber es gibt eine Technologie mit flüssigem Erdgas, und wir empfehlen Autofrachter, die damit ausgerüstet sind. Damit können wir die Emissionswerte um 25 Prozent reduzieren. Und anstatt im Vorlauf normale Lkws einzusetzen, wählen wir andere Varianten wie batteriebetriebene Lkws oder kleinere Fahrzeuge. Es geht bei diesen Optimierungen in erster Linie um die Messbarkeit und genauere Daten.

Was fasziniert Sie an Ihrem Job?

Ich bin die Brücke zwischen der Managementebene und dem Fachbereich. Es ist der Sprung zwischen den Ebenen, der mich fasziniert. Oft spreche ich morgens mit dem CEO eines Unternehmens über Zukunftsstrategien und Konzepte, wir sind eher auf der abstrakten Ebene unterwegs. Danach rede ich mit dem Fachbereich, da geht es etwa um die Länge eines Datensatzes. Meine Arbeit ist strategisch, aber auch operativ. Das finde ich sehr abwechslungsreich. Vor der Corona-Pandemie bin ich durch die ganze Welt gereist, und das hat mir sehr viel Spaß gemacht. Ich habe dabei immer ein Paar Sicherheitsschuhe im Gepäck, weil ich normalerweise vier Tage

beim Kunden und dort in Lager und Produktion unterwegs bin.

Ihre Familie in der Türkei ist ebenfalls in der Automobilbranche tätig. Können Sie mehr darüber erzählen?

Ich komme aus einer Familie mit vielen starken und erfolgreichen Frauen. Wir hatten mütterlicherseits in sechs Generationen keinen einzigen Sohn, bis ich vor drei Jahren einen Jungen bekam. Eine dieser starken Frauen in meiner Familie war meine Tante. Sie hat 1976 zusammen mit meinem Onkel ein Unternehmen gegründet, das Kunststoffteile für die Automobilindustrie produziert. Für mich stand daher fest, dass ich in diesem Bereich studieren und im Unternehmen meiner Tante einsteigen wollte. Aber es lief anders, ich habe promoviert und in Deutschland meinen Mann kennengelernt. Ich würde nicht ausschließen, dass ich in zehn Jahren zusammen mit meinem Mann und meinem Sohn in die Türkei zurückgehe, um gemeinsam mit der Familie dort zu arbeiten. Aber jetzt lebe ich hier, bin eingebürgert und sehr stolz darauf. ■

Kontakt: eep@kpmg.com

Vielfältiger Arbeitsalltag in der Automobilbranche: Dr. Eda Epp betreut Digitalisierungsprojekte, unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung von Nachhaltigkeitsrichtlinien und prüft Nachhaltigkeitsberichte

Diverse day-to-day work in the automotive industry: Dr. Eda Epp oversees digitization projects, supports companies in the development and implementation of sustainability guidelines, and reviews sustainability reports





FOTO: IFS

Dr.-Ing. Sandra Kauffmann-Weiß vom wbk Institut für Produktionstechnik am KIT, Geschäftsführerin des InnovationsCampus Mobilität der Zukunft

Dr.-Ing. Sandra Kauffmann-Weiß from the wbk Institute of Production Science at KIT, Managing Director of the „Future Mobility“ Innovation Campus



FOTO: PRIVAT

DER INNOVATIONSCAMPUS MOBILITÄT DER ZUKUNFT

VON DR. STEFAN FUCHS

Die Trends zur Digitalisierung, Automatisierung und Emissionsreduktion revolutionieren Mobilitätssysteme weltweit. Bei dieser Entwicklung mit an der Spitze zu bleiben, ist für das historisch und ökonomisch eng mit dem Automobil verbundene Land Baden-Württemberg von zentraler Bedeutung. 2019 ging deshalb im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft der vom Wissenschaftsministerium Baden-Württemberg geförderte „InnovationsCampus Mobilität der Zukunft“ an den Start. Der Forschungscampus ist eine gemeinsame Initiative des KIT und der Universität Stuttgart. Sie bündelt die an den beiden Standorten Karlsruhe und Stuttgart vorhandenen Kompetenzen in den Bereichen Antriebstechnik, Fahrzeugbau, Produktionstechnik, Elektrotechnik und Informatik. Die Zusammenarbeit trägt dazu bei, die Zukunftsfähigkeit der Automobilindustrie im deutschen Südwesen zu sichern.

Wenn die Automobilwirtschaft mit den Worten des Ministerpräsidenten Winfried Kretsch-

mann „die Halschlagader“ Baden-Württembergs ist, dann bildet die Kooperation der beiden Forschungsuniversitäten in Karlsruhe und Stuttgart im „InnovationsCampus Mobilität der Zukunft“ das wissenschaftliche Rückgrat. Aktuell laufen 18 Einzel- und Verbundprojekte im Rahmen der Initiative, zudem gibt es zwei aktive Nachwuchsgruppen. Die Forschungsgegenstände reichen von der Frage, welche Rolle Sensorik zukünftig im Produktionsprozess an Bord des Fahrzeugs spielen wird, über die Entwicklung von ressourcenschonenden E-Motoren ohne seltene Erden bis hin zur Fertigung von Leichtkarosserien.

„Eines der aktuellen Projekte beschäftigt sich mit Wasserstoff-Brennstoffzellen. Durch einen modularen Aufbau erweitert sich das Einsatzfeld der Zellen, und die Kosten werden gesenkt. Die modularen Brennstoffzellen sind damit ein weiterer Lösungsbaustein für die Mobilität der Zukunft“, sagt Dr.-Ing. Sandra Kauffmann-Weiß, Geschäftsführerin des InnovationsCampus am KIT. „Es gibt jedoch nicht

den einen Heilsbringer. Wir können die Mobilität nur durch ein Bündel unterschiedlicher Technologien zukunftsfähig machen“, fügt Kauffmann-Weiß hinzu. „Was den Antrieb betrifft, wird die Zukunft eine Mischung sein. Für die kurze Strecke ist die rein batterieelektrische Mobilität eine mögliche Lösung, für die Mittelstrecke sind es zum Beispiel hybride Fahrzeuge und für die Langstrecke und den Lastverkehr die Brennstoffzelle oder E-Fuels aus erneuerbaren Ressourcen.“

Flexible Herstellung durch 3-D-Druck

Wie in der Lebensmittelproduktion, die immer mehr auf regionale Produkte setzt, soll auch im Automobilbau Regionalität zur Tugend werden. Denn die langen Lieferketten der Vergangenheit sind anfällig. Im Blick auf regionale Ressourcen zeigt sich der systemische Ansatz der Forschung am InnovationsCampus. Die Entwicklung neuer Technologien wird von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern stets mit der industriellen Umsetzung zusammengedacht, für welche die Entwicklung entsprechender Produktionstechnologien und -systeme notwendig ist. Nicht allein das fertige Produkt soll nachhaltig und effizient sein, sondern auch der Herstellungsprozess. Eine ressourcenschonende Produktion in der Region mit flexiblen Herstellungsverfahren verkürzt etwa die Lieferketten. Eine Methode, welches solche flexiblen Produktionsverfahren ermöglicht, ist etwa der 3-D-Druck. Mithilfe der Technik können Unternehmen ihre Fertigung ohne lange Um-

Das Automobil neu erfinden



lookKIT > 0221
PLACES 47



FOTOS: AMADEUS BRAMSIEFER

Ziel des InnovationsCampus ist es, neue Technologien für eine digitalisierte und emissionsfreie Mobilität hervorzubringen

The goal of the Innovation Campus is to bring forth new technologies for digitized and emission-free mobility

rüstzeiten in benachbarte Betriebe verlagern. 3-D-Druckverfahren, die sogenannte additive Fertigung, sind deshalb ein zentraler Forschungsschwerpunkt am InnovationsCampus. Mit dem Abschied von oder der Kombination mit herkömmlichen einzelnen Fertigungsverfahren wie dem Drehen, Fräsen oder Sintern eröffnen sich durch den 3-D-Druck sowie neue Fertigungskombinationen neue Möglichkeiten für innovative Produkte. Mit Hilfe von 3-D-Druck lassen sich auch kleine Stückzahlen produzieren, welche gleichzeitig kostengünstiger sind. Die additive Fertigung könnte damit den Trend zur Individualisierung der Fahrzeuge je nach Einsatzgebiet vorantreiben.

Additive Fertigung für das Automobil der Zukunft

„Ins Risiko zu gehen ist der Auftrag des InnovationsCampus. Wir wollen die Grundlagenforschung bis über die vorderste Frontlinie vorantreiben – weit jenseits dessen, was in den Forschungslaboratorien der Automobilindustrie passiert. Es geht darum, das Automobil ganz neu zu erfinden“, unterstreicht Kauffmann-Weiß. Im Silicon Valley wurde dafür der Begriff der disruptiven Technologien geprägt. Diese verdrängen oder ersetzen etablierte Technologien oder Verfahren in mehr oder weniger kurzer Zeit. Einen möglichen Ansatz für so eine Technologie suchen die Forscherinnen und Forscher im Pilotprojekt „Neuartige Entwurfsprozesse und Designmöglichkeiten für Elektromotoren und Antriebssysteme durch die Verwendung von ad-

ditiv verfügbaren Materialien und Strukturen“. Vier Institute des KIT und der Universität Stuttgart sind an dem Projekt beteiligt. In dem Projekt geht es um die Weiterentwicklung eines bisher für die industrielle Fertigung eher ungeeigneten Typus einer E-Maschine, der Transversalflussmaschine (TFM). Die Forscherinnen und Forscher setzen im Gegensatz zum gängigen Herstellungsverfahren auf 3-D-Druck. Dadurch entsteht in der Formgebung der Bauteile ein größerer Gestaltungsspielraum sowie eine höhere Strukturfreiheit. Gleichzeitig kann mit der additiven Fertigung im Mikrometerbereich genau produziert werden. Der 3-D-Druck ermöglicht damit etwa Hinterschnitte und innen liegende Strukturen.

