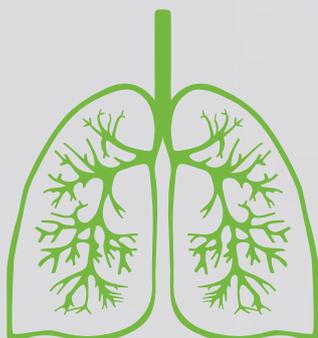


GESUNDHEITSWESEN DER ZUKUNFT

future healthcare



Mikrolunge
auf einem Chip
Seite 12



Forschung für
besseres Hören
Seite 16



Außerdem in diesem Heft:

NACHHALTIG HANDELN

Verkehrsfragen ab S. 30
Energieforschung ab S. 36
Arbeitswelt der Zukunft ab S. 45

Editorial

Sehr geehrte forschungsinteressierte Leserinnen und Leser,

Sie halten eine weitere Ausgabe des Forschungsmagazins re:search in den Händen. Danke für die vielen äußerst positiven Rückmeldungen zum Konzept und Inhalt der ersten Ausgabe.

Mehr denn je zeigt ein Blick auf die aktuellen gesellschaftlichen Debatten, wie wichtig angewandte Forschung ist, denn sie liefert fundierte Fakten und Erkenntnisse für den politischen Diskurs. So verstehen wir unseren Auftrag zur Forschung: Wir helfen Gesellschaft und Wirtschaft, Lösungen für die drängenden Fragen unserer Zeit zu entwickeln. Wie wir das machen? Auf den folgenden Seiten bekommen Sie einen kleinen Einblick in die aktuellen Forschungsprojekte an der Hochschule. Sie werden feststellen, dass diesmal ganz der Mensch im Mittelpunkt steht.

Gute Forschung ist auch die Grundlage für die Ausbildung hochqualifizierter Absolventinnen und Absolventen, die die Unternehmen so dringend brauchen, um nachhaltig wettbewerbsfähig zu bleiben. Wir machen die Studierenden fit für die „Welt da draußen“ – mit besonderen Laborprojekten (Seite 26), mit spannenden Promotionsarbeiten (Seite 10) und Unterstützung von Ausgründungen (Seite 18).

Dass wir offenbar vieles richtig machen, belegen nicht zuletzt die Zahlen. Auf den Seiten 60 und 61 sehen Sie die Entwicklung der Forschungsprojektmittel, Publikationen und Mitarbeitenden. Die Hochschule Reutlingen gehört zu den drei forschungsstärksten Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Baden-Württemberg – darauf sind wir stolz!

Schauen Sie doch mal rein. Haben Sie Fragen, Anregungen oder Ideen für eine Kooperation? Wir freuen uns von Ihnen zu hören!

Prof. Dr. Gerhard Gruhler, Vizepräsident Forschung

Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas, Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr. Stephan Seiter, Wissenschaftliche Leitung



Dear readers and research enthusiasts,

You are looking at the latest edition of our research magazine re:search. Many thanks for the very positive feedback regarding the conception and contents of the first edition.

Now more than ever, public debate is showing how important applied research is; because it provides solid facts and findings needed to support political discourse. That's how we see our mission to carry out research: We help society and business to develop solutions for the pressing problems of our era. How? On the following pages you will get some insights into current research projects at the university. You will see that this time the focus is on the individual.

Good research is also the foundation of training for the highly-qualified graduates urgently needed by companies to remain competitive. We prepare our students for the big wide world – with special lab projects (page 26), with exciting doctoral projects (page 10) and with support for spin-offs (page 18).

Not least, our success is backed by the numbers. Page 60 and 61 show the trends in research project funding, publications and employee numbers. Reutlingen University is one of Baden-Württemberg's top three strongest research universities of applied sciences – and we are proud of that!

Take a look. Do you have any questions, suggestions, or ideas for cooperation? We would be delighted to hear from you!

Prof. Dr. Gerhard Gruhler, Vizepräsident Forschung

Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas, Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr. Stephan Seiter, Wissenschaftliche Leitung

Inhalt

- 03 Editorial
- 06 **FRAGEN**
- 07 Big Data statt Big Pharma
- 08 Eine Frage an ...

09 FORSCHEN

Medizin

- 10 Retorte für die Designer-Medizin
- 12 Chip statt Tierversuch
- 14 Die Kraft der Gedanken
- 16 Trampolinspringen im Innenohr
- 18 Da kommt der Enkel gerne zu Besuch
- 20 Dopingsündern auf der Spur

Chemie

- 22 Viel Luft, wenig Material
- 24 Folie mit Bakterienbremse



26 *Chemielabor der besonderen Art: Studierende lernen den kompletten Ablauf eines Forschungsprojekts.*

Pädagogik

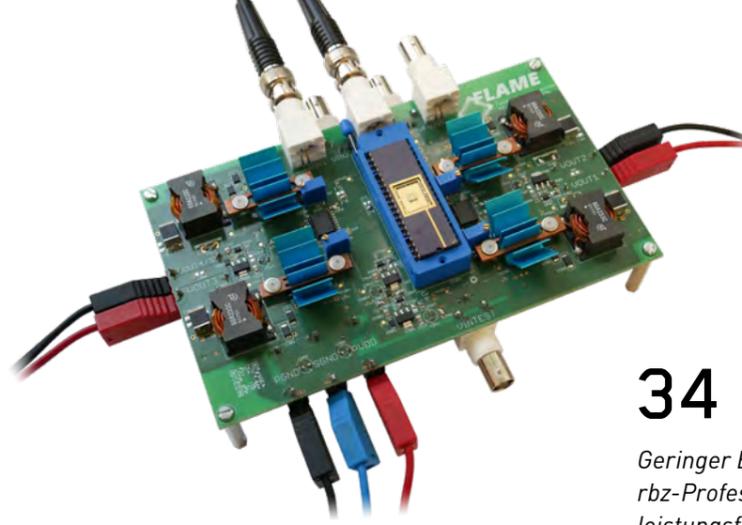
- 26 Forscher von morgen
- 28 Ein Zuhause für die Weinbergschnecke
- 29 Kreative Kinderköpfe

Verkehr

- 30 Einer muss sich kümmern
- 32 Kommunal digital
- 32 Umweltfootprint unterschiedlicher Fahrzeugantriebe
- 33 Wo hängt die Karotte?
- 34 Sauberes Futter für Elektromotoren

Energie

- 36 Energiewende: Vom Anspruch zur Wirklichkeit
- 38 Bindeglied zur Industrie
- 39 Alles eine Frage der Kultur
- 40 Nähen im grünen Bereich
- 42 Tausendfache Buchführung
- 44 Viele Erzeuger – ein Kraftwerk



34

Geringer Energieverlust und hohe Schaltfrequenz: rbz-Professoren entwickeln mit Studierenden einen leistungsfähigen Chip für Motoren.

Digitalisierung

- 45 Digital werden mit Lego
- 46 Schützenhilfe bei der Digitalisierung
- 48 Produktion in der dritten Dimension
- 50 Alexa, bitte kauf mir eine Kiste Schrauben

Mensch und Maschine

- 51 Unfallfrei Einparken mit dem Roboterauto
- 52 Behälter denkt mit
- 53 Fabrikengineering endet nicht am Werkstor

54 LÖSEN

- 55 Meine Krankheit, mein Medikament
- 60 Zahlen & Fakten
- 62 Impressum

→ Wollen Sie re:search weiterempfehlen? Hier geht's zum Download: www.reutlingen-university.de/research



18 *Gründergeist: Das Startup Rehago hat ein VR-Trainingsgerät für Schlaganfallpatienten entwickelt.*



28

Forschung am lebenden Objekt: Monica Hennig will Kinder für Technik begeistern.

European University Association (EUA)

Als herausragend forschungsstarke Hochschule sind wir Mitglied in der European University Association [EUA]. Weitere Kriterien für die Mitgliedschaft sind Internationalisierung, erfolgreiche kooperative Promotionen, die Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern und der Transfer. Mit 847 Institutionen aus 47 Ländern ist die EUA die größte Vereinigung europäischer Universitäten und Rektorenkonferenzen und nimmt entscheidenden Einfluss auf die europäische Hochschulpolitik.



FRAGEN

DIE DIGITALISIERUNG STELLT DIE GESUNDHEITSBRANCHE VOR IMMENSE HERAUSFORDERUNGEN. GLEICHZEITIG RÜCKEN DER EINZELNE MENSCH UND SEINE INDIVIDUELLEN BEDÜRFNISSE IMMER MEHR IN DEN FOKUS, STICHWORT PERSONALISIERTE MEDIZIN. WIE SIEHT DAS GESUNDHEITSWESEN DER ZUKUNFT AUS? UND WAS BRINGT ES MIT SICH – FÜR UNTERNEHMEN, FÜR HOCHSCHULEN UND JEDEN EINZELNEN VON UNS? WIR HABEN NACHGEFRAGT – UNTER ANDEREM BEI PROF. DR. MED. MARKUS ENDERLE, LEITER DER FORSCHUNG BEI ERBE ELEKTROMEDIZIN.

DIGITISATION PRESENTS THE HEALTH CARE SECTOR WITH IMMENSE CHALLENGES. AT THE SAME TIME, THE FOCUS IS INCREASINGLY ON THE PATIENT AND HIS OR HER INDIVIDUAL NEEDS; THERE IS A TREND TOWARDS PERSONALIZED MEDICINE. WHAT WILL HEALTH SERVICES LOOK LIKE IN THE FUTURE? AND WHAT WILL THAT MEAN – FOR BUSINESSES, FOR UNIVERSITIES AND FOR EACH INDIVIDUAL? WE ASKED SOME EXPERTS – FOR INSTANCE, PROFESSOR DR. MED. MARKUS ENDERLE, HEAD OF RESEARCH AT ERBE ELEKTROMEDIZIN.



Big Data statt Big Pharma

Prof. Dr. med. Markus Enderle (54), Leiter der Forschung bei Erbe Elektromedizin, über die Herausforderungen für die Medizin in Zeiten von Digitalisierung und Fachkräftemangel.

INTERVIEW: BERND MÜLLER

Herr Enderle, Sie sind Mediziner und waren leitender Oberarzt.

Was hat Sie zu Erbe verschlagen?

Prof. Enderle: Ich wollte immer Menschen helfen. Heute tue ich das, indem ich technische Neuheiten schneller in den OP bringe. Damit mache ich was Sinnstiftendes. Aber ganz kann ich es nicht lassen. Einige Wochen im Jahr arbeite ich noch mit Patienten, außerdem lehre ich an der Universität Tübingen. Die Studierenden sind schließlich potenzielle Mitarbeiter oder angehende Kunden.

Erbe ist in 15 Jahren von 270 auf 1100 Mitarbeiter gewachsen. Wie geht das in Zeiten des Fachkräftemangels?

Wir sind gut vernetzt. Wir haben derzeit 26 Projekte mit Hochschulen, darunter fünf mit der Uni Tübingen, die anderen mit internationalen Partnern.

So finden wir exzellente Mitarbeiter.

Die kommen nicht wegen des Geldes, es ist die Familienkultur, die die Leute anzieht.

Sie kooperieren auch mit der Hochschule Reutlingen ...

Ja. Wir hatten schon ein paar Abschlussarbeiten hier. Die Arbeit der Hochschule für angewandte Wissenschaften (HAW) ist für uns ein wichtiger Baustein. Universitäten fragen „Warum ist das so?“, die Industrie fragt „Wie lösen wir das technisch?“ und die HAW „Funktioniert es?“. Die Hochschule Reutlingen ist für uns auch so interessant, weil sie sehr gut ausgestattet ist, zum Beispiel in der chemischen Analytik oder beim 3D-Druck. Aktuell legen wir den Grundstein für ein gemeinsames Projekt mit Professor Ralf Kemkemer und Frau Professor Petra Kluger. Wir wollen unsere Elektrochirurgie mit einem optischen Analyseverfahren verbinden und damit das Instrument des Arztes automatisch so steuern, dass er einen Tumor vollständig

wegschneidet, aber das gesunde Gewebe möglichst viel schont.

Alle reden von Digitalisierung – auch Erbe?