Der 3-D-Druck bietet ideale Voraussetzungen für die Fertigung einer TFM. Die E-Maschine zeichnet sich dadurch aus, dass sie bei kleiner Drehzahl über ein großes Drehmoment verfügt. Das erlaubt den Wegfall von Getrieben und den Direktantrieb einzelner Räder. „In der TFM laufen die magnetischen Flüsse dreidimensional“, erklärt Marcel Nöller, Maschinenbauer am Institut für Produktentwicklung (IPEK) des KIT. „Genau da liegt die Schwierigkeit. Ich habe in der TFM nicht wie bei den heute gebräuchlichen Elektromotoren nur einen Fluss in der Ebene, sondern durch den gesamten Raum der Maschine. Erst die Fertigungstechnik des 3-D-Drucks erschließt das volle Potenzial dieses Antriebs.“ Tatsächlich läuft der Optimierungsprozess der TFM im Rahmen des Pilotprojekts konsequent durch

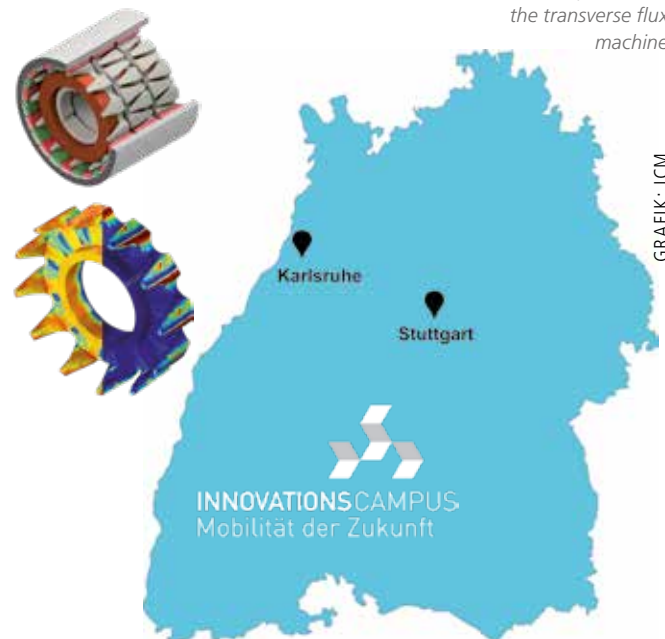
alle Bereiche, von der Suche des idealen Materials über die elektromagnetischen und mechanischen Eigenschaften bis zur Integration geeigneter Sensortechnik.

Smart Engine

„Durch die additive Fertigung lassen sich Sensoren sehr gut integrieren“, sagt Oberingenieurin Dipl.-Ing. Katharina Bause, Leiterin der Forschungsabteilungen „Antriebssystemtechnik“ und „Kupplungen und tribologische Systeme“ am IPEK, in denen die Forschungsergebnisse der Projektpartner in einem die Entwicklung unterstützenden Modell zusammengeführt werden. „Das können beispielsweise Temperatursensoren sein, die im Be-

Am InnovationsCampus Mobilität der Zukunft arbeiten das KIT und die Universität Stuttgart institutsübergreifend an der Weiterentwicklung der Transversalflussmaschine

At the „Future Mobility“ Innovation Campus KIT and the University of Stuttgart work together across institutes on the further development of the transverse flux machine



GRAFIK: ICM



Forschende untersuchen am InnovationsCampus unter anderem, wie automatisierte E-Fahrzeuge sicherer und zuverlässiger werden können

Researchers at the Innovation Campus are investigating, among other things, how automated e-vehicles can become safer and more reliable



Marcel Nöller und Oberingenieurin Dipl.-Ing. Katharina Bause vom Institut für Produktentwicklung (IPEK) des KIT

Marcel Nöller and chief engineer Katharina Bause from the KIT Institute of Product Engineering (IPEK)

trieb die thermische Belastung überwachen. Das ermöglicht es, das Betriebsverhalten der E-Maschine anzupassen, was die Lebensdauer der Maschine um ein Vielfaches steigern kann.“ Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nutzen Sensoren auch, um eine der Kinderkrankheiten der TFM zu beseitigen: ihre Neigung zu Vibrationen. Piezoelektrische Sensoren, die bei der additiven Fertigung integriert werden, können als Aktoren zum Gegensteuern genutzt werden.

Die Daten aller Sensoren der TFM aus dem Fahrzeug sollen außerdem über eine Cloud an den Hersteller zurückgespielt werden und so zu einer kontinuierlichen Produktverbesserung beitragen. „Im Automobilbau wird es zukünftig unter dem Stichwort ‚Predictive Maintenance‘ individualisierte Wartungsintervalle geben“, sagt Bause. Für sie ist das mit Blick auf das fahrerlose Fahren unverzichtbar, „denn dabei greift die Nutzerin oder der Nutzer des Fahrzeuges nicht mehr selbst ins Fahrgeschehen ein. Das heißt, die Person merkt vielleicht gar nicht, dass in ihrem Fahrzeug gerade etwas passiert. Umso wichtiger ist es, den Antriebsstrang zukünftig aus der Ferne zu überwachen.“

Gemeinsame Sprache

Das Pilotprojekt zur TFM zeigt, wie Transdisziplinarität am InnovationsCampus Mobilität der Zukunft gelebt wird. Maschinenbauerinnen, Elektrotechniker und Materialwissenschaftlerinnen müssen in dem Projekt eine gemeinsame Sprache finden. „In den Diskussionen mit den Projektpartnern hakte es immer wieder an den unterschiedlichen Denkmustern. Wir überlegten dann, wie wir uns gegenseitig verständlich machen können. Gleichzeitig bedeutet die Perspektive der anderen Forschungsdisziplin auch, dass man sein eigenes Modell weiterentwickeln muss“, sagt Martin Schmid, Elektrotechniker am Institut für Elektrische Energiewandlung (IEW) der Universität Stuttgart. „Das Modell, das am IPEK entstanden ist, mit dem man die Maschine auf der Basis einer Designsprache beschreibt, so etwas kannten wir vorher nicht.“

Reinventing the Automobile

“Mobility of the Future” InnovationCampus

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

The “Mobility of the Future” InnovationCampus was launched in 2019 as part of the Automotive Industry Strategy Dialog led by the state of Baden-Württemberg. The research campus pools the expertise of KIT and the University of Stuttgart in the fields of drive systems, vehicle construction, production science, electrical engineering, and information technology. This collaboration contributes to the future competitiveness of the automotive industry in the Southwest of Germany. It addresses major challenges such as the mitigation of climate change and the development of automated and connected mobility. The systemic approach chosen by the InnovationCampus focuses on novel technologies and associated production processes. The aim is to use the expertise obtained in the development of new manufacturing processes, such as 3D printing, to devise resource-saving and cost-effective drive and vehicle concepts.

One example of this is a pilot project dealing with novel engineering processes and design options for electric motors and drive systems. Four institutes of KIT and the University of Stuttgart collaborate in this project. The researchers use the capabilities of 3D printing, so-called additive manufacturing, to optimize the design of the transverse flux machine (TFM). The key advantage of this machine over conventional electric motors is its high torque at low speeds. This makes gearboxes obsolete and enables direct drive of each wheel.

Besides TFM optimization, 3D printing also facilitates the integration of a variety of different sensors in a vehicle. While the car is operating, sensor data is transmitted, stored, and evaluated so that it is possible to predict when the next service of the vehicle will be due. For Katharina Bause, chief engineer of the “Drive Systems” and “Clutch and Tribology Systems” research departments at the Institute of Product Engineering (IPEK), this is an indispensable requirement in view of autonomous driving, “as car users are no longer actively involved in the driving process. This means that they might not realize that something is happening in the vehicle. Thus, it will be all the more important to monitor the drive train remotely in the future.” Additionally, the data will contribute to the further development of the product. ■

Contact: sandra.kauffmann-weiss@kit.edu, katharina.bause@kit.edu
More information: www.icm-bw.de

Den Kauf eines Autos in der Zukunft stellt er sich wie den Kauf eines Laptops vor, bei dem es ganz um den individuellen Bedarf geht. „Bin ich hauptsächlich in der Stadt unterwegs, sitze ich meist allein im Auto, wie groß bin ich, wie viel Körpergewicht bringe ich auf die Waage, wie schnell will ich unterwegs

sein? Entsprechend dieser Angaben wird das Fahrzeug dann maßgeschneidert produziert werden“, meint Schmid. ■

Kontakt: sandra.kauffmann-weiss@kit.edu,
katharina.bause@kit.edu
Weitere Informationen: www.icm-bw.de



GUEST SCIENTISTS FULL OF PRAISE FOR KIT

KIT LINK INTERVIEWS – TRANSATLANTIC EXCHANGE

ERASMUS+ AT KIT SCORES 100 POINTS



FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: AMADEUS BRAMISBE

“This program is about happiness” – with these words, Professor Igor Komarov from the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, describes the KIT International Excellence Fellowship Program (IEG), a scheme that is part of the “Universities of Excellence” funding line. From January to April 2021, Komarov, who is Head of the Department of Supramolecular Chemistry at the Institute of High Technologies in Kiev, spent a research stay at KIT funded by this program. “Here, a perfect combination of outstanding experts and state-of-the-art equipment and infrastructure is available. Organization and support by administration also went smoothly so that I could fully concentrate on our common research. I enjoyed the creative atmosphere in Professor Anne Ulrich’s team very much,” the scientist adds. Dr. Petra Roth, Project Manager and Head of the International Scholars & Welcome Office (IScO) in the International Affairs business unit at KIT explains: “The IEG allows scientists at KIT to easily and quickly invite distinguished colleagues from abroad and thus strengthen their international cooperation and the academic networks.”

Contact: petra.roth@kit.edu,
elena.pfeifer@kit.edu
More information:
www.intl.kit.edu/ischolar/13474.php

KIT Link is an innovation network connecting industry, universities and start-ups between the Bay Area and KIT. In an exclusive video interview series, KIT Link and leading figures from Silicon Valley and Southwest Germany cover different topics on innovation. Among the first interviews were Jens Horstmann, founder and CEO of several Silicon Valley start-ups talking about sustainable innovation from an insider perspective. Prof. Sabine Remdisch, Director of the Institute of Performance Management at Leuphana University spoke about the Future of Work and digital Leadership and Hal Varian, Chief Economist at Google and holder of a honoral doctorate from KIT, covered major challenges and opportunities for the digital transatlantic economy. Esther Legant, Head of KIT Link at the service unit “International Affairs” at KIT, explains: “Over the last four years, we established a strong bond between the German Southwest and Silicon Valley leading to a successful transatlantic exchange of innovation.” The interview is available on the YouTube channel “KIT International Affairs”: youtu.be/M415mgmMtrM

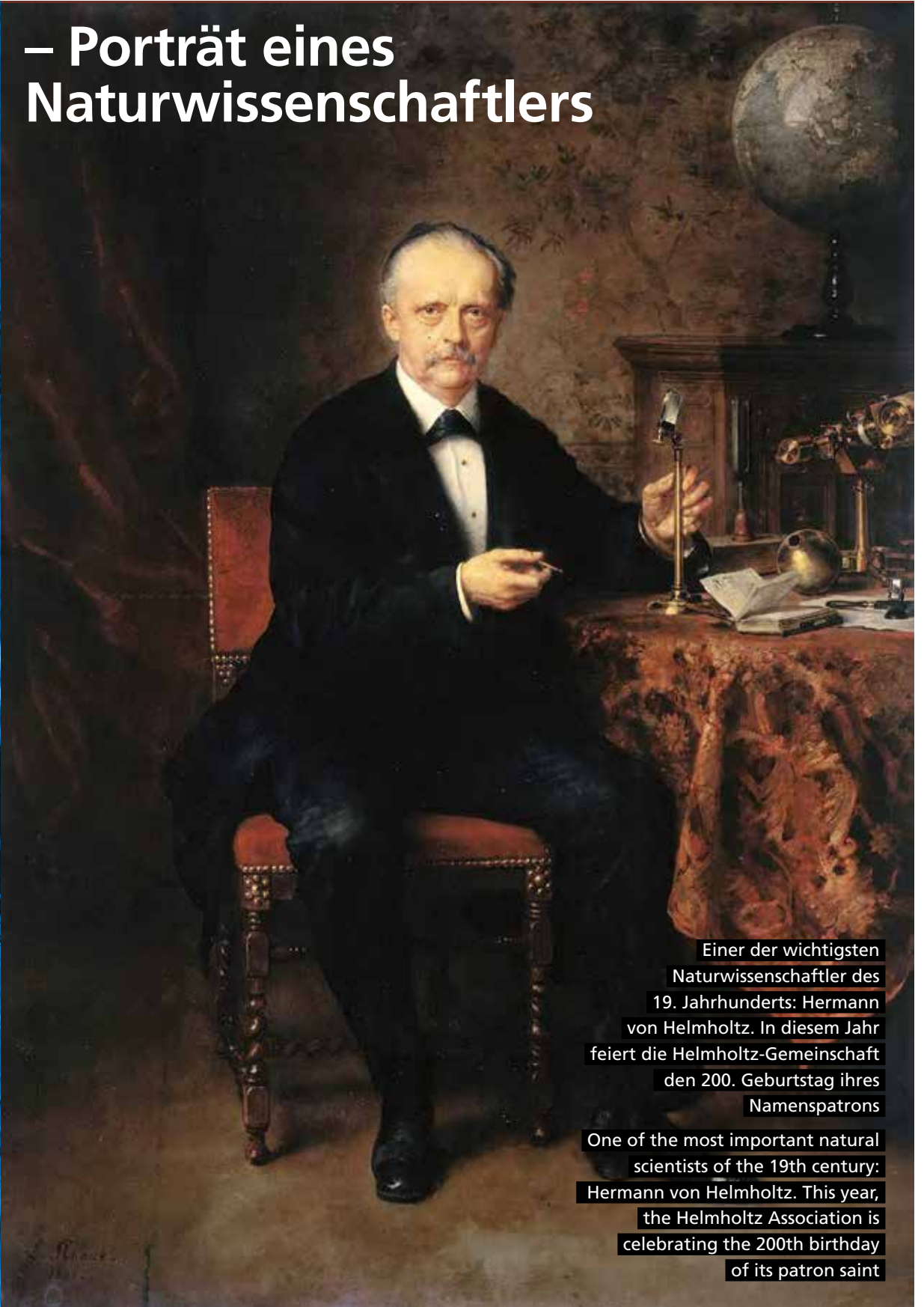
Contact: esther.legant@kit.edu
More information: kit-link.com
FOTO: KIT-LINK

In May 2021, the European Commission awarded the Erasmus Charter for Higher Education (ECHE) to KIT again. With 100 points, the application of KIT received the highest possible score. Furthermore, KIT ranks among the Best-Practice Universities in Germany – a title that has been awarded to only about 30 ERASMUS universities in Germany and that honors KIT’s outstanding work in promoting the mobility of students. “The ECHE standards of the new program generation include transparency, inclusion, anti-discrimination strategies, and digital mobility management,” explains Dr. Julia Johnsen, team leader of IStO (International Students Office) – Mobility Programs in the International Affairs business unit at KIT. “Besides, the ‘Green Erasmus’ initiative is supposed to mitigate or compensate potentially negative effects of mobility to the environment.” Plans call for implementing the automatic mutual recognition of achievements without a separate credit recognition procedure by 2025. By signing the ECHE 2021-2027, KIT agrees to adhere to the quality standards and duties of the Erasmus+ program.

Contact: julia.johnsen@kit.edu

Hermann von Helmholtz

– Porträt eines Naturwissenschaftlers



Einer der wichtigsten
Naturwissenschaftler des
19. Jahrhunderts: Hermann
von Helmholtz. In diesem Jahr
feiert die Helmholtz-Gemeinschaft
den 200. Geburtstag ihres
Namenspatrons

One of the most important natural
scientists of the 19th century:
Hermann von Helmholtz. This year,
the Helmholtz Association is
celebrating the 200th birthday
of its patron saint

Das KIT als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“: Interdisziplinäre Forschung und Lehre wie sie auch Hermann von Helmholtz schon gelebt hat, sind heute genauso wichtig wie nützliche Erfindungen

KIT is the "Research University in the Helmholtz Association:" interdisciplinary research and teaching, as already practiced by Hermann von Helmholtz, are as important today as are useful inventions

DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT FEIERT DEN 200. GEBURTSTAG DES UNIVERSAL-GELEHRTEN

VON ALMUT OCHSMANN

Das KIT ist eines von 18 Forschungszentren, die sich zur größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands, der Helmholtz-Gemeinschaft, zusammengeschlossen haben. Die 1995 gegründete Organisation trägt den Namen eines der wichtigsten Naturwissenschaftler des 19. Jahrhunderts, der in seinen Forschungsarbeiten Theorie, Experiment und praktische Anwendung verknüpfte: Hermann von Helmholtz. In seinem Sinne verfolgen die Helmholtz-Zentren gemeinsam das Ziel, die drängenden Fragen unserer Gesellschaft zu lösen. Dieses Jahr feiert die Gemeinschaft den 200. Geburtstag ihres Namenspatrons.

Er schaut uns direkt in die Augen, nimmt Blickkontakt zu uns auf. Es scheint, als sei es ihm wichtig, dass wir das, was er uns erklärt, auch wirklich verstehen. Fast liebevoll berührt seine linke Hand ein Prisma, das er uns zeigt. Er sitzt auf einem mit rotem Samt gepolsterten Stuhl vor einem dunklen Wandteppich; deutlich zeichnet sich sein „heller Kopf“ ab. Er trägt einen korrekten schwarzen Anzug mit Gehrock, ein weißes Hemd mit schwarzer Schleife und Lackschuhe. Seine Füße stehen fest geerdet auf dem Boden, die Hände sind bereit, ein Experiment durchzuführen. Der Globus rechts oben auf dem Schrank offenbart, dass die Natur und die physikalischen Gesetze das Leben des Porträtierten bestimmen.

Als Hermann Helmholtz 1881 für die Nationalgalerie in Berlin porträtiert wurde, war das eine vorweggenommene Adelung. Im Januar 1883 erhob Kaiser Friedrich Wilhelm I. den Forscher per Brief in den preußischen Adelsstand: nicht wegen politischer oder militärischer Verdienste, sondern aufgrund seiner

wissenschaftlichen Leistungen. Das hatte es seit langer Zeit nicht mehr gegeben. Helmholtz war ein gesellschaftlicher Aufstieg aus eigener Kraft gelungen, durch Arbeit und Fleiß. Das Bildnis des Naturwissenschaftlers in Öl, geschaffen durch den Porträtmaler Ludwig Knaus, das in die Ruhmeshalle der Nation aufgenommen wurde, zeigt uns einen Mann, der Großes geleistet hat. Einen Universalgelehrten. Neben ihm auf dem Tisch liegt der Augenspiegel zur Betrachtung des Augenhintergrundes, also der Netzhaut und der Blutgefäße auf der hinteren Seite des Auges – eine seiner wichtigsten Erfindungen. Am rechten Bildrand steht das Ophthalmometer, ein optisches Instrument zur Messung der Oberflächenkrümmung der Hornhaut. Was aussieht wie eine goldene Kugel, ist ein Helmholtz-Resonator aus Messingblech, ein Gerät zur Klanganalyse. Der Resonator und die Stimmgabel auf einem hölzernen Resonanzkörper verweisen auf Helmholtz' akustische Forschungen über Schwingungen, Schallempfindung und Klangfarbe. Ein kleines Notizbüchlein mit handschriftlichen Eintragungen liegt bereit.

Schaut man in das Gesicht des porträtierten Wissenschaftlers, kann man seinen Stolz erahnen. Den Stolz darauf, alles aus eigenem Antrieb geschafft zu haben. Hermann von Helmholtz kam am 31. August 1821 in Potsdam zur Welt. Er stammte aus einfachen Verhältnissen: Zwar war sein Vater Lehrer an einer Oberschule, doch fehlte der Familie Geld für die Ausbildung des Sohnes, der Physik studieren wollte. Er bekam stattdessen einen Platz am Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin, wo er zum Militärarzt ausgebildet wurde. Während des Studiums arbeitete er als Assistent in der Bibliothek des Instituts und blätterte in unbeschäftigten Minuten die Bücher alter Mathematiker durch. Er verfolgte weiterhin seine physikalischen Interessen, die ihn schon als Schüler beschäftigt hatten. Obwohl er anfangs eher als Arzt und Physiologe tätig war, veröffentlichte er 1847 als junger Mann mit Anfang zwanzig die für die Physik überaus bedeutende Schrift „Über die Erhaltung der Kraft“, in der er als Erster die Energieerhaltung beschrieb. Seine Beharrlichkeit, sein Mut, Ideen zu entwickeln und über Fachgrenzen hinaus Projekte umzusetzen, machen ihn bis heute zu einem Vorbild für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Fachrichtungen.



1862 erschien Helmholtz' Publikation „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“ in Heidelberg. Mit diesem Buch versuchte der Forscher, „die Grenzgebiete von Wissenschaften zu vereinigen, welche [...] bisher noch ziemlich getrennt nebeneinandergestanden haben.“ Er beklagte, dass die Sprachen von Natur- und Geisteswissenschaften auseinandergelassen seien. Die Abhandlung enthüllte viel über Helmholtz' Selbstverständnis als Wissenschaftler und seine Arbeitsweise: Er verband Physik und Physiologie, schrieb anschaulich und baute sich kurzerhand ein rein gestimmtes Harmonium, um Versuche mit Sängern und Sängerinnen durchzuführen. Gefördert wurde er unter anderem von Großherzog Friedrich I. von Baden, der sich für die Bildung allgemein und die Universitäten in Heidelberg und Karlsruhe besonders einsetzte. So konnte Hermann von Helmholtz in Baden 1858-1871 sein für seine Forschungen produktivstes Jahrzehnt verbringen, in dem er sich von der Physiologie hin zur Physik wendete. Daneben war er in der Lehre tätig, hielt täglich Vorlesungen und betreute Laborversuche.

Einer der bekanntesten Helmholtz-Schüler war der Physiker Heinrich Hertz, der von 1879 bis 1883 in Berlin bei ihm lernte. Ab 1885 war Hertz als Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe tätig. Hier fand er geeignete Bedingungen, um eine Preisaufgabe der Berliner Akademie zu lösen, die noch sein Lehrer gestellt hatte. Er entdeckte dabei die elektromagnetischen Wellen. Durch sein Wirken an der Technischen Hochschule wurde der Helmholtz'sche Forschergeist ganz unmittelbar in Karlsruhe gelebt.