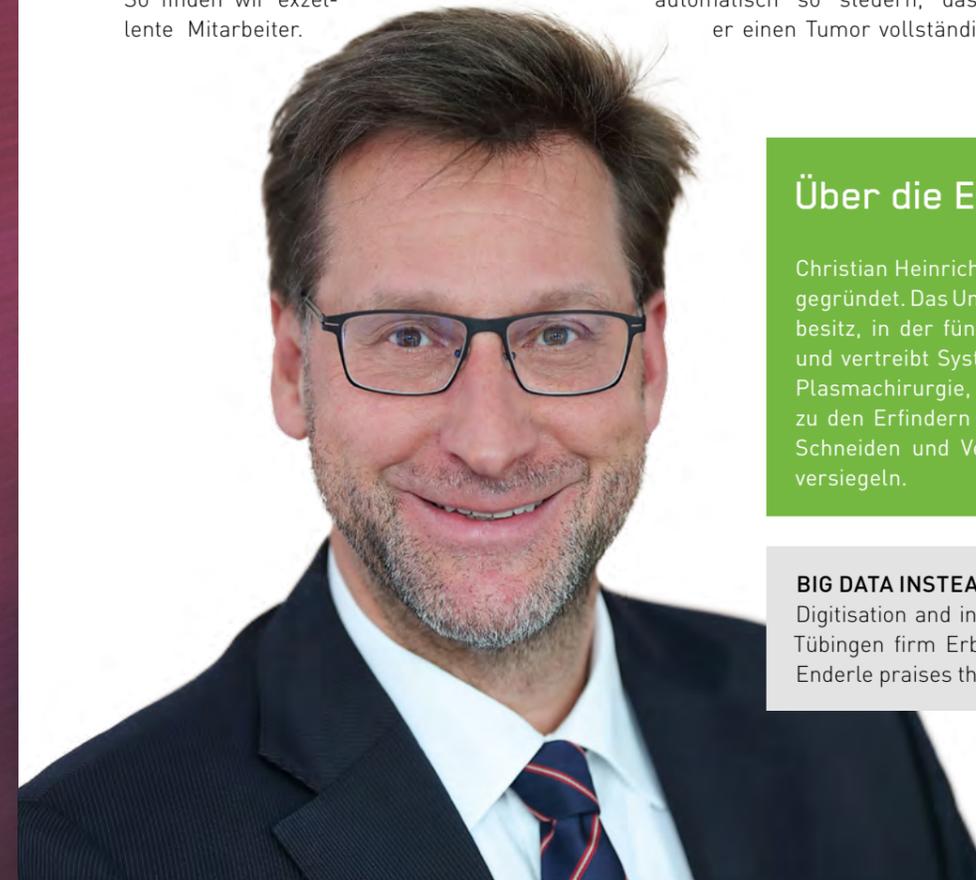
Neben der Miniaturisierung und der Biologisierung, worunter man unter anderem das Tissue Engineering versteht, ist die Digitalisierung das große Thema in der Medizin. Die Herausforderung ist, viele Daten zu sammeln und daraus Schlüsse zu ziehen, die zu einer besseren Behandlung des Patienten führen. Das gilt auch bei Erbe. So soll der Arzt zum Beispiel unser elektrisches Messer an die richtige Stelle im Körper des Patienten führen, alles andere wie die Art und Stärke des Stroms regelt das System selbst. Dazu muss es mittels künstlicher Intelligenz aus vielen vorigen Fällen lernen und die beste Strategie finden. Ziel ist die individualisierte Medizin, maßgeschneidert für jeden Patienten. Big Pharma – eine Pille für Millionen Menschen – wird ersetzt durch Big Data.

Über die Erbe Elektromedizin GmbH

Christian Heinrich Erbe hat das Unternehmen 1851 in Tübingen gegründet. Das Unternehmen befindet sich bis heute in Familienbesitz, in der fünften Generation. Erbe entwickelt, produziert und vertreibt Systeme für die Elektrochirurgie, Thermofusion, Plasmachirurgie, Kryochirurgie und Hydrochirurgie. Erbe zählt zu den Erfindern der Elektrochirurgie, einer Technologie zum Schneiden und Veröden von Gewebe oder um Blutgefäße zu versiegeln.

BIG DATA INSTEAD OF BIG PHARMA

Digitisation and individualized medicine are the major topics for Tübingen firm Erbe Elektromedizin. Research Director Markus Enderle praises the cooperation with Reutlingen University.



Eine Frage an ...



... DR. YVONNE MÖLLER,
Geschäftsführerin des
Zentrums für Personalisierte
Medizin an der Uniklinik in
Tübingen

Wie sieht die Krebstherapie der Zukunft aus?

„Statt einer standardisierten Therapie für alle bekommen Patienten künftig Medikamente, die nach den Ergebnissen einer genetischen Analyse genau auf sie zugeschnitten sind. Die Erwartungen der Patienten sind gestiegen und das Gesundheitssystem muss dem in Zukunft besser gerecht werden.“



... DR. NICOLA OSYPKA,
Vorstand der Osypka AG

Was ist die größte Herausforderung im Gesundheitswesen?

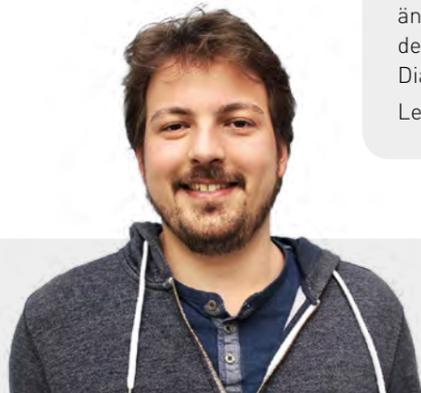
„Die größte Herausforderung ist die Regulierung. Das gilt leider auch für bewährte Produkte, die sich seit Jahrzehnten nicht verändern mussten. Für neue Produkte dauert die Zulassung Jahre.“



... PROF. DR. MED. STEFANIE JOOS,
Ärztliche Direktorin des Instituts für Allgemeinmedizin und
Interprofessionelle Versorgung an der Uniklinik Tübingen

Wie lassen sich Wartezeiten für Facharzttermine verkürzen?

„Zum Beispiel durch Telemedizin. Beispielsweise können Hausärzte ein Foto einer Hautveränderung aufnehmen und zusammen mit den noch relevanten klinischen Informationen an den Dermatologen senden. Statt drei Monaten wartet der Patient nur noch zwei Tage auf die Diagnose und in vielen Fällen kann der Hausarzt dann auch gleich eine Therapie einleiten.“
Lesen Sie mehr über das „Gesundheitswesen der Zukunft“ auf Seite 55.



... PHILIPP ZAJAC,
Mitgründer des Reutlinger Startups Rehago, das ein
VR-Trainingsgerät für Schlaganfallpatienten entwickelt

Warum gibt es in Deutschland so wenige Startups im Gesundheitswesen?

„Die staatlichen Fördermöglichkeiten in Deutschland sind sehr gut, aber Bürokratie und langwierige Prozesse machen Gründungswilligen das Leben schwer. Zum Beispiel dürfen wir unser Produkt nicht Therapiegerät nennen, sondern Trainingsgerät, weil sonst das Zulassungsverfahren viel komplizierter wird.“
Lesen Sie mehr über das Startup Rehago auf Seite 18.

FORSCHEZEN

AUCH DIE PROFESSORINNEN UND PROFESSOREN DER HOCHSCHULE REUTLINGEN FORSCHEN GEMEINSAM MIT PARTNERN AUS WISSENSCHAFT UND INDUSTRIE FÜR EIN BESSERES, INDIVIDUALISIERTES UND DIGITALERES GESUNDHEITSWESEN. DOCH DAS IST LÄNGST NICHT ALLES. „NACHHALTIG HANDELN“ – DARUM GEHT ES BEI FAST ALLEN FORSCHUNGSTHEMEN, SEI ES IM VERKEHR, IN DER DIGITALISIERUNG, IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT ODER IN DER PÄDAGOGIK. WIE VIELFÄLTIG UND SPANNEND DIE WELT DER FORSCHUNG AN DER HOCHSCHULE REUTLINGEN IST, ZEIGEN DIE FOLGENDEN SEITEN.

PROFESSORS AT REUTLINGEN UNIVERSITY CONDUCT RESEARCH WITH PARTNERS FROM ACADEMIA AND INDUSTRY FOR BETTER, INDIVIDUALIZED AND DIGITAL HEALTH SERVICES. BUT THAT IS CERTAINLY NOT ALL. "SUSTAINABLE ACTION" – THAT IS THE GOAL IN NEARLY ALL RESEARCH TOPICS, WHETHER IN TRANSPORT, DIGITISATION, IN THE ENERGY INDUSTRY OR IN EDUCATION. THE FOLLOWING PAGES SHOW YOU HOW EXCITING AND VARIED THE WORLD OF RESEARCH IS AT REUTLINGEN UNIVERSITY.



Retorte für die Designer-Medizin

Jeder Patient ist anders – jedes Medikament künftig auch. Andreas Kandelbauer forscht an Silica-Mikropartikeln, mit denen sich personalisierte Therapeutika hochrein herstellen lassen.

Die Zeit der Massenmedizin ist vorbei. Künftig soll jeder Patient für sein Krankheitsbild und seine genetische Veranlagung das Medikament bekommen, das ihm am besten hilft – das verspricht die personalisierte Medizin. Aber wie stellt man Medikamente her, die sehr ähnlich, aber im Detail doch nicht gleich sind? Für die Behandlung von Infektionskrankheiten etwa brauchen die Mediziner Chemotherapeutika bestehend aus langen Molekülketten, die sich nur in wenigen Atomen unterscheiden. Trennsäulen basierend auf Siliziumdioxid-Mikropartikeln, die zielgenau Substanzen aus einer Flüssigkeit herausfischen, sind bisher zu wenig selektiv. Die Dr. Maisch HPLC GmbH möchte das ändern. Das Unternehmen in Ammerbuch stellt solche Trennsäulen her und würde gerne die Eigenschaften der Partikel so designen, dass man bei der Wirkstoffreinigung immer nur genau eine spezielle Molekülsorte erhält.

Das könnte schon bald mit Hilfe der Hochschule Reutlingen gelingen, dank eines kleiderschrankgroßen Geräts, das Chemiker Reaktionskalorimeter nennen. Die 650.000 Euro teure, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft co-finanzierte Maschine vom Messtechnikhersteller Mettler-Toledo sei „der Gold-Standard unter den Reaktionskalorimetern“, schwärmt Andreas Kandelbauer, Professor für Chemie. Sie ist mit Sonden für Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Spektroskopie bestückt und fährt automatisch Temperatur-, Dosier- und Rührprogramme. „Gegenüber der alten Glaskolbenchemie können wir chemische Reaktionen viel besser steuern und reproduzieren.“ Das ist wichtig für das Upscaling, also das Übertragen eines Prozesses aus dem Forschungslabor auf größere Mengen in der Industrie. Was im 1-Liter-Kolben funktioniert, muss nicht in einem Tank mit mehreren tausend Liter klappen. Das Reaktionskalorimeter hilft zu verstehen, was geschieht, wenn man an bestimmten Parametern dreht.

Für die Grundlagen ist Professor Hermann Mayer zuständig, Chemiker an der Universität Tübingen. „Und wir sorgen für die technische Machbarkeit“, so Kandelbauer. Dazu starten demnächst zwei Doktoranden, die vom BMBF in der Förderlinie „IngenieurNachwuchs“ unterstützt werden. Einer soll die Synthese der Partikel weiter perfektionieren, der andere die Eigenschaften der Oberflächen charakterisieren. In vier Jahren möchte die Arbeitsgruppe ein virtuelles Reaktionsmodell präsentieren, das Dr. Maisch verwenden kann, um gezielter als bisher Mikropartikel für die Produktion personalisierter, hochreiner Therapeutika zu designen.

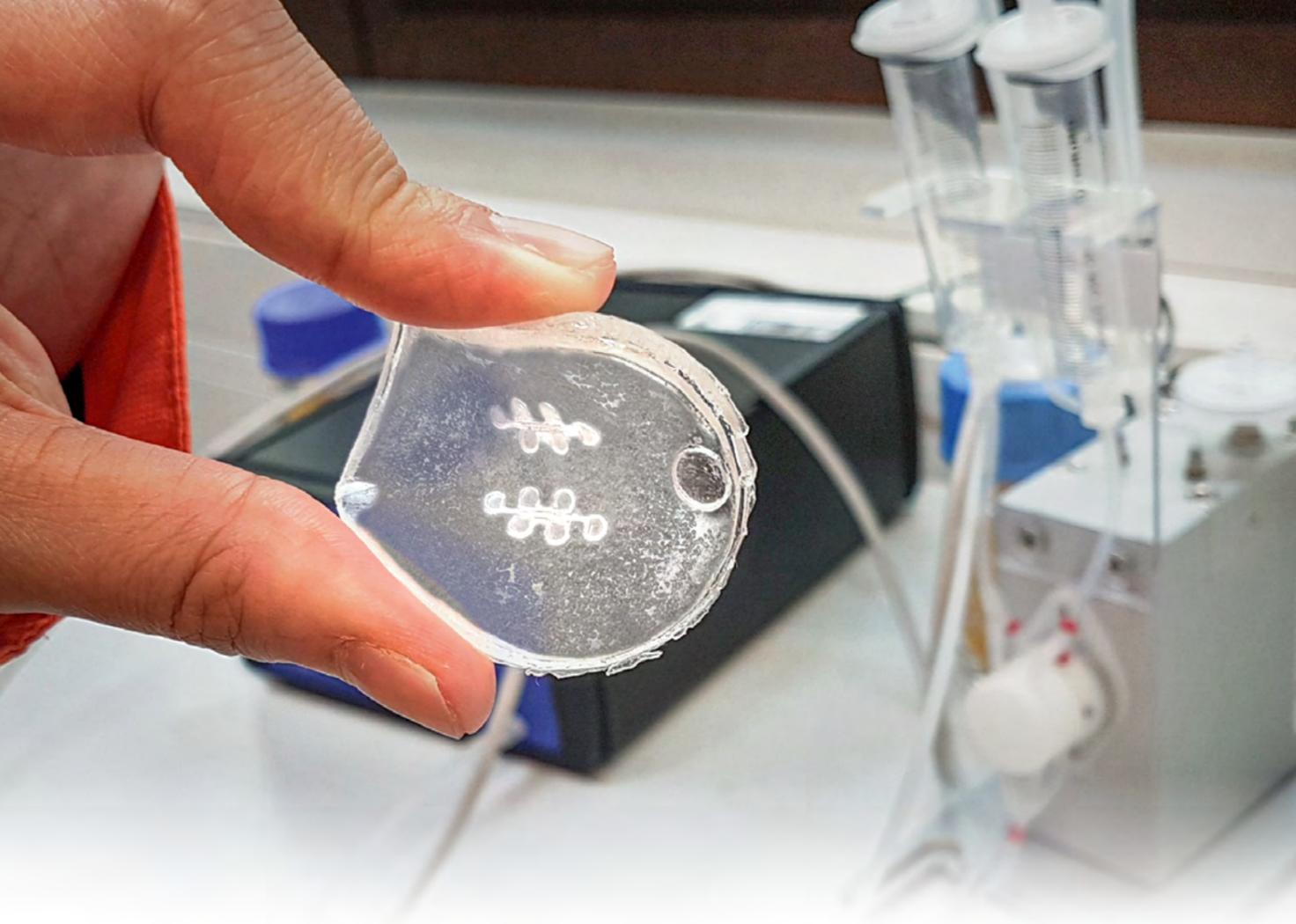
Man beschränke sich nicht nur auf die Herstellung von Silica-Mikropartikeln, so Andreas Kandelbauer, „wir verstehen uns als Dienstleister für die regionale Industrie“. An einer neuen Idee arbeitet das Team schon: Dekorative Oberflächen etwa von Laminatböden oder Möbelfronten, die sich selbst heilen, wenn sie zerkratzt werden. Einen Schub soll das neue Labor für Thermochemie geben. Noch 2019 ziehen die Mitarbeiter und das Reaktionskalorimeter in zwei neue Räume in den ersten Stock von Gebäude 1A der Reutlinger Hochschule.

BERND MÜLLER

CRUCIBLE OF DESIGNER MEDICINE

Professor Andreas Kandelbauer is using a high-performance reaction calorimeter to produce silicon microparticles with special surfaces. They can be used to make medications tailored to the needs of the individual patient.





Chip statt Tierversuch

Mit einer **Mikrolunge** wollen Petra Kluger und Ralf Kemkemer die Vorgänge beim Atmen nachbilden. Der Chip soll die Krebsforschung und die Entwicklung neuer Medikamente beschleunigen.

Ein Thema, über das keiner gerne spricht: Mundgeruch. Für Wissenschaftler ist das Thema dafür umso interessanter. Denn die Tatsache, dass jeder Mensch ein wenig anders riecht, deutet darauf hin, wie unterschiedlich und wie komplex das Gas und die Aerosoltröpfchen zusammengesetzt sind, die wir bei jedem Atemzug von uns geben. Aus diesem Gemisch könnte der Anästhesist ablesen, wieviel eines Narkosemittels der Patient auf dem OP-Tisch noch im Blut hat, oder der Onkologe, ob eine Person einen Tumor hat.

Im Projekt MicroLungDetect wollen Petra Kluger und Ralf Kemkemer mehr darüber lernen, wie Substanzen im Körper durch die Membran der Lungenbläschen beim Ausatmen nach draußen gelangen. Die beiden Professoren der Fakultät für

Angewandte Chemie an der Hochschule Reutlingen wollen zusammen mit ihren Mitarbeitern Linxiao Yang und Simon Heine einen Chip bauen, der eine Lunge simuliert, wenn auch nur in der Größe eines Fingernagels. Der Chip besteht aus Mikrokanälen und einer porösen Membran, die dünner ist als eine Frischhaltefolie. Auf der einen Seite befinden sich Epithelzellen, dort fließt die Luft vorbei, auf der anderen Seite Endothelzellen, die von einer Nährlösung umströmt werden – wie in einer richtigen Lunge. Um das Dehnen der Lungenbläschen beim Atmen nachzubilden, wird über der Membran der Luftdruck hoch- und runtergefahren, wodurch sich die Membran spannt und entspannt.

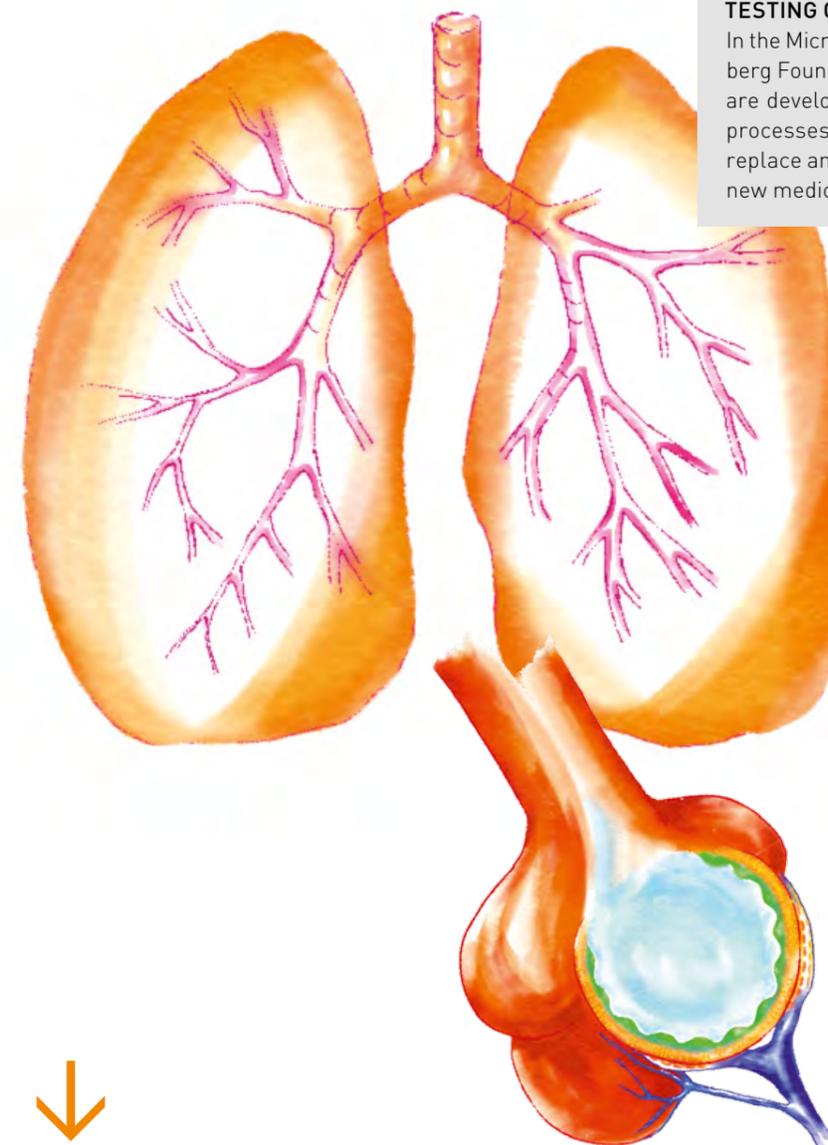
Die Kunst ist, lebende Zellen auf der Membran zum Wachsen zu bringen, denn außerhalb ihrer natürlichen Umgebung

in der Lunge fühlen sie sich nicht besonders wohl. In ihrem Labor versucht Petra Kluger, Epithel- und Endothelzellen so zu überlisten, dass diese in ein und derselben Nährlösung auf der Membran wachsen. Das ist nicht selbstverständlich, denn unterschiedliche Zellen mögen normalerweise unterschiedliche Umgebungsbedingungen.

Bis zum Ende des Projekts MicroLungDetect, das von der BW-Stiftung gefördert wird, soll das gelingen. „Die Lunge auf einem Chip könnte dann Tierversuche ersetzen und genauere Vorhersagen etwa über den Abbau von Narkosemitteln erlauben“, hofft

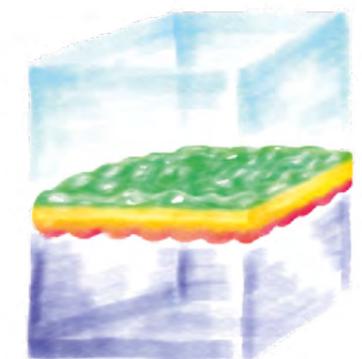
Petra Kluger. Dazu würde man auf der Blut-Seite der Membran die Substanz in einer bekannten Konzentration durchleiten und messen, was auf der Luft-Seite durchkommt. Der Lungen-Chip könnte auch zu einem besseren Verständnis von Krebserkrankungen beitragen. Tumorzellen beim Brustkrebs bilden in anderen Organen Metastasen, auch in der Lunge. Dieses Wachstum könnte man auf dem Chip beobachten. Auch bei der Entwicklung von Medikamenten, etwa zur Behandlung einer Lungenfibrose, könnte der Chip helfen.

BERND MÜLLER



TESTING CELLS, NOT ANIMALS

In the MicroLungDetect project, funded by the Baden-Württemberg Foundation, Professors Petra Kluger and Ralf Kemkemer are developing a chip with living cells on it to reproduce the processes in the lung as it breathes. The chip is intended to replace animal experiments and to help in the development of new medications.



Weiterführende Informationen:
www.reutlingen-university.de/research2019/kluger

Die Kraft der Gedanken

Menschen greifen Objekte ohne nachzudenken. Künftig sollen das auch **Exoskelette für Patienten mit gelähmter Hand** und Roboter können. Professor Cristóbal Curio erforscht die Grundlagen dafür.

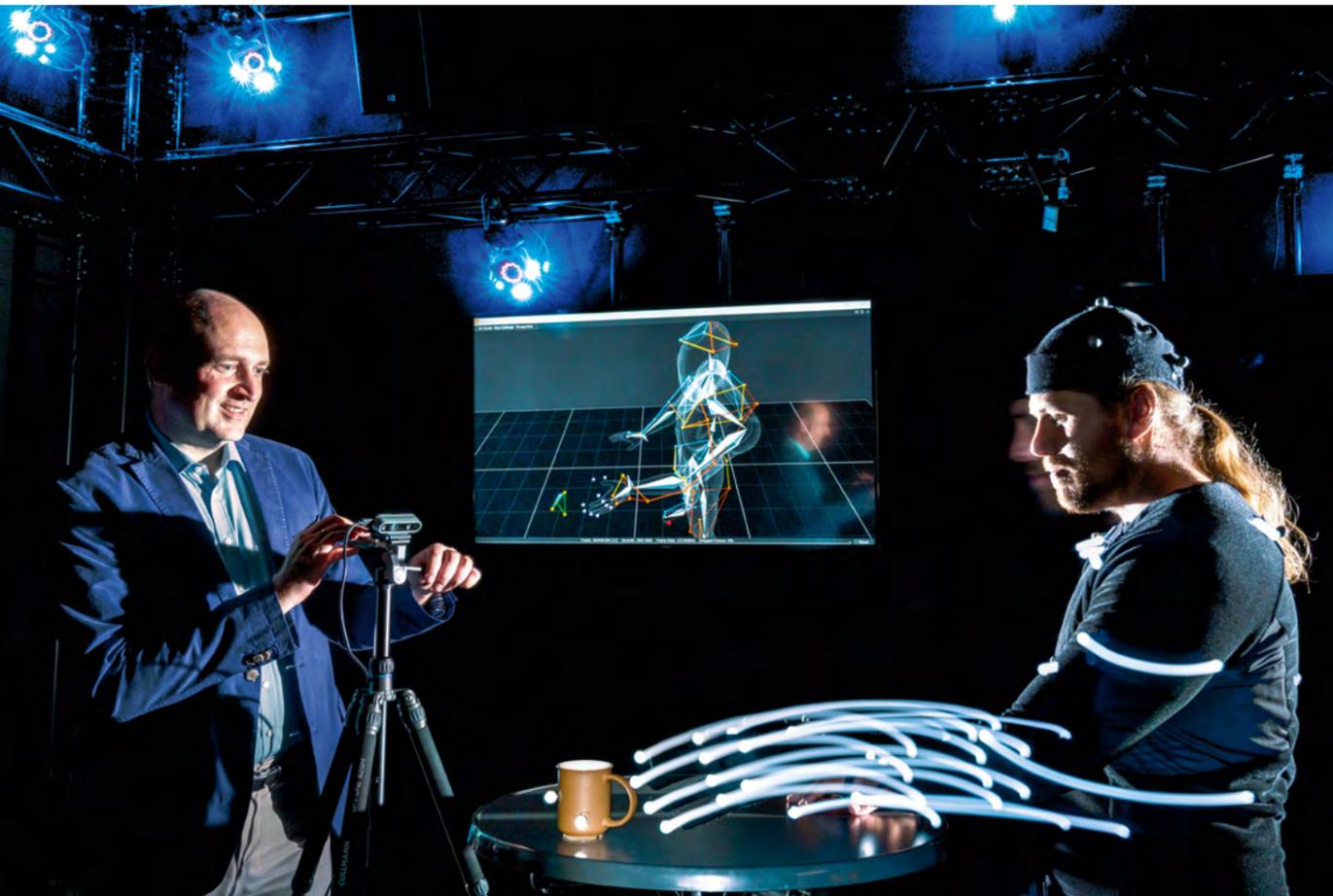
„Bewege die Hand zehn Zentimeter nach rechts, dann fünf nach vorn. Öffne die Finger, rücke nochmal drei Zentimeter nach vorn und schließe die Finger wieder.“ Wenn ein Roboter eine Tasse greifen soll, würde die Steuerung Befehle wie diese vorgeben. Das geht so lange gut, wie die Tasse immer am selben Platz steht. Stünde die Tasse ein paar Zentimeter weiter rechts, hätte der Roboter Schwierigkeiten, sie auf Anhieb zu greifen. Und der Mensch? Beim Greifen denken wir nicht nach; wie unser Gehirn „Koordinaten“ an den Arm und Greif-Befehle an die Hand übermittelt, ist nicht genau bekannt. Wir tun es einfach, oft sogar ohne hinzuschauen. Eine keineswegs nur akademische Frage ist nun, was geschieht, wenn menschliche Kognition mit der Robotik verschmilzt.