Als im Jahr 2009 das Forschungszentrum Karlsruhe, das bereits Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft war, mit der Universität Karlsruhe fusionierte, entstand ein in Deutschland einzigartiges Institut: das Karlsruher Institut für Technologie. „Als eine der größten Wissenschaftseinrichtungen Europas verbindet das KIT als einzige deutsche Exzellenzuniversität eine lange universitäre Tradition mit pro-

Hermann von Helmholtz – Portrait of a Natural Scientist

This Year, the Helmholtz Association Celebrates the 200th Anniversary of the Universal Scholar

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

KIT is one of 18 research centers that have joined forces to form the Helmholtz Association, the largest scientific organization in Germany. The organization, founded in 1995, is named after Hermann von Helmholtz, one of the most influential natural scientists of the 19th century. His research work linked theory, experiment, and practical application. True to his spirit, the mission of the Helmholtz centers is to solve the grand challenges facing society, science, and the economy. August 31, 2021 marks the 200th anniversary of the date when the association's namesake saw the light of day in Potsdam.

Coming from a humble background, Helmholtz managed to climb the social ladder through hard work and dedication. Because his family did not have the financial resources to fund their son's physics studies, he was trained to become an army doctor instead. Nevertheless, he never let go of his interest in physics. In 1847, as a young man in his early twenties, the natural scientist published an extremely important paper entitled "Über die Erhaltung der Kraft" (On the Conservation of Force), in which he was the first to describe the concept of energy conservation. Helmholtz further conducted acoustic research that involved vibrations, acoustical perception, and tone colors. The Helmholtz resonator, a sound analysis device, is still widely known today. One of the most famous Helmholtz disciples was the physicist Heinrich Hertz who studied with Helmholtz from 1879 to 1883 in Berlin. From 1885 on, Hertz himself had a professor's chair at the Technical University of Karlsruhe. His activities at the Technical University deeply rooted Helmholtz's spirit of research in the city of Karlsruhe.

The merger of Forschungszentrum Karlsruhe, which had already been a member of the Helmholtz Association, with Universität Fridericiana in 2009 led to the creation of a unique institute, the Karlsruhe Institute of Technology (KIT). "As one of the major science institutions in Europe, KIT, being the only German excellence university, links a long-standing academic tradition with program-oriented cutting-edge research. The university world, the roots of which trace back to the year 1825, represents the breadth of disciplines and knowledge, while the Helmholtz world is traditionally oriented towards the urgent challenges of society, science, and economy," says Professor Holger Hanselka, President of KIT. Today, KIT is the "Research University in the Helmholtz Association." Interdisciplinary research and teaching, as already practiced by Hermann von Helmholtz, are as important today as are useful inventions: "The achievements of our research should be beneficial to all of us. In this process, the permanent exchange with society is essential for us," stresses Hanselka. ■

grammorientierter Spitzenforschung. Die Universitätswelt, deren Wurzeln bis ins Jahr 1825 zurückreichen, steht dabei für die Breite der Disziplinen und des Wissens, während sich die Helmholtz-Welt traditionell an den drängenden Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft ausrichtet", sagt Professor Holger Hanselka, der Präsident des KIT. Heute ist das KIT „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“. Interdisziplinäre Forschung und Lehre wie sie auch Hermann von Helmholtz schon gelebt hat, sind heute genauso wichtig wie nützliche Erfindungen: „Die Entwicklungen unserer Forscherinnen und Forscher in Form von Produkten oder Verfahren sollen uns allen zugutekommen. So schaffen und vermitteln wir am KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt und arbeiten an der Entwicklung von Anwendungen, die von der Wirtschaft aufgegriffen, zur Marktreife gebracht und angeboten werden. Der stete Austausch mit der Gesellschaft ist uns dabei sehr wichtig“, betont Hanselka.

Auch Hermann von Helmholtz war es wichtig, sich verständlich auszudrücken und seine Erkenntnisse zu vermitteln. Es sind eine Reihe „populärer wissenschaftlicher Vorträge“ aus seiner Feder erhalten. Sie verdeutlichen, dass es durchaus auch Begabung braucht, um die richtigen Fragen zu stellen. Und dass nicht immer der kürzeste Weg zum Ziel führt, sondern dass manchmal Umwege eingeschlagen werden müssen. Das gilt für die Wissenschaft damals wie heute. Helmholtz benutzte das Bild des Bergsteigers, der nicht aufgibt, bis er den Gipfel erreicht hat. Doch der Gelehrte blieb bescheiden und betonte im Rückblick, wie sehr er anderen verpflichtet sei: „Ich weiß, in wie einfacher Weise alles, was ich zu Stande gebracht habe, entstanden ist, wie die von meinen Vorgängern ausgebildeten Methoden der Wissenschaft mich folgerichtig dazu geführt haben,



FOTO: PRIVAT

Mitmachaktion zum Jubiläum

Berichten Sie über Ihre
Forschungsherausforderung!

Anlässlich des 200. Geburtstages von Hermann von Helmholtz startete die Helmholtz-Gemeinschaft Anfang Mai die digitale Aktion „200 Challenges“. Das „KIT – Die Forschungsuniversität in der

Helmholtz-Gemeinschaft“ beteiligt sich mit einer digitalen Mitmachkampagne. Dabei sein können interessierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Studierende des KIT, die auf Twitter oder Instagram über ihre ganz persönlichen Forschungsherausforderungen berichten wollen. Wie Sie teilnehmen können, erfahren Sie unter: intranet.kit.edu/6345.php ■



wie mir zuweilen ein günstiger Zufall oder ein glücklicher Umstand geholfen hat.“

Um Neues zu erfinden und zu erarbeiten, braucht es nicht nur gut ausgestattete Labore, sondern auch ein Forschungsklima, das es erlaubt, interdisziplinär zu denken. Helmholtz und seine Frau luden regelmäßig Wissenschaftler und Künstlerinnen zum geselligen Beisammensein ein. So konnten Kontakte entstehen und gepflegt werden, die auch für die Wissenschaft

bedeutsam waren. Was Helmholtz über die Momente der guten Einfälle erzählt, ist ebenfalls bis heute aktuell: „So weit meine Erfahrung geht, kamen sie nie dem ermüdeten Gehirne

und nicht am Schreibtisch. [...] Besonders gern aber kamen sie, wie ich schon in Heidelberg berichtet, bei gemächlichem Steigen über waldige Berge in sonnigem Wetter.“ ■



200 JAHRE HELMHOLTZ
Inspired by challenges.

ANZEIGEN



SCIENCEWEEK

05.-10. OKTOBER **KIT SCIENCE WEEK 2021**

WWW.SCIENCEWEEK.KIT.EDU

DER MENSCH IM ZENTRUM LERNENDER SYSTEME.

+++HOCHKARÄTIGE, INTERNATIONALE WISSENSCHAFTLICHE KONFERENZ+++

+++SPANNENDE VORTRÄGE RUND UM KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND ROBOTIK+++

+++DIALOGE UND WORKSHOPS FÜR EIN PUBLIKUM MIT WISSENSDURST+++

AM KIT, IN DER STADT UND DIGITAL.

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.kit.edu

NEU
SigmaPlot® 14.5

**Datenanalyse
und Graphen:
Einfach und intuitiv**

WEITERE PRODUKTE VON **inpixon** Indoor Intelligence®

Statistik-Software mit Berater



Advisory Statistics for Non-statisticians

Automatische Kurvenanpassung



Automated Curve Fitting Analysis

Automatische Peak-Separation
und -Analyse



Automated Peak Separation Analysis

Automatische Bildanalyse



Automated Image Analysis

Mehr Statistik, mehr Graphen,
weniger Aufwand



Comprehensive
Statistical Analysis

Automatische Oberflächenanpassung



Automated Surface Fitting Analysis

Informationen über spezielle Lizenzmodelle telefonisch unter 0211-5403-9646,
Kostenlose Demo CD anfordern: saveskontakt@inpixon.com (Bitte AK0621 angeben)

Inpixon GmbH, Königsallee 92a, D-40212 Düsseldorf



INNOVATIVER WERKSTOFF, GEFÄHRLICH FÜR DIE LUNGE?

FORSCHENDE DES KIT UNTERSUCHEN, WIE SICH CARBONFASERN BEIM RECYCLING VERHALTEN

AN INNOVATIVE MATERIAL – BUT A DANGER TO THE LUNGS?

SCIENTISTS OF KIT INVESTIGATE THE RECYCLING BEHAVIOR OF CARBON FIBERS

VON LAURA JÖRGER // TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR // FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Windenergie: Die Einsatzgebiete von Carbonfasern und carbonfaserverstärkten Kunststoffen als innovative Werkstoffe sind vielfältig. Sie zeichnen sich etwa durch ein geringes Gewicht und eine hohe Festigkeit aus. Doch wie wirken die Stoffe auf Mensch und Umwelt, wenn sie bearbeitet, recycelt oder entsorgt werden? Das untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Instituts für Technische Chemie (ITC) am KIT gemeinsam mit weiteren Partnern im Projekt „Carbonfasern im Kreislauf – Freisetzungverhalten und Toxizität bei thermischer und mechanischer Behandlung“, das in der Initiative NanoCare4.0 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird.

„In Karosseriebauteilen von Autos verbaute Carbonfasern sind zunächst ungefährlich. Werden die Bauteile jedoch bearbeitet, dann kann es zur Freisetzung von Fasern kommen, die vergleichsweise klein sind, sodass sie vom Menschen eingeatmet werden können“, sagt Dipl.-Ing. Sonja Mülhopt, Leiterin der Arbeitsgruppe Expositionsverfahren am ITC. „Wir untersuchen unter anderem, ob die Fasern innerhalb der Bearbeitungsprozesse so klein werden, dass sie inhaliert werden könnten, und falls ja, welche Wirkung das auf die Lungenzellen hat. Dafür bringen wir gasgetragene Faserfragmente auf unterschiedliche Lungenzelltypen auf.“ Durch Untersuchung der Zellen können Forscherinnen und Forscher am Institut für Biologische und Chemische Systeme und am Institut für Angewandte Biowissenschaften beobachten, ob Entzündungsprozesse oder kritische Genexpressionsänderungen auftreten, die für die Lunge bedenklich sind. „In den letzten Jahren haben wir verschiedene Methoden entwickelt und patentieren lassen, mithilfe derer wir die auf Lungenzellen verabreichte Dosis von Aerosolen exakt aufzeichnen und mit biologischen Wirkungen korrelieren können. Diese sind bisher auf kugelförmige Partikel ausgelegt. Nun arbeiten wir daran, die Methoden für Fasern zu erweitern“, erläutert Mülhopt. ■

Kontakt: sonja.muelhopt@kit.edu

Weitere Informationen:

nanopartikel.info/forschung/projekte/carbonfibrecycle

Automotive industry, aerospace industry, or wind energy: there are many fields of application for innovative materials such as carbon fibers and carbon fiber reinforced plastic. They excel, for example, because of their low weight and high mechanical strength. In view of their increasing versatility, the following question arises: what are the impacts of these substances on humans and the environment when they are processed, recycled, or disposed of? Scientists from KIT's Institute for Technical Chemistry study these issues jointly with other partners in a project called “Carbon fibres in circular economy – release behaviour and toxicity due to thermal and mechanical treatment.” It is funded by the Federal Ministry of Education and Research within the framework of the NanoCare 4.0 initiative.