Wie bei Annette Dreher. Die Informatikerin erlitt mit 25 Jahren einen Schlaganfall. Die Fähigkeit zu sprechen und ihre Beweglichkeit hat die heute 52-jährige im Lauf der Jahre wieder erlernt, doch die rechte Hand blieb gelähmt. Heute kann sie mit dieser Hand wieder Gegenstände greifen und Werkzeuge benutzen. Möglich macht das ein Exoskelett, eine motorisierte Stützstruktur für die gelähmte Hand, die ihr das Greifen ermöglicht. Spektakulär daran ist, dass Dreher die Hand allein mit der Kraft ihrer Gedanken steuern kann. Dazu trägt die Patientin eine Kopfhaube mit Sensoren, die Hirnströme misst und daraus ihre Intention und Steuersignale für die künstliche Hand ableitet. Diese stammt vom Institut für Mechanik der Universität Stuttgart, die Erkennung der Hirnströme entwickeln Arbeitsgruppen an



Mittels Künstlicher Intelligenz lernt der Algorithmus, Objekte zu erkennen.

Nähert sich die Hand dem Objekt, öffnen sich die Finger rechtzeitig, um es zu greifen.



der Universität Tübingen und der Charité – Universitätsmedizin Berlin um den Neurotechnologien und Einstein-Professor Surjo Soekadar. Alle sind Partner im Projekt KONSENS-NHE, das von der Baden-Württemberg Stiftung im Forschungsprogramm Neurorobotik mit insgesamt einer halben Million Euro finanziert wird.

Weiterer im Bunde ist Cristóbal Curio. Der Professor arbeitet am Sahnehäubchen für die Hand-Prothese. Sie soll eines Tages mit Hilfe einer Kamera Objekte selbstständig erkennen und automatisch zugreifen – wie das ein gesunder Mensch auch tun würde. Curio nutzt dazu seine Erfahrung aus der Bildverarbeitung für autonome Fahrzeuge. Das System soll kontext-sensitiv sein, also zum Beispiel erkennen, ob es sich bei einem Objekt um eine Tasse mit Henkel handelt oder um ein Glas. Je nachdem würden die künstlichen Finger entweder in die Lücke hinter dem Henkel einfädeln oder das ganze Glas umfassen.

Knifflig ist die Platzierung der Sensoren. Derzeit sitzt eine Kamera in der Handfläche und eine auf einem Fingerknöchel. Mittels Künstlicher Intelligenz lernt der Algorithmus, Objekte zu erkennen. Nähert sich die Hand dem Objekt, öffnen sich die Finger rechtzeitig, um es zu greifen. Bis zum Ende von KONSENS-NHE im Frühjahr 2020 wollen die Partner diese und weitere Features wie ein Feedback durch Vibrieren beim Berühren von Objekten testen. Große Aufmerksamkeit erregt das Projekt

schon jetzt. Zahlreiche Medien haben darüber berichtet, sogar Spiegel-TV sendete einen Beitrag dazu.

Die Fortschritte sollen unmittelbar Annette Dreher zu Gute kommen. Darüber hinaus möchte Curio mit den Erkenntnissen neue Anwendungen erschließen, etwa in der Robotik. Mit der Technologie aus dem Exoskelett-Projekt sollen Roboter noch gezielter greifen können. „Für die Mensch-Roboter-Kollaboration in Fabriken wäre das ein enormer Fortschritt“, so Cristóbal Curio.

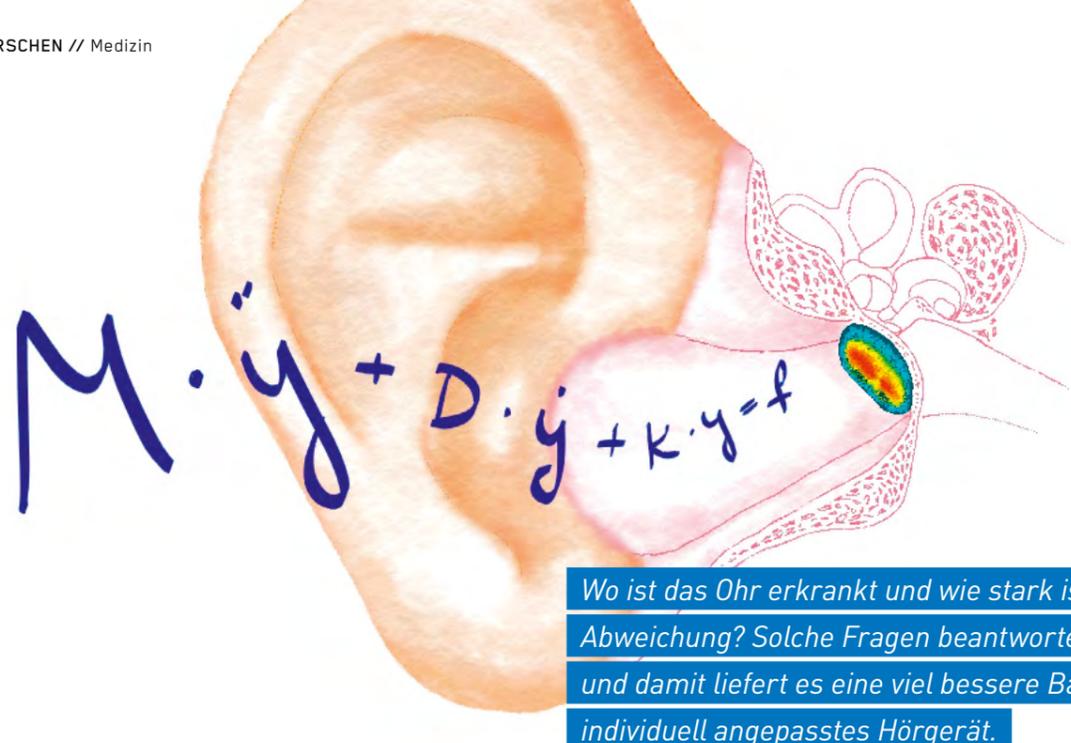
BERND MÜLLER



Hier geht's zum Bericht von Spiegel-TV:
www.reutlingen-university.de/research2019/curio

THE POWER OF THOUGHT

Professor Cristóbal Curio and his partners in the KONSENS-NHE project are developing an exoskeleton for people with impaired mobility of the hand. Such patients will be able to use electric currents in the brain to steer the exoskeleton and thus to pick up objects – with the help of AI systems which imitate and learn from biological perception.



Wo ist das Ohr erkrankt und wie stark ist die Abweichung? Solche Fragen beantwortet das Modell und damit liefert es eine viel bessere Basis für ein individuell angepasstes Hörgerät.

Trampolinspringen im Innenohr

Besser hören – diese Hoffnung von Millionen Menschen könnte sich bald erfüllen, dank der Forschung von Michael Lauxmann. Der Professor an der Fakultät Technik arbeitet an einer revolutionären Hörkontaktlinse.

„Wenn es das Ohr nicht schon gäbe, dann müssten wir es erfinden.“ Seit seiner Promotion über die Biomechanik des Hörens ist Michael Lauxmann ein großer Bewunderer der Schöpfung und der Einzigartigkeit unseres Hörorgans. Es leistet wahrlich Unvorstellbares: Es gleicht durch das kleinste Gelenk im menschlichen Körper große statische Druckschwankungen aus, wie sie etwa beim Tauchen oder beim Aufzugfahren entstehen. Und dabei ist es noch in der Lage, Schall vom leisesten Flüstern bis zum zehn Millionen Mal lauterem Presslufthammer zu verarbeiten. Und das Verblüffendste: Wir merken nichts davon; nichts tut weh, wenn das Ohr diese Schwerstarbeit verrichtet.

Meistens jedenfalls. Denn nicht jeder Mensch ist mit einem perfekten Gehör gesegnet. Manche leiden seit ihrer Geburt unter Einschränkungen, bei vielen nagt der Altersverschleiß am Hörvermögen. Mehr als ein Drittel der Europäer unter 55 Jahren hört nicht gut, den meisten hilft ein Hörgerät. Doch das neigt zum Pfeifen, der Klang ist dumpf, weil hohe Frequenzen auf dem Weg von dem kleinen Lautsprecher durch den Gehörgang zum Trommelfell gedämpft werden. Lauxmann ist das ein Dorn im Auge. Er arbeitet an zwei Strategien, um Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen wieder Gehör zu verschaffen.

Eine Hörhilfe wirkt nur optimal, wenn sie auf den Träger abgestimmt ist. Doch genau da ist der Haken. Subjektive audiometrische Verfahren sind auf die aktive Mitarbeit des Patienten

angewiesen, während Verfahren wie die Impedanzmessung objektive Messwerte liefern. Doch die werden immer mit Mittelwerten „normaler“ Personen verglichen, was die Aussagekraft über die Eigenschaften eines speziellen Ohrs bei der Übertragung des Schalldrucks durch das Mittelohr ins Innenohr stark einschränkt. Lauxmann löst dieses Dilemma mit einem mathematischen Modell des Ohrs, das alle geometrischen und mechanischen Eigenschaften eines normalen Ohrs enthält und die dazu passenden Daten audiometrischer Tests ableitet. Führt ein Arzt eine Impedanzmessung aus, eine Art Echotest im Mittelohr, speist er die Messwerte in das Modell, das nun die Eigenschaften des Mittelohrs errechnet, das zu diesen Daten passt.

Wo ist das Ohr erkrankt und wie stark ist die Abweichung? Solche Fragen beantwortet das Modell und damit liefert es eine viel bessere Basis für ein individuell angepasstes Hörgerät. Und für die Diagnose des Hörvermögens von Neugeborenen. Sogar bei der Diagnose von Hirntumoren könnte die Methode helfen. Denn das Innenohr ist mit der Gehirnflüssigkeit verbunden und die Schallübertragung im Mittelohr könnte einen Hinweis auf den Gehirndruck geben, was wiederum Aussagen über das Wachstum eines Tumors erlaubt.

Dieser Ansatz hat auch die Volkswagen-Stiftung überzeugt. In ihrer Ausschreibung Experiment! fördert sie gewagte Forschungsvorhaben mit ungewissem Ausgang, darunter auch

„Personalized, Model-Based, Functional Acoustic Hearing Diagnostic“. Mit diesem Projekt ist Michael Lauxmann der erste Professor der Hochschule Reutlingen überhaupt, der bei Experiment! gefördert wird. Mit im Boot ist Dr. Ernst Dalhoff von der Universitäts-HNO-Klinik Tübingen, der die Hörorgane von Verstorbenen für die medizinische Forschung präpariert. Mit einem Laser-Doppler-Vibrometer der Reutlinger Fakultät Technik führt Lauxmann Messungen an diesen Präparaten durch.

Der gelernte Maschinenbau-Ingenieur hat noch ein zweites Ass im Ärmel: Gemeinsam mit Vibrosonic in Mannheim und dem Universitätsklinikum Tübingen entwickelt er eine Hörkontaktlinse, die auf das Trommelfell gelegt wird. Weil sie den Schall nicht durch die Luft, sondern direkt mechanisch überträgt, gibt es keine Klangverfälschung wie bei herkömmlichen Hörgeräten. Und im Gegensatz zu einem Cochlea-Implantat, das an die Gehörnerven andockt, muss die Hörkontaktlinse nicht in einer Operation eingesetzt werden.

Die Idee einer Hörkontaktlinse ist nicht ganz neu. Doch bisher gibt es nur Varianten, die immer noch eine Elektronik hinter dem Ohr erfordern und das Signal von einem Ohrpassstück mittels Laserlicht auf einen Aktuator am Trommelfell leiten. Anders bei dieser Forschungsidee: Alle Teile – Mikrofon, Elektronik, Batterie und Aktuator – sollen auf einem elektromechanischen Mikrochip vereint werden. Acht schwingende Aktuatoren bewegen das Trommelfell – wie acht Turner, die gleichzeitig auf einem Trampolin springen. So lassen sich auch komplexe Schwingungsmuster nachbilden – wie genau, ist Gegenstand des Forschungsvorhabens. Das wird bis 2021 mit Mitteln des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg gefördert. Michael Lauxmann dämpft zu hohe Erwartungen. „Bis 2021 werden wir nicht alle Fragen klären können. Bis es eine Hörkontaktlinse zu kaufen gibt, wird es noch einige Jahre dauern.“

BERND MÜLLER



„Wenn es das Ohr nicht schon gäbe, dann müssten wir es erfinden.“

TRAMPOLINING IN THE INNER EAR

Professor Michael Lauxmann is tackling hearing impairment. He has developed a mathematical model which simulates the characteristics of the middle ear and which may form the basis of better-adapted hearing aids. Lauxmann is also working with Mannheim company Vibrosonic on a revolutionary audio contact lens.



Lauxmanns Doktorand Benjamin Sackmann stellt sein Forschungsprojekt vor.

→ Weiterführende Informationen:
www.reutlingen-university.de/research2019/lauxmann

Da kommt der Enkel gerne zu Besuch

Mit virtueller Realität möchte das Startup Rehago das **Training von halbseitig gelähmten Menschen** motivierender gestalten. Ideale Voraussetzungen dafür fanden die vier Gründer an der Hochschule Reutlingen.

Fünf Frösche sitzen auf einem Baum. Einer beschließt zu springen. Wie viele Frösche sitzen dann noch auf dem Baum? Vier? Falsch. Die richtige Antwort lautet: fünf. Denn etwas zu beschließen, heißt nicht, dass man es auch tut. So ist es auch bei den Unternehmensgründungen in Deutschland. Laut dem Gründerreport 2018 des Deutschen Industrie- und Handelskammertags haben immer mehr Menschen den Plan, sich selbstständig zu machen. Aber immer weniger tun es. Die Zahl der Unternehmensgründungen ist seit 2010 gesunken. Gleichzeitig überschlagen sich öffentliche Fördermittelgeber mit immer neuen Programmen, Gründerzentren locken mit allerlei Unterstützung für Startups. Wie passt das zusammen?

„Die staatlichen Fördermöglichkeiten in Deutschland sind sehr gut“, lobt Philipp Zajac, Mitgründer des Startups Rehago. Um gleich einzuschränken: „Dennoch hat die Startup-Kultur noch Luft nach oben.“ Vor allem die Bürokratie und langwierige Prozesse machten Gründungswilligen das Leben schwer. Ein hohes Tempo sei für Startups aber erfolgsentscheidend. Schnelligkeit, kompetente Beratung und noch dazu kostenlose Büroräume („für Startups eine große Hilfe“) fand Rehago an der Hochschule Reutlingen. Nach einem ersten Kennenlernen mit den Mitarbeitern des Centers for Entrepreneurship entschieden sich Philipp Zajac und seine Mitgründer Anika Ochsenfahrt, Melanie Schweis und Johannes Höfener, ihr junges Unternehmen im August 2018



Das Gründungsteam von Rehago (von links nach rechts): Johannes Höfener, Melanie Schweis, Anika Ochsenfahrt, Philipp Zajac

im Bürocontainer auf dem Reutlinger Campus zu starten. Zuvor hatten Zajac und Höfener in Tübingen Informatik studiert und sich ihre Geschäftsidee in einem Studienprojekt ausgedacht, danach folgten Teilnahmen an diversen Startup-Acceleratoren, unter anderem waren die beiden 100 Tage in Dubai. Angedockt ist das Team an den Lehrstuhl von Professor Oliver Burgert in der Fakultät Informatik. In wenigen Wochen waren Anträge für das EXIST-Gründerstipendium und die Fördermaßnahme „Gründungen: Innovative Start-ups für Mensch-Technik-Interaktion“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gestellt und bewilligt.

Wenn die vier Gründer Erfolg haben, könnten davon in Deutschland 430.000 Menschen profitieren, die aufgrund einer Schädigung des Gehirns halbseitig gelähmt sind, den größten Anteil daran haben die 270.000 Schlaganfallpatienten. Und das sind nur die jährlichen Neuerkrankungen, die Gesamtzahl der mehr oder weniger dauerhaft Betroffenen geht in die Millionen. Um ihre Beweglichkeit wiederherzustellen, nutzen Ergotherapeuten meist die Spiegeltherapie: Der Patient sitzt vor einem Spiegel und beobachtet sich, wie er die gesunde Hand bewegt. Das Verblüffende: Dadurch werden auch Hirnareale angeregt, die für die gelähmte Hand zuständig sind, die sich unsichtbar hinter dem Spiegel befindet. Das Training ist allerdings langweilig und wenig motivierend.

Anders mit dem Trainingssystem von Rehago. Es überträgt das Prinzip des Spiegeltrainings in die virtuelle Welt. Die Patienten tragen eine VR-Brille, die Oculus Go, und steuern mit einer 3D-Maus kleine Spiele, etwa das aus der realen Welt bekannte

Balancieren einer Kugel im Holzlabyrinth oder das beliebte Gedächtnisspiel Memory. Jedes Spiel dauert nur zwischen 30 Sekunden und zwei Minuten und ist auf jeden Patienten individuell angepasst. „Das macht Spaß und hält die Motivation hoch“, sagt Zajac, das hätten Tests mit Probanden ergeben.

Das Gesundheitssystem ist ein besonderer Markt, das wurde den Gründern schnell klar. So darf Rehago sein Produkt nicht als Therapiemittel bezeichnen, sondern als Trainingsgerät. Was aber den Nutzen nicht schmälert. Nächste Hürde ist das Geschäftsmodell. Das Unternehmen verkauft die Oculus Go für 230 Euro, die Software kostet im ersten halben Jahr 30 Euro pro Monat, danach 15 Euro pro Monat – in einem Markt, wo schon eine Packung Pillen teurer sein kann, ist das geradezu ein Schnäppchen. Außerdem arbeitet man mit Partnern zusammen, die das komplette System für zehn bis 15 Euro im Monat vermieten. Laut Zajac diskutiere man gerade mit den Krankenkassen über innovative Modelle zur Kostenübernahme. „Da können wir aber noch nichts sagen, weil wir gerade mit Investoren im Gespräch sind“, so Zajac. Eine Million Euro bräuhete das Unternehmen, um die Technologie fertig zu entwickeln und mit Patienten zu evaluieren.

Um die Kostenübernahme durch die Kassen macht sich Zajac keine Sorgen, zur Not gehe es auch ohne: „Die Oculus Go ist ein super Weihnachtsgeschenk für die Oma. Darauf laufen auch viele andere coole Spiele und Apps, da werden die Enkel bestimmt häufiger zu Besuch kommen.“

BERND MÜLLER



Weiterführende Informationen:
www.rehago.eu

VR HELPS GET PATIENTS MOVING

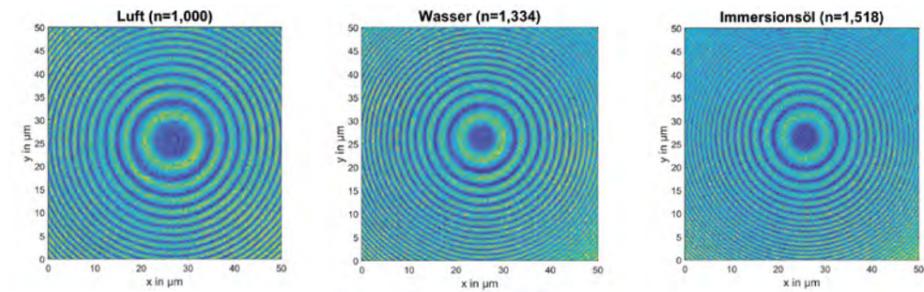
The business start-up Rehago has developed software for virtual reality glasses to help hemiplegic patients regain their mobility. The company was founded at the Center for Entrepreneurship at Reutlingen University, in association with the Professorial Chair of Professor Oliver Burgert.

Dopingsündern auf der Spur

*Viren, Dopingmittel oder die Wirkung von Medikamenten: Beim Nachweis winzigster Stoffmengen stößt die Messtechnik an ihre Grenzen. Ein revolutionärer **optischer Sensor**, den Wissenschaftler in Reutlingen und Tübingen entwickeln, macht bisher Unmögliches möglich.*

Jeden Herbst kann man in den Weinbergen Winzer beobachten, die gebannt durch ein kleines Rohr starren. Meist verwandelt sich ihre Miene in ein zufriedenes Lachen, in besonders regnerischen Jahren aber auch in ein skeptisches Stirnrunzeln. Grund zur Freude haben die Winzer immer dann, wenn das kleine Messinstrument einen hohen Wert – den Zuckergehalt des Rebensafts – anzeigt. Wenn dieser Oechsle-Grad hoch ist, wird es ein guter Jahrgang. Das Prinzip der Mostwaage hat Ferdinand Oechsle schon 1836 erfunden. Sie misst den Zuckergehalt über das spezifische Gewicht des Mosts. Heute arbeiten die Geräte optisch über die Bestimmung des Brechungsindex.

Könnte man dieses Prinzip nicht auch für andere Substanzen verwenden, zum Beispiel für Dopingmittel, Giftstoffe, Hormone oder Viren in einer Flüssigkeit wie Blut? Man kann, sagten sich Ralf Kemkemer und Marc Brecht von der Hochschule Reutlingen und Alfred Meixner von der Universität Tübingen. In einem von der Alfred Kärcher-Förderstiftung geförderten Projekt wollen die drei Physiker gemeinsam einen optischen Sensor entwickeln, der winzigste Stoffmengen in Flüssigkeiten nachweist – wie das Oechsle-Meter, bloß mit der Technologie des 21. Jahrhunderts. Das Grundprinzip bleibt aber gleich: Jede Substanz gelöst in einer Flüssigkeit verändert deren Brechungsindex und das



So funktioniert der Mikrosensor

Schickt man weißes Licht zwischen zwei Spiegel, kommt es zur Resonanz bei einer bestimmten Lichtwellenlänge: Abstand der Spiegel = halbe Wellenlänge, nur Licht dieser Wellenlänge verlässt die Rückseite des Spiegelkäfigs. Ist ein Spiegel gekrümmt, entstehen konzentrische regenbogenfarbige Ringe, so genannte Newton-Ringe. Ersetzt man Luft durch eine Flüssigkeit, ändert sich der Brechungsindex und die Farbringe verschieben sich zu geringeren Spiegelabständen. Aus der Verschiebung kann man auf die Eigenschaften des Mediums schließen.

Beschichtet man Ober- und Unterseite des Käfigs mit Rezeptoren für ein Virus, docken die Erreger dort an und verändern die Ringmuster.



versucht das Forscherteam mit optischen Methoden zu messen. Dazu baut es eine Mikroschleuse mit zwei Spiegeln, einer davon gebogen, in dem sich farbige Ringe bilden. Diese verschieben sich, wenn sich der Brechungsindex ändert.

Das Verfahren eignet sich auch für Viren wie das H1N1-Virus, das mit der Schweine- und Vogelgrippe traurige Berühmtheit erlangt hat. Beschichtet man Ober- und Unterseite des Käfigs mit Rezeptoren für dieses Virus, docken die Erreger dort an und verändern ebenfalls die Ringmuster. Schon wenige Viren reichen für messbare Veränderungen aus. Das Gleiche gilt für Moleküle von Drogen oder Dopingmitteln. Oder man misst, wie Medikamente an bestimmte Zielmoleküle binden, um deren Wirkung besser einschätzen zu können.

Die Idee ist nicht neu. Es gibt bereits Maschinen mit Metallspiegeln, die aber 50.000 Euro und mehr kosten und nur größere Mengen einer Substanz nachweisen können, die Beschichtung mit Rezeptoren, die gezielt Moleküle aus der Flüssigkeit fischen, ist nicht vorgesehen. Der Charme der Tübinger und Reutlinger Gemeinschaftsentwicklung ist, dass sich damit Analytikmodule mit Tausenden, irgendwann vielleicht sogar Millionen Resonatoren zu einem Spottpreis herstellen lassen. Das Verfahren ist simpel wie genial: Mittels Lithographie stellt Ralf Kemkemers Labor feine Säulen aus Fotolack her. Durch Erhitzen schmelzen sie und bilden perfekte Tröpfchen, Tausende in Reih und Glied, jedes bildet einen Resonator.

Kombiniert man so ein Modul mit einer Kamera – eine Smartphone-Kamera genügt – und ordnet jedem Resonator einen Bildpunkt der Kamera zu, könnte man Videos aufnehmen, wie sich in jedem Resonator der Brechungsindex über die Zeit verändert. Oder man beschichtet jeden Resonator mit einem anderen Rezeptor und könnte so blitzschnell viele Substanzen gleichzeitig bestimmen. „Wir haben noch viele Ideen, die wir gemeinsam bis zu einem Demonstrator umsetzen wollen“, verrät Alfred Meixner. Nur durch den starken Überlapp aus Theorie in Tübingen und Anwendung in Reutlingen seien viele gemeinsame Projekte erst möglich, lobt der Professor für Physikalische Chemie. „Keiner von uns Dreien könnte so ein Projekt allein stemmen.“

BERND MÜLLER

TRACKING DOWN DOPING OFFENDERS

Physicists in Reutlingen and Tübingen are developing a revolutionary optical sensor. It is so sensitive that it can even recognize and measure single molecules and viruses.