“When built into the body components of automobiles, carbon fibers are basically not dangerous. However, if these components are processed, fibers might be released that are relatively small so that humans can inhale them,” says Dipl.-Ing. Sonja Mülhopt, Head of Working Group Air Liquid Exposure Systems at ITC. “Among others, we investigate whether the fibers are becoming so small during processing that they can be inhaled, and if so, what the impact on the lung cells will be. To do so, we apply gas-borne fiber fragments to different lung cell types.” By examining the cells, researchers at the Institute for Biological and Chemical Systems and at the Institute for Applied Biosciences can observe whether inflammatory processes or other critical gene expression changes occur that might be harmful to the lungs. “In recent years, we developed and patented several methods that allow us to accurately record the dose of aerosols delivered to lung cells and correlate it with biological effects. Since these methods have been targeted at spherical particles so far, we are now striving to extend them to fibers,” explains Mülhopt. ■

Contact: sonja.muelhopt@kit.edu

More information:

nanopartikel.info/forschung/projekte/carbonfibrecycle

IMPRESSUM / IMPRINT

Herausgeber/Editor

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
Präsident Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe // Germany
www.kit.edu



KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft
KIT – The Research University in the Helmholtz Association

AUFLAGE/CIRCULATION

15 000

REDAKTIONSANSCHRIFT/EDITORIAL OFFICE

Strategische Entwicklung und Kommunikation (SEK)/
Strategic Corporate Development and Communication
Leiterin: Alexandra-Gwyn Paetz
SEK-Gesamtkommunikation, Leiterin: Monika Landgraf
Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe

REDAKTION/EDITORIAL STAFF

Carola Mensch (verantwortlich/responsible) <cme>
Tel./Phone: 0721 608-41159 // E-Mail: carola.mensch@kit.edu

BILDREDAKTION/COMPOSITION OF PHOTOGRAPHS

Gabi Zachmann und Dienstleistungseinheit Allgemeine Services/Dokumente
General Services Unit/Documents Group

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

ÜBERSETZUNG/TRANSLATION

Fachübersetzungen Hunger/Altmann GbR
Byron Spice

KORREKTORAT/PROOFREADING

Christiane von der Heide (SEK-GK), Laura Jörger,
Fachübersetzungen Hunger/Altmann GbR

ANZEIGENVERWALTUNG/ADVERTISEMENT MANAGEMENT

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

LAYOUT UND SATZ/LAYOUT AND COMPOSITION

modus: medien + kommunikation gmbh // Albert-Einstein-Str. 6
76829 Landau // www.modus-media.de
Mediengestaltung: Julia Eichberger
Grafik-Design: Dominika Rogocka

DRUCK/PRINT

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

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

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

lookKIT



Wir sind Hersteller innovativer Trägersysteme für Solaranlagen im internationalen Markt.

Am Hauptsitz in Renningen bei Stuttgart sowie an den acht Standorten weltweit arbeiten rund 210 Mitarbeiter/innen an zukunftsweisenden Montagesystemen für die Dächer dieser Welt.

Wir suchen ab sofort Verstärkung für unser Team!

Kreative Entwicklungsingenieure {m/w/d}

Wir haben viel zu bieten

- / Abwechslungsreiche und fordernde Aufgaben, dabei Freiräume bei der Bearbeitung und flexibles Zeitmanagement in einer Zukunftsbranche
- / Sicherer Arbeitsplatz mit gut funktionierenden Home-Office-Möglichkeiten
- / Offene Kommunikation und Teamevents wie unsere K2-Feste, Kletter- & Lauftreffen oder gemeinsames Kochen sind die Basis des tollen Miteinanders bei K2
- / Vor Ort gehören Leistungen wie Gratisgetränke, Bio-Obstkorb, kostenlose Parkplätze bzw. 5 Minuten zur S-Bahn oder ein Zuschuss für das Mittagessen dazu
- / Wir begleiten Dich bei Deiner fachlichen Entwicklung
- / Wir unterstützen Dich beim Thema Altersvorsorge

Das wären Deine Aufgaben

- / Du bist verantwortlich für die Entwicklung und Konstruktion von Produkten rund um unsere Montagesysteme aus Aluminium, hierbei begleitest du den gesamten Entwicklungsprozess über die Ideenfindung, der Konstruktion, den Prototypenbau bis hin zur Serieneinführung
- / Du entwickelst neue kreative Lösungen und arbeitest aktiv in unseren internationalen, agilen Projekten mit
- / Alle fertigungs- und montagerelevanten Anforderungen berücksichtigst du und stehst dabei im engen Kontakt zu unseren Kunden bzw. Lieferanten
- / Die Kosten, Termine und Qualität der Projekte hast du dabei im Blick und präsentierst die Ergebnisse innerhalb des Entwicklungsteams und der Geschäftsführung
- / Du bearbeitest Änderungswünsche sowie Reklamationen und setzt Dich dabei mit anwendungs-technischen Fragestellungen auseinander

Alle weiteren Informationen findest du unter:

k2-systems.com/jobs

Haben wir Dein Interesse geweckt?

Bitte sende uns Deine vollständigen Bewerbungsunterlagen unter Angabe des frühestmöglichen Eintrittstermins sowie der Gehaltsvorstellung an:

Thorsten Leiff · personal@k2-systems.de

+49 7159 42059 -139

k2-systems.com

Wir, der Wasser- und Bodenverband zur Beregnung der Vorderpfalz (Körperschaft des öffentlichen Rechts) mit Sitz in Mutterstadt, sind für die Bereitstellung von Altrheinwasser zur Bewässerung des großflächigen Gemüse- und Sonderkulturanbaus in der Vorderpfalz verantwortlich. Derzeit werden etwa 13.500 Hektar landwirtschaftlicher Nutzflächen mit Beregnungswasser von uns versorgt. Hierfür planen, bauen, betreiben und unterhalten wir ein umfangreiches Rohrleitungsnetz von 600 km mit insgesamt 16 Pumpwerken und einem Zwischenspeicherbecken mit rund 40.000 m³ Fassungsvermögen. Zur Unterstützung dieser vielfältigen Aufgaben suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt



einen **Bauingenieur** (m/w/d) mit Schwerpunkt Siedlungswasserwirtschaft für die Planung zur Unterhaltung und Erweiterung der Beregnungsanlagen.

Welche Aufgaben erwarten Sie?

- Technische Betreuung der vorhandenen Anlagen und die Bearbeitung durch alle Leistungsphasen der HOAI
- Durchführung von Ausschreibungen bis zur abschließenden Auftragsvergabe
- Verhandlung mit den beauftragten Firmen und Ingenieurbüros, einschließlich Betreuung und Koordination
- Stellungnahme als Träger öffentlicher Belange gegenüber Kommunen und sonstigen Planungsträgern
- EDV-gestützte Erfassung und Betreuung des Beregnungsnetzes und der Verbandsanlagen
- Hydraulische Berechnung und Optimierung des Rohrleitungsnetzes

Persönliche Voraussetzungen

- Abgeschlossenes Studium im Bereich Bauingenieurwesen, vorzugsweise mit Schwerpunkt Siedlungswasserwirtschaft oder vergleichbarer Qualifikation
- Erfahrung in der Planung und Ausführung ländlicher Bewässerung oder anderen Wasserversorgungsanlagen sind von Vorteil
- Kenntnisse in der Anwendung gängiger Office-, CAD- und GIS-Systeme
- Kenntnisse in der Anwendung gängiger Microsoft-Office-Programme
- Einsatzbereitschaft, Verantwortungsbewusstsein und hohe Teamfähigkeit
- Sicheres Auftreten, Verhandlungsgeschick und selbstständiges Arbeiten
- Bereitschaft und Fähigkeit zum Außendienstesatz
- Exzellente Deutschkenntnisse in Wort und Schrift, Englischkenntnisse erfreulich

Wir bieten Ihnen

- eine herausfordernde und abwechslungsreiche Tätigkeit in einem kleinen Team mit großer Verantwortung und enger Zusammenarbeit
- eine unbefristete Vollzeitstelle mit 39 Wochenstunden. Die Eingruppierung richtet sich je nach Anforderungsprofil nach dem Tarifvertrag der Länder (TV-L).

Bei Fragen zum Auswahlverfahren sowie Fragen zu den Bewerbungsvoraussetzungen (Anforderungen) stehen wir Ihnen gerne unter der Telefonnummer 06231-9426-16 zur Verfügung. Bitte richten Sie Ihre aussagekräftige Bewerbung mit Bewerbungsunterlagen (Anschreiben, Lebenslauf, Zeugnisse etc.) vorzugsweise per Mail an bewerbung@beregnungsverband.de oder per Post an die genannte Adresse. Bitte beachten Sie, dass Ihre Unterlagen als PDF-Dateien die 10 MB-Grenze nicht überschreiten dürfen. Wir freuen uns über Ihre Bewerbung und wünschen Ihnen viel Erfolg!

„Regen nach Maß“

Wasser- und Bodenverband zur Beregnung der Vorderpfalz, Neustadter Straße 100, 67112 Mutterstadt



Bild Motorsport: Tan Kian Khoo / stockadobe.com

Sie möchten bei der Entwicklung zukunftsweisender Systeme dabei sein. Themen wie Motorsport, Elektromobilität oder Umweltsensorik wecken Ihre Neugier. Sie beschreiben sich als kreativ und zuverlässig und wissen kurze Wege und flache Hierarchien zu schätzen. Dann sind Sie bei digiraster genau richtig. Die digiraster GmbH & Co. KG ist ein mittelständisches Unternehmen mit Sitz im Stuttgarter Westen. Seit 50 Jahren bieten wir hochwertige Dienstleistungen rund um die Leiterplatte an. Unser Fokus liegt dabei insbesondere auf der Prototypen- und Kleinserienproduktion.

Aktuell suchen wir:

- **Entwicklungsingenieur (m/w/d) Elektronik/Nachrichtentechnik**
- **Prozesstechniker Elektronikfertigung (m/w/d)**

Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Dann erfahren Sie mehr über uns unter www.digiraster.de

digiraster GmbH & Co. KG | Reinsburgstr. 96/1, 70197 Stuttgart | Telefon 0711 614088-0

Offene Stellen auf karriere.iabg.de



Die Zukunft.

IABG als Arbeitgeber

Die IABG bietet integrierte, innovative Lösungen in den Branchen **Automotive • InfoKom • Mobilität, Energie & Umwelt • Luftfahrt • Raumfahrt • Verteidigung & Sicherheit**. Finden Sie es spannend, heute schon an Themen der Zukunft zu arbeiten und mit Ihrem Engagement und Ihrer Kompetenz dazu beizutragen, die Welt von morgen mitzugestalten? Dann möchten wir Sie kennenlernen!

Wir suchen (gn) (Junior) IT-Berater Beschaffung und Projektmanagement • IT Netzwerkspezialisten und -administratoren • Versuchsingenieure Messdatenerfassung • Software-Entwickler für Simulationssysteme • Data Scientists • Praktikanten, Werkstudenten, Studienabschlussarbeiten (Bachelor, Master und Promotionen).