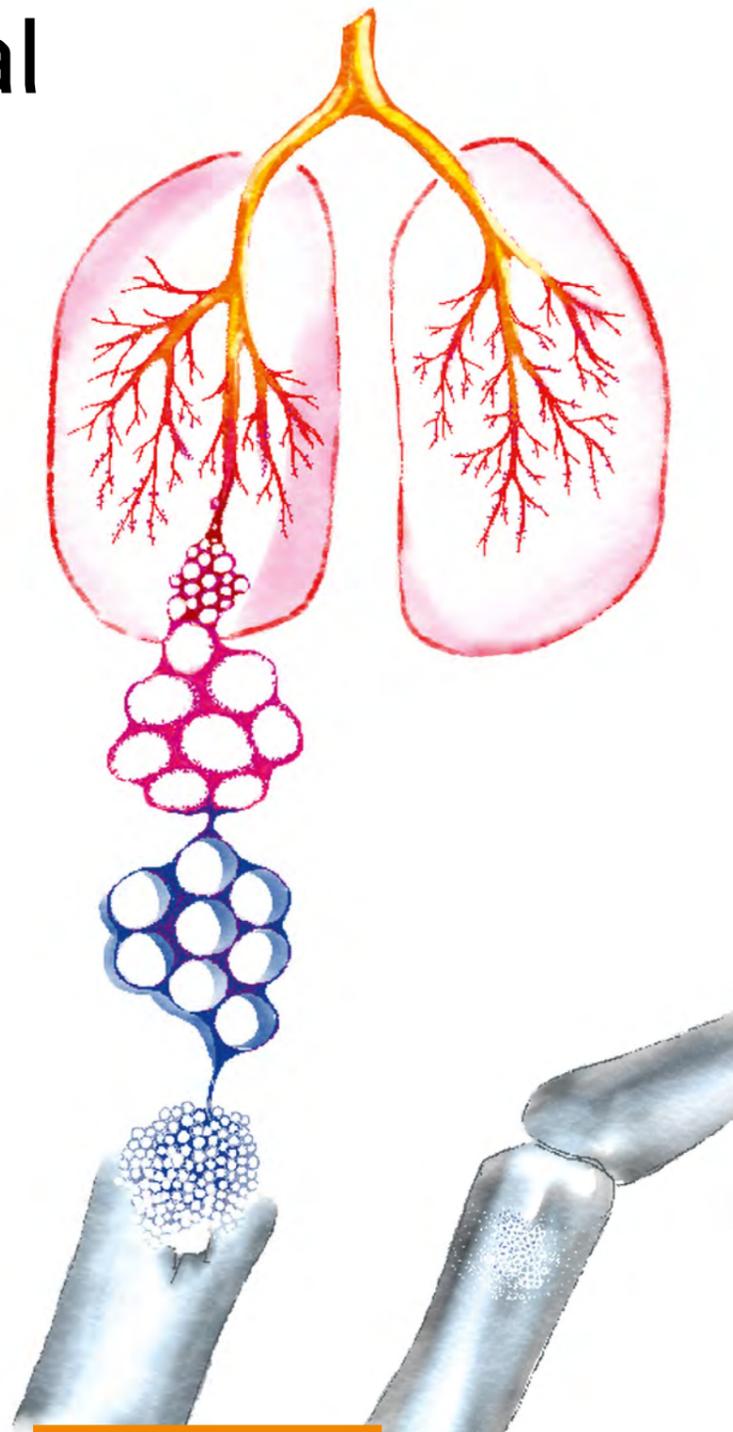
Viel Luft, wenig Material

Das Team von Rumen Krastev entwickelt **Hightech-Schäume** – und schaut dazu der Natur auf die Finger.

Anastasia Binder schüttet eine klare Flüssigkeit in eine Glasröhre, „eine Tensidlösung mit Wasser“, verrät die Studentin. Keine Sekunde später schwillt eine weiße Schaumsäule in die Höhe, die nach kurzer Zeit fest wird, dafür sorgt bläuliches Licht hinter der Säule. Binder untersucht in ihrer Master-Arbeit das Verhalten solcher Schäume, darunter die physikalischen Vorgänge an der Kontaktstelle der Bläschen, wo die trennende Haut nur wenige Nanometer dünn ist. Ihr Ziel: Die Bildung von Schäumen besser zu verstehen und die Größe der Bläschen gezielt zu beeinflussen.

„Bisher wurden Schäume empirisch entwickelt“, sagt Rumen Krastev. Soll heißen: durch Versuch und Irrtum. Doch Schäume sind in unserer modernen Welt zu wichtig, um sie auf gut Glück herzustellen. Sie dienen als Schallabsorber, als Leichtbauwerkstoff und nachts schlafen wir darauf. Krastev, Professor für biophysikalische Chemie an der Hochschule Reutlingen, möchte Schäume künftig gezielt designen. Besonders begehrt sind Metallschäume, die sich zum Beispiel für Leichtbauwerkstoffe in Gebäuden eignen, aber auch Schäume aus Kunststoff etwa für Wundauflagen.

Wie so oft ist Mutter Natur den Wissenschaftlern weit voraus. Inspiration holt sich Krastev nämlich von Lungenbläschen, die sich ganz ähnlich verhalten wie Bläschen in Schäumen. Dieses Wissen nutzt das Team, um die Bildung der Bläschen im Labor zu kontrollieren und so Schäume mit besseren Eigenschaften herzustellen. In einem aktuellen Forschungsprojekt beschäftigt sich die Arbeitsgruppe gemeinsam mit der Hochschule Pforzheim und dem KIT in Karlsruhe mit neuartigen Metallschäumen. Welche erstaunlichen Eigenschaften so ein Material hat, zeigt Krastev



„Wir wollen Polymer- und Metallschäume kubikmeterweise und sehr billig produzieren.“

an einem kleinen Klotz auf seinem Schreibtisch. Der besteht aus einem feinen, scheinbar chaotischen Metallgitter und ganz viel Luft dazwischen. Der Klotz ist verblüffend leicht, lässt sich aber selbst mit viel Kraft nicht zusammendrücken – ein begehrtes Material etwa in der Automobilindustrie.

Das Reutlinger Team hat dafür ein mehrstufiges Produktionsverfahren entwickelt. Zunächst stellt Anastasia Binder im Labor einen festen Polymerschäum mit definierter Bläschengröße her. Die Lücken werden mit Keramik gefüllt und gesintert, danach das Polymer durch Erhitzen entfernt. In dieses Negativ wird flüssiges Aluminium gegossen, das alle Lücken füllt, die vorher das Polymer innehatte. Ätzt man die Keramik heraus, bleibt das feine Aluminiumgerüst übrig. Für Wundauflagen kann man sich die Folgeschritte sparen, man verwendet direkt das Polymer. Aber auch da ist die Kontrolle der Bläschengröße wichtig, denn diese entscheidet, wie gut das Material Blut und Sekrete aufnimmt.

Solche Schäume könnte man auch in 3D-Druck fertigen, allerdings nur in homöopathischen Mengen, mit viel Zeit und zu hohen Kosten. Für Rumen Krastev ist das keine Option: „Wir wollen Polymer- und Metallschäume kubikmeterweise und sehr billig produzieren.“

BERND MÜLLER

LIGHT BUT STRONG

Professor Rumen Krastev and his research partners in Pforzheim and Karlsruhe are designing polymer and metal foams with new properties, ideal for lightweight vehicles and for use in medicine. The new materials follow principles from nature – in some ways they are like the tiny alveolus “bubbles” in our lungs.



www.fairnetzgmbh.de

 FairNetz

Folie mit Bakterienbremse

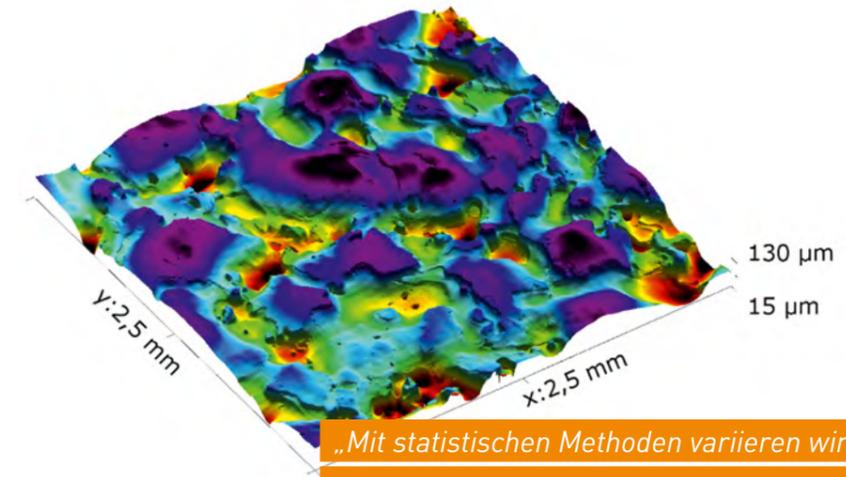
Kunststoff-Chips mit den Eigenschaften einer Hai-Haut oder eines Lotosblatts: Professor Günter Lorenz und sein Mitarbeiter Markus Schneider möchten nanostrukturierte Oberflächen designen, die Bakterien gezielt anziehen oder abstoßen.

Eine der verblüffendsten Errungenschaften der Evolution ist der Lotos-Effekt. Auf den Blättern der Wasserpflanze haftet nichts – kein Staub, kein Ruß, auch Wasser kugelt sich zu Tropfen und perlt ab. Dafür sorgen nanometerkleine Strukturen auf den Blättern, die das Anhaften von Partikeln verhindern. Oberflächen mit ähnlichen verblüffenden Eigenschaften findet man überall in der Natur. Zum Beispiel bei der Rose: Auch dort bilden Wassertropfen perfekte Kugeln, im Gegensatz zu den Lotos-Blättern bleiben sie bei der Rose aber haften. Oder beim Hai: Winzige Zähnchen auf der Haut des Hais senken den Reibungswiderstand und lassen den Meeresräuber bei der Jagd schneller durchs Wasser schießen als seine Beute. Auch Bakterien haben es schwer, sich an der Haut des Hais festzusetzen.

Schon länger versuchen Wissenschaftler und Ingenieure in ihren Labors, solche Eigenschaften zu imitieren und technisch nutzbar zu machen. Die Erfolge sind überschaubar, auch wenn

Toilettenschüsseln, an denen nichts haften bleibt, zweifellos ein Fortschritt sind. Grundlegender mit dem gezielten Design von Oberflächeneigenschaften, besonders von Kunststoffen, beschäftigt sich Günter Lorenz zusammen mit Doktorand Markus Schneider. In einem neuen Projekt möchte der Professor für organische Chemie mit Partnern vom KIT in Karlsruhe und NMI in Reutlingen Kunststofffilme herstellen, auf denen sich Bakterien gerne ansiedeln – oder auch nicht. Die erste Eigenschaft ist interessant für Bioreaktoren, wo möglichst viele Bakterien die gewünschten Chemikalien produzieren sollen. Die zweite Eigenschaft ist für eine effiziente Sterilisation medizinischer Apparaturen interessant, die vor dem Sterilisationsprozess schon möglichst keimfrei sein sollten.

Welche Oberflächenstruktur welche Bakterien anzieht oder abweist, ist Gegenstand der Grundlagenforschung in Lorenz' Labor. „Das wurde bisher noch nicht systematisch untersucht,



„Mit statistischen Methoden variieren wir Parameter wie Abstände, Höhe und Steilheit dieser Strukturen und anschließend schauen wir, auf welchen Feldern des Topo-Chips sich Bakterien niederlassen oder wo sie abgestoßen werden.“

weil es technisch gar nicht möglich war“, so Lorenz, „aber jetzt haben wir die Mittel dazu.“ Eines steht im Labor der Fakultät Angewandte Chemie: Der „Nanoscribe“, ein 3D-Drucker, der am Karlsruher KIT entwickelt wurde und winzige dreidimensionale Strukturen unter 500 Nanometer erzeugen kann. Das Team arbeitet an einem mehrstufigen Verfahren, um mit diesem Gerät strukturierte Oberflächen zu erzeugen, die als Negativ für den Spritzguss dienen. Auf einem Kunststoffchip lassen sich so mit wenig Aufwand Felder mit allen nur erdenklichen Säulen, Pyramiden, Waben, Vertiefungen in unterschiedlichen Größen fertigen.

„Mit statistischen Methoden variieren wir Parameter wie Abstände, Höhe und Steilheit von bekannten und ganz neuen Strukturen“, sagt Lorenz, „und anschließend schauen wir, auf welchen Feldern des Topo-Chips sich Bakterien niederlassen oder wo sie abgestoßen werden und ob sich dahinter eine Systematik verbirgt.“ Erste Untersuchungen deuten darauf hin, dass inverse Oberflächenstrukturen gegensätzliche Eigenschaften haben. Die geriffelte Haut eines Hais stößt Bakterien ab. Prägt

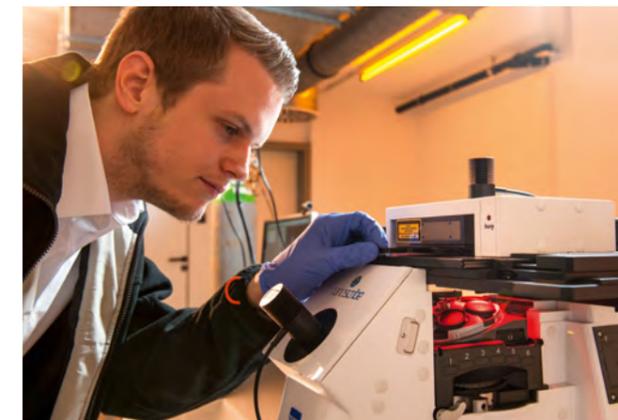
man mit dieser Struktur Vertiefungen in einen Kunststoff, erzeugt also ein Negativ, siedeln sich Bakterien dort besonders gerne an.

Leistungsfähigere Bioreaktoren, steriles Operationsbesteck – solche Anwendungen sind damit greifbar nah. Günter Lorenz kann sich auch Strukturen vorstellen, wo in den Vertiefungen ein Gleitmittel liegt, das die Reibung mit einer anderen Oberfläche verringert. Der ultimative Coup wäre eine Stretchfolie mit einer strukturierten Oberfläche. „Die könnte man dehnen oder stauchen und so im Handumdrehen einstellen, ob sich Bakterien darauf ansiedeln sollen oder nicht“, erläutert Lorenz.

BERND MÜLLER

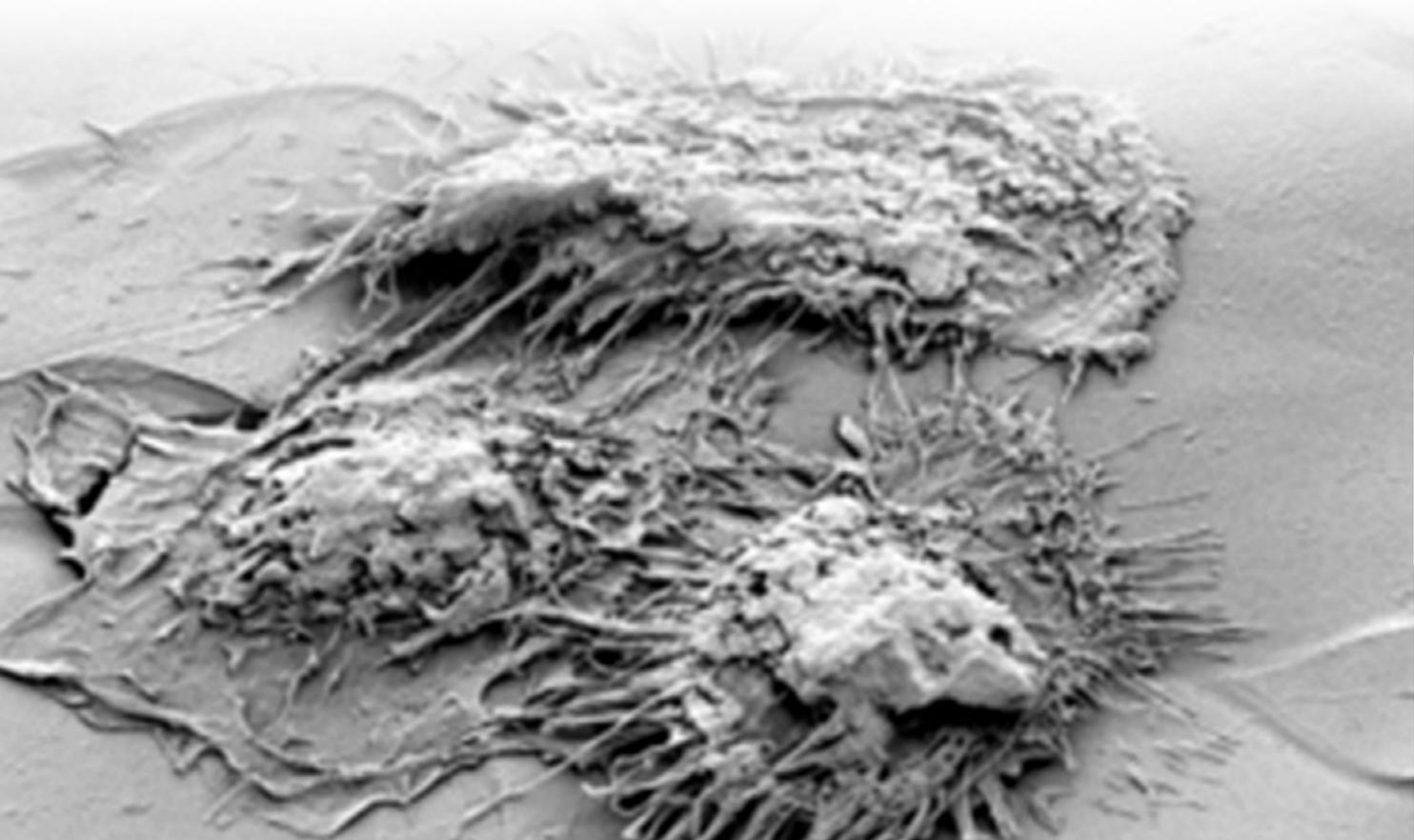
SURFACES TO BOOST OR BRAKE BACTERIA

Professor Günter Lorenz is designing nanostructured surfaces which deliberately encourage colonization by bacteria or make life uncomfortable for them. To this end, he has developed a process which can be used to produce these surfaces cheaply via injection moulding.



So wird der Topo-Chip hergestellt

Ein Nano-3D-Drucker erzeugt das Negativ. Davon wird mit Silikon ein Abdruck genommen, aus dem in einem weiteren Abformungsprozess ein erneutes Negativ entsteht. Dieses dient als Form für den Spritzgussprozess, bei dem ein Kunststoff-Chip mit strukturierter Oberfläche kostengünstig in Massenfertigung hergestellt wird.



Forscher von morgen

Professor Ralf Kemkemer und Kiriaki Athanasopulu bringen **Studierenden** das Forschen bei.

„In der Forschung ist es wie beim Kochen: Wer eine Zwiebel schneiden kann, ist noch längst kein guter Koch, wer die Methoden kennt, noch längst kein Wissenschaftler.“ Ralf Kemkemer weiß, worauf es ankommt: „Gute Forschung beginnt mit Kreativität und Ideen.“ Das lernen seine Studierenden der Biomedizinischen Wissenschaften und die der Medizinisch-Technischen Informatik bei Professor Christian Thies unter Anleitung von Kiriaki Athanasopulu im Labor Projektorientiertes Lernen. In 9 Wochen durchleben sie den kompletten Ablauf eines Forschungsprojektes: Wie aus der Idee im Kopf eine wissenschaftliche Fragestellung wird, wie wissenschaftliche Methoden helfen, sie zu lösen, wie man mit Fehlschlägen umgeht, einen Antrag stellt und ein Forschungsprojekt managt. Zu Beginn der Mikroforschungsprojekte gibt es einen Kreativitätsworkshop.

LILITH LANGEHEINE

↓

Weiterführende Informationen:
www.reutlingen-university.de/research2019/kemkemer

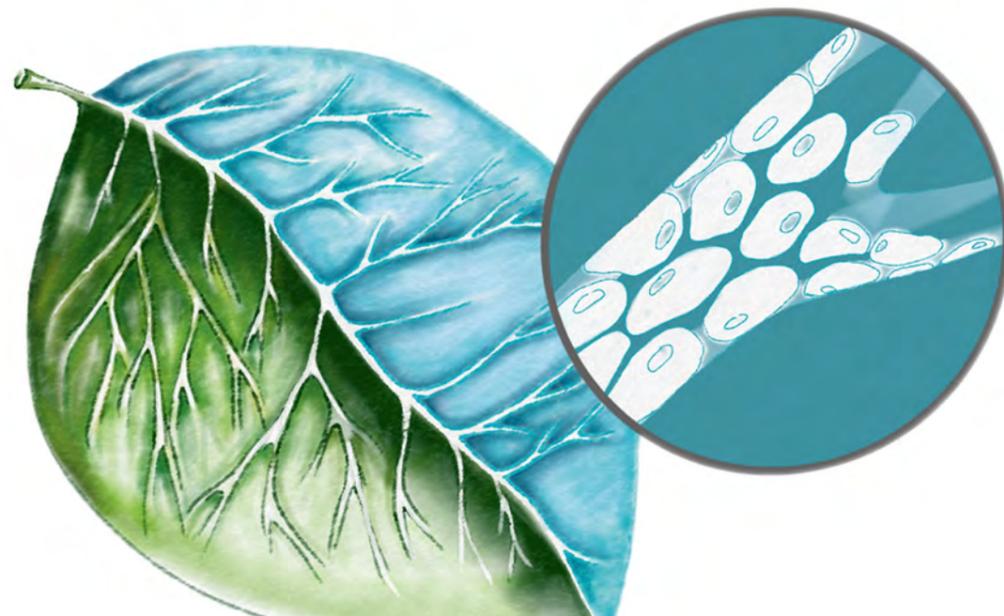
RESEARCHERS OF TOMORROW

At the "project-oriented learning" lab, Biomedical Science and Medical Technology Informatics students learn the processes of research. There is little "required" work – instead, the students are free to turn their own ideas into reality. Creativity, patience and determination is what it takes.

Eine Leber aus Spinat

Was wahrlich verrückt klingt, ist in Wahrheit gar nicht so abwegig. Blattstrukturen ähneln denen menschlicher Organe, das Netz aus kleinen Äderchen gleicht dem Netz von Kapillaren. Cornelia Kreim und ihr Team haben untersucht, ob es möglich ist, ein Spinatblatt von allen pflanzlichen Zellen zu befreien und das verbleibende Zellulosegerüst mit menschlichen Zellen neu zu besiedeln. Dann könnte so eine Blattstruktur irgendwann die Basis für ein künstliches Organ sein – ein Organ aus Naturstoff, das der Körper nicht abstößt und das immer verfügbar ist. Den Versuchsaufbau haben sich die Studierenden selbst ausgedacht: Das Blatt wurde in einer Tensidlösung dezellularisiert und gebleicht, dann in einem Bioreaktor Marke Eigenbau mit Zellen besiedelt: „Das Tolle an dieser Laborarbeit war, dass wir kaum Vorgaben hatten und zum ersten Mal wirklich unsere eigenen Ideen umsetzen konnten.“

Projektteam:
 M. Fandrich,
 J. Hörchner,
 C. Kreim,
 J. Wegner



Für ein besseres Zellengefühl

In der medizinischen Diagnostik passiert viel in vitro, Zellen werden in der Petrischale gezüchtet, zum Beispiel um krankes von gesundem Gewebe zu unterscheiden. Interessant dabei: Die Zellen „spüren“ ihre Umgebung und verhalten sich entsprechend. Sie wandeln mechanische Kräfte in biochemische Signale um, wachsen zum Beispiel in einer Glasschale anders als in einer weichen Umgebung. Können Zellen besser in einer Umgebung gezüchtet werden, die der im menschlichen Körper ähnlicher ist? Das Team um Mayar Abdo hat untersucht, ob ein weicher Kunststoff so mit einem Hydrogel beschichtet werden kann, dass Zellen darauf wachsen. „Das war manchmal ganz schön frustrierend“, gibt Abdo zu. „Die ersten Versuche haben alle nicht geklappt und wir mussten uns jedes Mal etwas Neues überlegen.“ Eine wichtige Lektion für einen angehenden Forscher.

Projektteam: M. Abdo, D. Eliacic, M. Schellhammer, A. Al-Rawhani, M. Drechsel



Feinstaub auf unserer Haut

Wir wissen: Abgaspartikel kommen über die Lunge in unseren Blutkreislauf und können unseren Körper schädigen. Doch wie reagiert unsere Haut auf Feinstaub? Eine Gruppe von Studierenden hat Autoabgase gefiltert und die verbleibenden blutgängigen Partikel mit selbst gezüchteten Hautzellen zusammengebracht. Nach 24 Stunden und nach 8 Tagen dann der Viabilitätstest: Wie lebensfähig sind die Zellen noch? Wie toxisch sind die Partikel für unsere Haut? Das Ergebnis: Die Lebensfähigkeit der Hautzellen ist deutlich eingeschränkt. Das allein lässt natürlich noch keine Rückschlüsse auf die Reaktionen in unserem Körper zu und so ein einmaliger Test ist kein wissenschaftlich signifikantes Ergebnis. Doch der Weg dahin, die Ideenfindung, die „Antragstellung“ bei den Laborleitern, der Versuchsaufbau, die Lösung von unvorhersehbaren Fragen – all das hat dem Team gezeigt, wie auch ein „echtes Forschungsprojekt“ funktioniert. Laborleiterin Kiriaki Athanasopulu ist begeistert: „Wir bereiten die Studierenden auf die projektorientierte Arbeit vor, die sie nach ihrem Studium erwartet. Es kommt weniger auf die Noten in der Vorlesung an als auf Kreativität, Frustrationstoleranz und Hartnäckigkeit. Viele blühen dabei richtig auf!“

Projektteam: M. Sachse,
 V. Kieber, M. Müller,
 R. Rauleder, R. Koch



Biotinte selbst gemacht

Ist es möglich, Zellen in einer dreidimensionalen Umgebung zu züchten – statt auf dem flachen Untergrund einer Petrischale – um die Bedingungen im Körper besser abzubilden? Diese Frage stellte sich das Team um Claudio Sena Graf. Anwendung einer solchen Zellkultur könnte zum Beispiel der Aufbau einer künstlichen Leber zur Untersuchung von Medikamenteneinflüssen sein. Die größte Herausforderung in diesem Projekt war die Herstellung von Kugeln aus einer Mischung aus Gelatine, Gelatineersatz Alginate, Zellkulturmedium und Leberzellen. Eine Art Biotinte also. Die Studierenden entwarfen dazu einen Spritzpumpenaufbau – durch das Fallen aus einer Spritze in gewisser Höhe formte sich das Gemisch automatisch zu Kugeln. Doch wie groß muss der Anteil der einzelnen Bestandteile sein? Auf welcher Höhe muss die Spritze angebracht sein, damit nicht zu viel Druck entsteht, der die Zellen zerstört? Wie gelingt es, dass in jeder Kugel ausreichend Zellen sind? Die Studierenden konnten diese Fragen nur lösen, indem sie all das Wissen aus ihren Vorlesungen, all die Methoden, die sie theoretisch kannten, bündelten, und auf ein konkretes Problem anwandten. „Ich habe zum ersten Mal gemerkt, wie viel ich eigentlich weiß“, zeigt sich Sena Graf freudig überrascht.