Bei Interesse freuen wir uns über Ihre Bewerbung unter www.iabg.de/karriere. Unser Recruiting-Team, Telefon 089 6088-2070, hilft Ihnen gerne weiter!

www.iabg.de



BorgWarner sucht Autopioniere



Combustion



Hybrid



Electric

BorgWarner ist ein globaler Produktführer, der innovative und nachhaltige Mobilitätslösungen für den Automobilmarkt liefert. Aufgrund seiner umfangreichen Erstausrüster-Expertise bietet BorgWarner marktführende Produkt- und Service-Lösungen auch für den globalen Aftermarket. Das Unternehmen unterhält Fertigungsstätten und technische Einrichtungen an 96 Standorten in 24 Ländern und beschäftigt rund 50.000 Mitarbeiter weltweit.

Engineering Vakanzen (m/w/d) im Bereich e-Heater

Arbeitsort in Ludwigsburg, Deutschland

Intelligentes Hybridsystem oder modernster Elektroantrieb: BorgWarner bestimmt die Entwicklung der Antriebssysteme von heute und morgen maßgeblich mit. Unsere Vision ist eine saubere, energieeffiziente Welt. Deshalb entwickeln wir Lösungen, die Energieverbrauch und Abgasemissionen reduzieren und gleichzeitig die Fahrdynamik verbessern. Als führender Hersteller von Antriebslösungen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge unterstützen wir die Automobilindustrie dabei, umweltschonende und effiziente Technologien für PKW, leichte und schwere Nutzfahrzeuge sowie Bau- und Landmaschinen zu verwirklichen.

Durch den Ausbau unserer Kompetenz im Hybrid- und Elektromarkt haben wir mehrere **Vakanzen im Bereich Entwicklung Hochvoltheizer** zu besetzen und suchen Sie als engagierte und erfahrene Ergänzung unseres internationalen Entwicklerteams als **technische Projektleitung, Quality Engineer oder System Engineer** am Standort Ludwigsburg.

Besuchen Sie unsere Karriere Seite www.borgwarner/careers und erfahren Sie mehr zu den besetzenden Stellen, der BorgWarner Kultur und ob Sie zu unseren Werten passen.



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





ZUKUNFT IST BEI UNS PROGRAMM.

Wir denken Mobilität innovativ – auf Schienen, Straßen, auf dem Wasser und in der Luft. Dabei gestalten wir internationale Kooperationen und fördern auf lokaler Ebene: Regionen, die nachhaltig auf alternative Kraftstoffe setzen, unterstützen wir konzeptionell und mit finanziellen Mitteln, wenn es konkret wird.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Mobilität:
bewerbung.now-gmbh.de



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur



KTE

Kerntechnische
Entsorgung Karlsruhe

Starte jetzt Deine spannende Karriere in der Nuklearbranche

Gemeinsam mit uns die Zukunft gestalten!
Die KTE ist im Bereich Rückbau und Entsorgung kerntechnischer Anlagen tätig. Wir bieten Dir eine langfristige Zusammenarbeit mit guten Rahmenbedingungen - z. B. im Bereich Technik und Ingenieurwesen mit einzigartigen und anspruchsvollen Tätigkeiten oder im Rahmen eines Dualen Studiums.

Interesse?
Jetzt bewerben!
www.kte-karlsruhe.de/karriere



**Wir setzen Maßstäbe.
Mit Sicherheit.**



Mach was fürs Klima!

Die Bewältigung des Klimawandels ist die größte Herausforderung unserer Zeit.

Wir bei wpd treiben die Energiewende voran – erfolgreich seit 25 Jahren – und sind eines der führenden Unternehmen der Windenergiebranche.

Bring frischen Wind in dein Berufsleben und bewirb dich bei uns.

Wir suchen exzellente Mitarbeiter*innen, die sich für den Ausbau der erneuerbaren Energien begeistern und das Unternehmen in diesem wachsenden und zukunftsfähigen Geschäftsfeld voranbringen.

Besuche uns auf www.wpd.de/karriere



Werde Teil unseres Teams!

Dich erwarten abwechslungsreiche Aufgaben und spannende Projekte in unserem Büro mit über 60 Jahren Erfahrung. Wir freuen uns über deine Bewerbung per Post oder Mail.

Wir bieten auch die Betreuung von Bachelor- und Masterarbeiten, sowie Praktika an.

info@wm-bc.de . www.wm-bc.de



WASSER-MÜLLER
INGENIEURBÜRO GMBH

UNSERE AUFGABEN WACHSEN

Wir sind ein Planungsbüro, das sich mit komplexen Stadtentwicklungsaufgaben in der Wachstumsregion „Dreiländereck“ D/CH/F befasst. Unsere Muttergesellschaft ist die Wohnbau Lörrach. Sie bewirtschaftet rund 4.000 Wohnungen und Gewerbeeinheiten. Das Unternehmen hat sich in der Wohnungswirtschaft durch sein Verständnis von stadtsoziologischen und baukulturellen Zusammenhängen einen besonderen Namen gemacht hat.

Um der starken Nachfrage nach unseren Dienstleistungen gerecht zu werden, stellen wir eine/n weitere/n

Diplom-Ingenieur/-in, Master (w/m/d) Städtebau/Stadtplanung

oder vergleichbarer Fachrichtung ein.

Ihre Aufgaben

- Durchführung von Bauleitplanverfahren gemäß Baugesetzbuch und Erarbeitung sonstiger Satzungen
- Beurteilung von Vorhaben in gestalterischer und städtebaulicher Hinsicht
- Präsentation von Ergebnissen in politischen Entscheidungsgremien und der Öffentlichkeit
- Mitwirkung bei städtebaulichen Entwürfen, Untersuchungen oder Entwicklungsprojekten

Ihr Profil

- Abgeschlossenes Hochschulstudium der Fachrichtungen Stadtplanung, Regionalplanung, Raumordnung oder vergleichbar
- Umfangreiches Wissen im Bau- und Planungsrecht sowie im Umweltrecht
- Fähigkeit, komplexe Sachverhalte zu analysieren und diese mit Bauherren sowie Architekten zu erörtern bzw. in politischen Gremien zu vertreten
- Hohes Maß an Eigeninitiative, Flexibilität und Arbeitsorganisation
- Teamfähigkeit und Kooperationsbereitschaft
- Sicherer Umgang mit den gängigen Softwareanwendungen

Unser Angebot

- Langfristige berufliche Perspektive in einem kollegialen Team
- Transparente und attraktive Gehaltsstruktur bis Entgeltgruppe 13 TVöD sowie umfangreiche Sozialleistungen, Jahressonderzahlung und eine zusätzliche betriebliche Altersvorsorge
- Familienfreundliche Rahmenbedingungen durch flexible Arbeitszeiten und der Möglichkeit des mobilen Arbeitens
- Kontinuierliche Fort- und Weiterbildung
- Unterstützung bei der Wohnungssuche durch unsere Muttergesellschaft

Suchen Sie ein inspirierendes Arbeitsumfeld in einer besonders lebenswerten Region?

Dann freuen wir uns über Ihre Bewerbung!



Bitte senden Sie Ihre Unterlagen an:

bewerbung@stadtbau-loerrach.de

(ein PDF-Dokument, maximal 10 MB).

Fragen

beantwortet Ihnen Frau Britz
Telefon: 07621/1519-82

Lörracher Stadtbau-GmbH
Schillerstraße 4, 79540 Lörrach
Telefon: 07621/1519-80
Telefax: 07621/1519-99
mail@stadtbau-loerrach.de
www.stadtbau-loerrach.de

Zur Verstärkung unseres Teams suchen wir zum nächst möglichen Termin eine/n

**Ingenieur / Bachelor (m/w/d)
im Bereich Versorgungstechnik (TGA)**

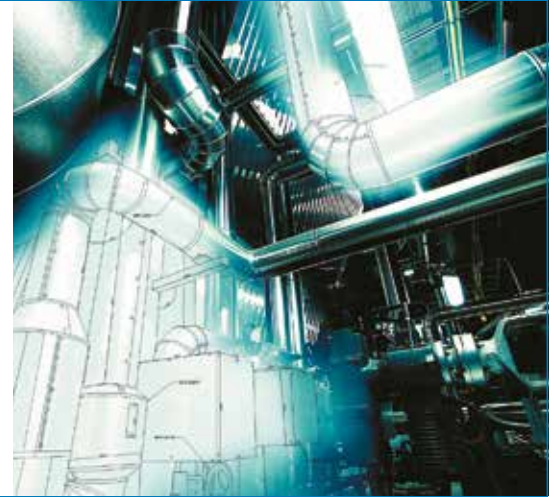


Es erwartet Sie eine interessante und vielseitige Herausforderung mit selbstständigem Arbeiten im Bereich der Planung und technischen Realisierung von unseren Projekten, sowie gute Fortbildungsmöglichkeiten.

Sie besitzen ein abgeschlossenes Studium der Fachrichtung Versorgungstechnik (TGA). Sie haben Freude an der Planung von Projekten (alle Leistungsphasen), sind sicher im Umgang mit CAD Programmen, vorzugsweise AutoCAD, technischen Berechnungsprogrammen und mit MS Office (Outlook, Word, Excel). Eine hohe Auffassungsgabe, Eigeninitiative, Zuverlässigkeit und ein systemübergreifendes, technisches Denken runden Ihr Profil ab.

Sind Sie interessiert?

Dann senden Sie Ihre aussagefähigen Bewerbungsunterlagen mit Angabe Ihrer Gehaltsvorstellungen und des möglichen Eintrittsdatums an:



Hausconsult GmbH, Margit Schaible · Freudenstädter Str. 39 · 72226 Simmersfeld
Fon 07484 92994-0, E-Mail: bewerbung@hausconsult.com, www.hausconsult.com

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

SCHLEITH BAUT ERFOLGSSTORIES

schleith.de/karriere



WERDEN SIE TEIL UNSERER MANNSCHAFT!

Wir bauen vom Tief- über den Straßen-, Ingenieur- und Industrie- bis zum Schlüsselfertigbau, in ganz Baden bis nach Hessen und Rheinland-Pfalz. Das erreichen wir nur mit einem Team von qualifizierten Berufsstärkern und erfahrenen Spezialisten. Werden Sie Teil der Schleith-Familie und wir bauen gemeinsam ihre Erfolgsstory.

Wir freuen uns über Ihre [Bewerbung@schleith.de!](mailto:Bewerbung@schleith.de)

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

Gemeinsam Zukunft nachhaltig gestalten!



Als Teil unseres Teams aus Voll- & Teilzeitkräften beraten & begleiten Sie Bürger*innen, Unternehmen & Kommunen der Landkreise Lörrach & Waldshut im Südwesten Deutschlands zu allen Fragen rund um Energiewende & Klimaschutz.



Wir gestalten Zukunft.
Energie- und Klimaschutzberatung für die Region.

Unser Angebot:

- » Unbefristete Stelle in Teilzeit oder Vollzeit
- » Flexible Arbeitszeitmodelle, dauerhafte Homeoffice-Regelung
- » Mitglied bei JobRad
- » Vergütung in Anlehnung an TVöD

Ihr Aufgabenbereich:

- » Beratung zu Energie- & Klimaschutzthemen
- » Durchführung von Veranstaltungen & Kampagnen zu Wärmeeffizienz im Gebäudesektor sowie kommunaler Wärmeplanung
- » Betreuung Projekt „kommunales Energieeffizienz Netzwerk Südwest“
- » Erstellung von Konzepten & Studien zu Energieeinsparungen

Ihre Qualifikationen:

- » Abgeschlossenes Studium als Ingenieur*in/Bauphysiker*in
- » Fundierte Kenntnisse & Arbeitserfahrung in Beratung von Unternehmen & Kommunen (Energieberatung Nichtwohngebäude)
- » Sicherer Umgang mit einschlägigen Normen & aktuellen Förderprogrammen
- » Listung auf der DENA-Expertenliste wünschenswert

Schicken Sie uns Ihre Bewerbung!



Jan Münster
info@energieagentur-suedwest.de
energieagentur-suedwest.de



HOBART

WIR SIND WAHNSINNIG STOLZ ...

... AUF UNSERE INNOVATIONEN

Spülen ohne Wasser – ist das überhaupt möglich?

„Diese Vision treibt uns seit mehr als 15 Jahren an. Es geht um ein möglichst ressourcenschonendes Spülen – das heißt, mit so wenig wie möglich Wasser, Chemie und Energie, aber auch mit so wenig wie möglich Kosten, Zeit und Platz. Für die Küchenchefs ist Spülen eine Anstrengung, denn es ist ja nicht ihr Kerngeschäft. Spülen ist für sie Mittel zum Zweck. Wir haben verstanden, dass unsere Kunden den Vorgang so effizient wie möglich, mit wenig Aufwand, wenig Lärm und geringen Betriebskosten ausführen wollen.“

HARALD DISCH

52 Jahre, Dipl. Ingenieur, Mitglied der Geschäftsleitung

Sei wie Du bist und komm in ein starkes Team.
Arbeite bei HOBART – dem Weltmarktführer für gewerbliche Spültechnik!

#SPÜLENDEINFACH



**PERFEKTE
PERSPEKTIVEN**

HOBART.DE

Wir sind eine Stadt im Rhein-Neckar-Kreis mit ca. 15.500 Einwohnern mit gut ausgebauter Infrastruktur und hohem Freizeitwert und suchen zum nächstmöglichen Zeitpunkt für unser Stadtbauamt einen

Achitekten (m/w/d)

in Vollzeit.



BAUEN
AN DER
ZUKUNFT

Der Tätigkeitsbereich im Fachdienstes Hochbau (Immobilienmanagement) umfasst im Wesentlichen:

- Vorbereitung und Projektentwicklung von Maßnahmen
- Planung und Abwicklung städtischer Hochbaumaßnahmen
- Wahrnehmung der Bauherrenaufgaben bei der Durchführung von großen Hochbaumaßnahmen mit externen Architekten und Sonderfachleuten
- Bearbeitung von städtischen Umbau- und Sanierungsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit externen Planern
- Steuerung bei der bautechnischen Betreuung von Unterhaltungsmaßnahmen an städtischen Gebäuden

Wir erwarten ein erfolgreich abgeschlossenes Studium im Bereich Architektur/Hochbau (Abschluss: Bachelor, Master oder Dipl.-Ing.). Darüber hinaus erwarten wir Berufspraxis mit selbstständiger konzeptioneller Denk- und Arbeitsweise, Bereitschaft zur Teamarbeit und Übernahme von Verantwortung, Verwaltungserfahrung. Außerdem erwarten wir Kenntnisse in:

- Vertrags- und Vergaberecht (HOAI, VOB, VgV)
- Budgetentwicklung und Kostenkontrolle
- Projektsteuerung
- Gestaltung und Umweltverträglichkeit von Baumaßnahmen
- Gebäudetechnik und Gebäudewirtschaft
- einschlägiges EDV-Wissen

Wir bieten Ihnen eine interessante und abwechslungsreiche Tätigkeit mit einer Vergütung nach Entgeltgruppe 11 TVöD. Außerdem bieten wir Ihnen verschiedene Leistungen wie Fortbildungen, Gesundheitspräventionsmaßnahmen und einen Zuschuss zum ÖPNV-Ticket.



Ihre aussagekräftige Bewerbung richten Sie bitte an die Stadt Walldorf, Nußlocher Straße 45, 69190 Walldorf oder als PDF-Dokument an bewerbung-walldorf@walldorf.de. Für telefonische Rückfragen wenden Sie sich bitte an: Lina Widmaier, Fachdienst Personalwesen, Tel.-Nr. 06227 35-1124. Näheres zu Walldorf erfahren Sie unter www.walldorf.de.



Hitex sucht Verstärkung:
Funktionale Sicherheit, Embedded-Systems und mehr ...

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

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

- > Entwicklungsleiter
- > Application Engineer Functional Safety
- > Leiter Prüffeld
- > Trainee

hitex

EMBEDDED TOOLS & SOLUTIONS

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

Bewerben Sie sich noch heute!

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



NEXT LEVEL: AUTOMATISIERUNG

Perspektive Zukunftstechnologien.
Jetzt bewerben und durchstarten!

Mit 1,8 Milliarden US-Dollar Gesamtumsatz pro Jahr ist die Inovance Gruppe ein führender Hersteller von industriellen Automatisierungslösungen. Das Unternehmen wurde 2003 in Shenzhen, China, gegründet und hat inzwischen Niederlassungen in 7 Ländern. Das europäische Headquarter in Pleidelsheim ist ein junges, motiviertes Team mit 30 MitarbeiterInnen.

www.inovance.eu

Inovance Technology Europe GmbH
Pleidelsheim (DE) | +49 7144 899-0

INOVANCE



DIGITALISIERUNG IST HANDWERK

Wir bringen die Idee zum Nutzer.

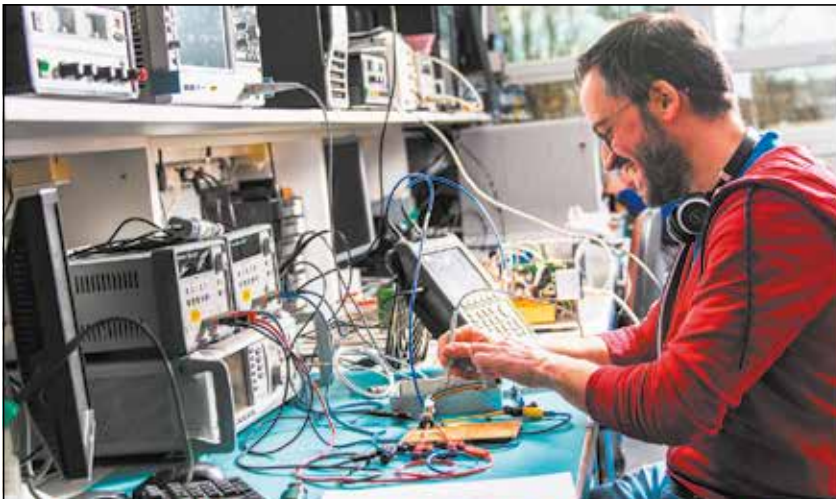
Mit konkreten Anwendungen und praktischen Lösungen.

Bist du auch ein Macher?

SEITENBAU GmbH | www.seitenbau.com



SEITENBAU



As one of the world's leading analytical instrumentation companies, Bruker covers a broad spectrum of advanced solutions in all fields of research and development. All our systems and instruments are designed to improve safety of products, accelerate time-to-market and support industries in successfully enhancing quality of life. We've been driving innovation in analytical instrumentation for 60 years now. Today, worldwide more than 7,000 employees are working on this permanent challenge, at over 90 locations on all continents.

At Bruker BioSpin, we are specialized in following technologies:

- Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
- Electron Paramagnetic Resonance (EPR)
- Compact Nuclear Magnetic Resonance
- Magnetic Resonance Imaging (MRI)
- Magnetic Particle Imaging (MPI)
- MicroCT
- PET/SPECT/CT

We offer you:

- An international and collegial work environment
- Interdisciplinary teams
- Agile ways of working



SPRING

Ist für Sie mehr als die ersten Sonnenstrahlen im Frühling?

AUSY Technologies ist einer der führenden Anbieter für kundenspezifische Softwareentwicklung und Beratung in Deutschland. Gemeinsam mit unseren namhaften Kunden gestalten wir die Zukunft.

Wir bei AUSY Technologies sind überzeugt: **IT starts with people.** Mit begeisterten und engagierten Menschen, die gemeinsam Großes bewegen wollen. Die getrieben sind von Neugier. Von Visionen. Und vom Wunsch, das Leben und Wirtschaften in unserer Gesellschaft jeden Tag ein Stückchen besser zu machen: mit innovativen Ideen und zukunftsweisenden Technologien.

Unser Great Place to Work® Ergebnis hat gezeigt, dass sich neue Kolleginnen und Kollegen bei uns besonders wohl fühlen!



Überzeugen Sie sich selbst und werden Sie Teil unseres Teams!

AUSY Technologies Germany AG
München - Frankfurt - Nürnberg - Stuttgart - Hamburg - Düsseldorf

AUSY
IT starts with people

GESTALTEN SIE MIT UNS IHRE ZUKUNFT!

waldorf
▶▶▶ technik
part of the HAHNGROUP



Waldorf Technik – das sind über 30 Jahre Erfahrung gepaart mit hohem Qualitätsbewusstsein und umfassendem Know-how.

Werden Sie Teil unseres Teams von mehr als 150 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen in einer sehr reizvollen Region am Bodensee!

Waldorf Technik steht für Präzision, Zuverlässigkeit und Innovation auf hohem Niveau. Als Spezialist für Highspeed-Automatationen im Spritzgießbereich fokussieren wir uns auf die Anwendungsbereiche Medizintechnik, Verpackung und technische Bauteile.

Zur Verstärkung unseres Teams suchen wir Sie als:

- **PROJEKTMANAGER CUSTOMER SERVICE & SUPPORT CSS (w/m/d)**
- **SERVICETECHNIKER SONDERMASCHINEN INTERNATIONAL (w/m/d)**
- **MECHATRONIKER (w/m/d)**

Alle Stellenbeschreibungen finden Sie unter waldorf-technik.de/karriere. Wir freuen uns auf Ihre Online-Bewerbung über unser Bewerbungstool.

WIR BIETEN IHNEN:

- Freundliche und innovative Unternehmenskultur
- Erfolgsorientierte Vergütung und attraktive Zusatzleistungen
- Individuelle Arbeitszeitmodelle
- Moderne Arbeitsplätze
- Zukunftssicherung und Stabilität durch internationale Ausrichtung und Entwicklungschancen

Waldorf Technik GmbH | Personalabteilung | Susanne Gäbler | Richard-Stocker-Str. 12 | 78234 Engen
Telefon +49 7733 9464-13 | jobs@waldorf-technik.de

www.waldorf-technik.de/karriere

www.hahn.group/jobs

IM OKTOBER ERSCHEINT DIE NEUE AUSGABE!

Bei Interesse an einer
Anzeigenschaltung
wenden Sie sich bitte an:

ALPHA

ALPHA Informationsgesellschaft mbH

Ansprechpartnerin: Frau Kark

Telefon: 06206 939-342

E-Mail: tatjana.kark@alphapublic.de

www.alphapublic.de



OPTIMA

DIE RICHTIGE ENTSCHEIDUNG? MIT SICHERHEIT!

Ihre Karriere im Sondermaschinenbau

Neue digitale Produkte – Intelligent Production Assistance Services – ergänzen unser Portfolio. Sie sind ein wichtiger Bestandteil des Life Cycle Managements Optima Total Care. Virtuelle Bediener-Schulungen ermöglichen reibungslose Produktionsstarts, Mixed-Reality-Brillen unterstützen unsere Service-Techniker.

Neue Technologien. Neue Jobs. Neue Chancen.

Unsere aktuellen
Stellenangebote finden Sie
unter:

www.karriere-bei-optima.de



OPTIMA packaging group GmbH
74523 Schwäbisch Hall

Wir bieten unseren Kunden ein komplexes Leistungspaket mit einem Wertstoffhof in Rheinstetten und einer Recyclinganlage im Rheinhafen Karlsruhe. Auch Erdarbeiten, Abbrucharbeiten, Saug- und Verblasarbeiten, Recycling und vieles mehr sind Teil des Leistungskomplexes der R. Zens GmbH.

Mit unseren qualifizierten Facharbeiterteams und unserem hochwertigen Maschinen-/Fuhrpark sind wir bestens gerüstet für Ihre Aufgaben, die wir schnell und flexibel lösen. Als regional verwurzelt Unternehmen sind wir überwiegend im Südwesten Baden-Württembergs tätig.

Bauleiter (m/w/d)

Ihre Aufgaben:

- Bauleitung von Projekten im Erdbau und Abbruch
- Organisation der Baustellen mit sämtlichen wirtschaftlichen, vertraglichen und fachlichen Belangen sowie Qualitäts-, Kosten- und Terminkontrolle
- Führung des Baustellenteams
- Erstellung der Aufmaße und der erforderlichen Abrechnungsunterlagen
- Ermittlung der Abrechnungsmassen
- Erstellung der Abschlags- und Schlussrechnung sowie aller erforderlichen Bestandsunterlagen und Dokumentationen

Ihr Profil:

- eine erfolgreich abgeschlossene Ausbildung als Bautechniker oder ein Bauingenieurstudium

- Führungs- und Baustellenerfahrung, Erfahrung im Stoffstrommanagement wünschenswert
- eine eigenverantwortliche und strukturierte Arbeitsweise, Durchsetzungsvermögen und Verbindlichkeit

Wir bieten:

- eine abwechslungsreiche und verantwortungsvolle Aufgabe mit ausgezeichneten Perspektiven
- kurze Entscheidungswege und viel Raum für Eigeninitiative in einem inhabergeführten Unternehmen
- eine fundierte Einarbeitungszeit und ein kollegiales Team
- vielseitige Weiterbildungs- und Entwicklungsmöglichkeiten
- Firmenwagen zur privaten Nutzung

Wir haben Ihr Interesse geweckt?

zens.

Dann senden Sie uns
Ihre Bewerbung per
Post oder per E-Mail an:

R. Zens GmbH
Industriestraße 1a
76287 Rheinstetten

Ansprechpartner:
Herr Martin Fischer

Tel. +49 (0)7242 9539-16

E-Mail:
martin.fischer@zens.de

DIE ZUKUNFT AKTIV MITGESTESTALTEN

Wir sind seit über 30 Jahren Partner für mobile Rechnersysteme und Stromversorgungen für den Einsatz unter harten Umgebungsbedingungen. Wir suchen die **Experten (w/m/d) der Zukunft** für die Entwicklung und Integration von Hardware, für sicherheitskritische Anwendungen unserer Kunden, aus den Bereichen Verteidigung und innere Sicherheit.

- **WERKSTUDENT (M/W/D)**
- **STUDIENAUSSTEIGER (M/W/D)**
- **ABSOLVENT/ BERUFSEINSTEIGER (M/W/D)**

roda

solid IT-solutions

INTERESSE GEWECKT?

Dann bewirb dich Online unter
jobs.roda.computer

oder per Email bei

L.bertsch@roda-computer.com

Landstraße 6
77839 Lichtenau
+49 7227 95 79 - 0

www.roda-computer.de
info@roda-computer.com

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



 held®

MEIN ANSPORN

MEIN TALENT

MEINE CHANCE

SIND
SIE DER
NÄCHSTE
HELD ?

Ihre Chance beim Weltmarktführer - bei Hochleistungs-Doppelbandpressen ist HELD die erste Wahl. Werden Sie Teil eines international erfolgreichen Unternehmens als Berufserfahrener, Absolvent oder Student (m/w/d) zum Beispiel in den Bereichen:

**ENTWICKLUNG, KONSTRUKTION, ELEKTRONIK, MECHANIK,
STEUERUNGSPROGRAMMIERUNG, SERVICE, MONTAGE ...**

Profitieren Sie unter anderem von:

- Einem abwechslungsreichen Aufgabenbereich mit spannenden Projekten und Eigenverantwortung
- Attraktiven Zusatzleistungen und flexiblen Arbeitszeiten
- Einer modernen, ergonomischen sowie großräumigen Arbeitsumgebung
- Diversen Weiterbildungsmöglichkeiten



Code einscannen
und direkt bewerben

HELD Technologie GmbH

Weigheimer Str. 11
78647 Trossingen
Germany

www.held-tech.de

bewerbung@held-tech.de

+49 (0)7425-3357-0

 held®

Career Start @ Scheer

Trainee Programm
SAP Consulting



 Scheer

Was erwartet Dich?

- Intensives Ausbildungsprogramm zum SAP Consultant
- Unbefristetes Arbeitsverhältnis

Was bieten wir Dir?

- Umfassende Einarbeitung in einem strukturierten Trainee Programm
- Gutes Einstiegsgehalt und einen garantierten Bonus im ersten Jahr

**Bewirb Dich jetzt
per Video unter:**

► talentcube.de/job/BSEKQ



Layher ist der führende Hersteller von Gerüstsystemen. Wir sind weltweit mit über 2.200 Mitarbeitern und Vertriebstöchtern in 42 Ländern präsent. Die Marke Layher bedeutet für unsere Kunden aus Industrie und Bauwirtschaft seit Jahrzehnten innovative Produkte, anwendungsorientierte Technik und Qualität „Made in Germany“. Der Sitz der Firmenzentrale mit Entwicklung, Produktion und Verwaltung, Vertrieb und Export ist in Güglingen-Eibensbach. Unsere Strukturen sind schlank und flexibel. Die Entscheidungswege sind kurz und Eigenverantwortung ist nicht nur gewünscht, sondern gefordert.



Sie studieren **BAUINGENIEURWESEN?** BEIM MARKTFÜHRER DURCHSTARTEN

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

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

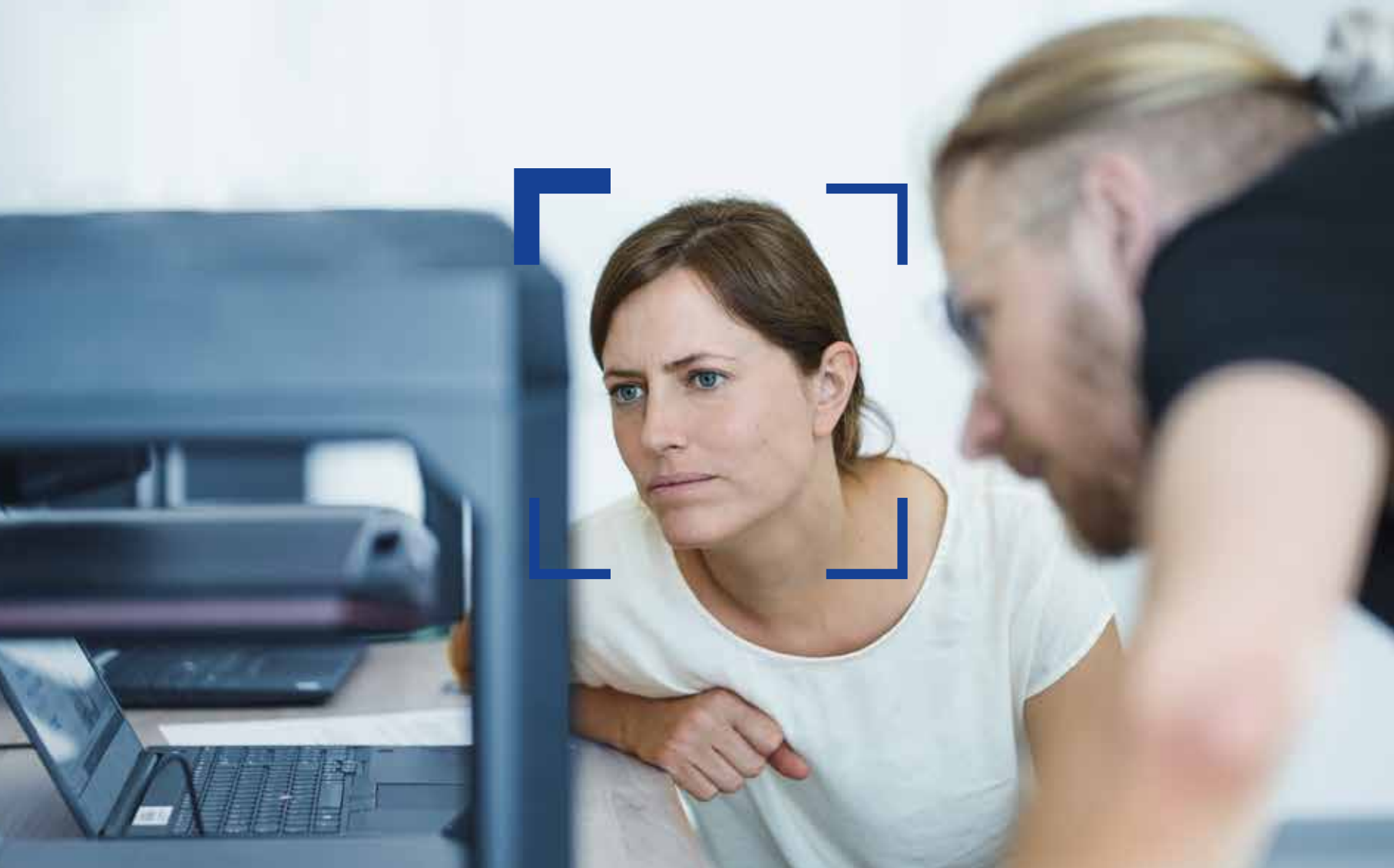
Als erfolgreiches Familienunternehmen in der 3. Generation bieten wir attraktive Rahmenbedingungen und machen gerne gemeinsam mit Ihnen für unsere Kunden „Mehr möglich“.

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

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

Wilhelm Layher GmbH & Co KG, Ochsenbacher Straße 56, 74363 Güglingen-Eibensbach www.layher.com

Forschung in Produktideen übersetzen. Der Gesellschaft einen Mehrwert bieten.



ZEISS Innovation Hub @ KIT

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

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



Seeing beyond