Projektteam: M. Koch, S. Reisch, M. Scherrenbacher,
 C. Sena Graf, S. Bayrak

Ein Zuhause für die Weinbergsschnecke

Monica Hennig will **Grundschüler für Technik begeistern**.

Eine Kiste gefüllt mit TetraPack, Holzstäbchen, Pappe, dazu vielleicht ein Kartoffelnetz oder eine Gemüseschale von zu Hause. Die Aufgabe: Baue daraus ein Schneckenhaus, in dem die Schnecke zwei Wochen überleben kann. Es muss gewisse Kriterien erfüllen, muss zum Beispiel Luft durchlässig sein, einen Eingang haben und einen wasserdichten Boden, alles andere sollen sich die Schüler selbst überlegen. Keine leichte Aufgabe für einen Drittklässler. Und doch ein ganz besonderes Projekt.

Monika Hennig möchte mit Ihrem Forschungsprojekt StartLearnING geschlechterunabhängig das Interesse am Konstruieren wecken, die Freude am Bauen und Entwerfen. „Wenn man Mädchen im Grundschulalter dafür begeistern will, muss man einfach ein Thema nehmen, das sie emotional anspricht, etwas mit Tieren zum Beispiel“, erklärt die Ingenieurin mit einem Schmunzeln. Dreieinhalb Jahre hat sie schon als Sonderlehrkraft an einer Schule gearbeitet, weiß also gut, mit welchen Themen die Kinder sich beschäftigen und wie sie lernen. „Die Kinder sollen lernen problemorientiert zu arbeiten.“ Für die Lehrkräfte ist das eine große Herausforderung: Sie müssen die Kinder Fehler machen lassen. Sie müssen sie ihre Ideen selbstständig umsetzen lassen und nur eingreifen, wenn es gar nicht anders geht. Viele Lehrkräfte trauen sich, so Hennig, diese Projektarbeit nicht zu, weil sie selbst wenig Technik-Erfahrung

haben und es keine vorgefertigte Lösung gibt. Während der Unterrichtseinheiten stehen ihnen deshalb Lehramts- und Mechatronikstudierende als Tutoren zur Seite.

StartLearnING wird von der Vector Stiftung gefördert und gemeinsam mit der PH Weingarten durchgeführt. Insgesamt soll es drei „Erfinderkisten“ geben, unter anderem für Sechstklässler, die einen Armbeuger nachbauen. Die Kinder bekommen eine solche Kiste mit Material und sollen dann „einfach mal loslegen“. „Das ist am Anfang ziemlich chaotisch, aber man bekommt die Kinder schnell wieder eingefangen“, berichtet Monica Hennig. Jedes Schneckenhaus, das die Kinder der Tübinger Pilotklasse gebaut haben, wurde geprüft und – wenn es alle grundlegenden Kriterien erfüllte – freigegeben. Dann bekamen die kleinen Baumeister eine Schnecke und durften ihr Haus eine Woche lang testen.

Bei der Evaluation der Projektphasen helfen qualitative und quantitative Umfragen. Haben die Kinder danach mehr Interesse an Technik? Können Sie ihr methodisches Vorgehen rekonstruieren? Auch die Diskussionen unter den Kindern werden aufgenommen und ausgewertet, um daraus Rückschlüsse zu ziehen, wie sie arbeiten. Anders als Sabine Högsdal (siehe Seite 29) geht es Hennig dabei nicht um die Arbeit im Team. Wichtig sei vor allem, dass die Kinder ihre eigene Lösung für das Problem finden, ohne dass sie Kompromisse eingehen müssen. Dennoch gibt es viele Parallelen, und die Tübinger Grundschüler können sich freuen: „Die Idee für ein gemeinsames Forschungsprojekt gibt es bereits“.

LILITH LANGEHEINE

RESEARCH IN A SNAIL SHELL

In her “StartLearnInG” research project, Monica Hennig is working with the Weingarten teachers’ college to get primary school pupils interested in technology. In a pilot project, pupils in a Tübingen class built a house for a snail in which a snail could survive for two weeks. They used basic materials: a box of TetraPacks, cardboard and paper, maybe an old net bag used for potatoes. And above all, a lot of their own ideas.

Kreative Kinderköpfe

Sabine Högsdal untersucht **Design Thinking Prozesse im Grundschulunterricht**.

Kreativität wird in der Regel Künstlern zugeschrieben, Schriftstellern oder Musikern, nicht so sehr den Ingenieuren. Doch Unternehmen wie Bosch oder Daimler haben längst erkannt, dass die Prozesse, mit denen Designer arbeiten, auch in anderen Bereichen Früchte tragen. Sie schulen ihre Mitarbeiter in „Design Thinking“, wollen damit den Blick der Entwickler auf die Bedürfnisse der Kunden lenken, kreative Ideen aus ihnen „herauskitzeln“ und den Weg öffnen für unvorhersehbare Innovationen. Wäre das nicht auch etwas für Schulen?

„Kinder sind von Natur aus neugierig und kreativ. Doch das verlieren sie im Laufe ihrer Schulzeit, da der Fokus dort meist auf dem Erreichen vorabdefinierter Lösungen liegt“, so die Kommunikationsdesignerin Sabine Högsdal. Die sogenannten Kompetenzen des 21. Jahrhunderts – Kreativität, Problemlösefähigkeit und kollaborative Arbeitsweisen – müssten, so Högsdal, schon früh gezielt gefördert werden. Ob Design Thinking hier helfen kann, ist Teil der Fragestellung.

Einen Pilotunterricht gab es bereits: Schülerinnen und Schüler der 3. Klasse einer Tübinger Grundschule durften den „idealen Leseort“ bauen. Dabei sollten sie nach den Regeln des Design Thinking vorgehen: Erst verstehen, beobachten und sich einfülen in die Bedürfnisse späterer „Nutzer“, zum Beispiel durch Gespräche mit anderen Kindern. Dann erst kreativ sein: Ideen sammeln, Modelle bauen und präsentieren. Wichtig dabei: Die Kinder arbeiteten in Teams, ganz ohne Vorgaben. Weder bestimmte die Lehrperson, welches Material sie verwenden sollten, noch wie das Ergebnis aussehen muss. Neu war für die Kinder auch, dass sie Fehler machen durften. Diese zu lösen war dann die gemeinsame Aufgabe.

Im Rahmen ihrer Arbeit an der Schnittstelle zwischen Design und Pädagogik möchte Högsdal auch Schulungsmodule für Lehrerinnen und Lehrer entwerfen: „Es ist wichtig, die Lehrpersonen für neue Unterrichtskonzepte zu gewinnen. Sie müssen darauf vertrauen, sie selbst anwenden zu können – erst dann kommen sie den Kindern zu Gute.“ Erste Umfragen und Workshops haben gezeigt, dass das Interesse an Design Thinking groß ist.

Und die Kinder? Die Tübinger Grundschüler meisterten die Aufgaben erstaunlich selbstständig, waren begeistert und ausgesprochen lange und konzentriert bei der Sache. Alles Fähigkeiten, die die Innovatoren von morgen benötigen!

LILITH LANGEHEINE



CREATIVE KIDS

Sabine Högsdal wants to find out whether design thinking can be applied in primary schools to promote children’s natural curiosity and inventive spirit.



Einer muss sich kümmern

Professor Clemens van Dinther möchte Menschen zum **umweltfreundlichen Pendeln** animieren. Doch das ist leichter gesagt als getan.

Es ist ein bekanntes Problem in der Meinungsforschung: In Umfragen sind wir alle Musterknaben, wenn es ans reale Handeln geht, sind die guten Vorsätze schnell vergessen. Dies bestätigt sich auch im Forschungsprojekt „Anreize zum klimafreundlichen Pendeln“ von Clemens van Dinther, das von der EU gefördert wird. Der Professor für Wirtschaftsinformatik an der ESB Business School hat im Gemeinschaftsprojekt mit der Hoahrheinkommission, dem Regierungspräsidium Freiburg, der Hochschule der Nordwestschweiz, der Hochschule Offenburg und dem Technologiekonzern ABB in der Schweiz untersucht, wie man die ABB-Mitarbeiter dazu bringt, Fahrgemeinschaften zu bilden und so CO₂ einzusparen. In einer Umfrage gaben die Mitarbeiter ihre Präferenz an: reservierte Parkplätze nahe dem Firmengelände, am besten noch kostenlos. Gesagt, getan: In Baden und in Turgi richteten die Projektpartner solche Parkplätze ein, ABB stellte sogar fünf Elektroautos vom Typ BMW i3 zur Verfügung. Van Dinther: „Zu unserer Überraschung war der Erfolg gleich null, trotz des positiven Umfrageergebnisses.“

Im weiteren Verlauf des Projekts fand van Dintners Team doch noch den richtigen Hebel: Gezielt Personen ansprechen, die eine Fahrgemeinschaft bilden könnten, und diese an einen runden Tisch bringen. „Viele waren an einer Fahrgemeinschaft interessiert, wollten aber einen Kümmerer haben, der den Kontakt anbaut“, so van Dinther. Insgesamt 14 Fahrgemeinschaften gibt es heute an den beiden ABB-Standorten, wobei nicht alle neu sind. „Eine gute Quote, aber es wären noch mehr möglich gewesen.“

Eine weitere Erkenntnis aus dem Projekt: Fahrgemeinschaften und E-Mobilität allein können den CO₂-Fußabdruck beim Pendeln nicht nennenswert senken, öffentlicher Nahverkehr und das Fahrrad müssen einen Beitrag leisten. Auch dazu haben sich die Wissenschaftler Anreize ausgedacht. Wobei in diesem Projekt erschwerend hinzu kommt, dass zahlreiche Mitarbeiter in Deutschland wohnen und über die Grenze in die Schweiz pendeln. Das führt zu überraschenden Hürden: Wer mit seinem Elektroauto in die Schweiz fährt, kann es dort nicht aufladen, denn bei

den Eidgenossen wird die Energie über den Mobilfunkvertrag abgerechnet und nicht mit einer Karte wie in Deutschland. Und die Idee, für Fahrgemeinschaften die fünf BMW i3 bereitzustellen, wurde schnell wieder verworfen, weil dies steuerrechtlich ein geldwerter und damit zu versteuernder Vorteil ist. „Das wäre mit schweizerischem und deutschem Steuersystem sowie Zollfragen aufgrund des grenzüberschreitenden Verkehrs zu kompliziert geworden“, so van Dinther.

Das Forschungsprojekt, das 2016 begann und 2018 endete, zeigt: Klimafreundliches Pendeln zu fördern ist gar nicht so einfach und von vielen Faktoren abhängig. Außerdem belegt die Umfrage, dass die größten Hürden für klimafreundliches Pendeln die Faktoren Zeit und Flexibilität sind. Wer eine Fahrgemeinschaft bildet, möchte dafür nicht länger unterwegs sein als mit dem eigenen Auto. Und wer Feierabend hat, möchte nach Hause fahren und nicht auf andere warten. Die Faktoren Zeit und Flexibilität überwiegen sogar den Vorteil der deutlich niedrigeren Fahrkosten einer Fahrgemeinschaft.

BERND MÜLLER

SOMEBODY MUST TAKE THE TIME

Environmentally-friendly commuting requires incentives. Professor Clemens van Dinther went to find out just which ones work in a pilot project with ABB in Switzerland. The most important finding: you need someone to attend to it – for instance, to bring those interested in carpooling together.



Weiterführende Informationen:
www.reutlingen-university.de/research2019/vandinther



Kommunal digital

Balingen arbeitet an einer **Digitalisierungsstrategie** – mit Hilfe des **Reutlinger Energiezentrums**.

Was bedeutet die Digitalisierung für kleine Städte und ländliche Gemeinden? Das fragt sich auch die Landesregierung von Baden-Württemberg und deshalb fördert sie mit dem Projekt „Digitale-Zukunftskommune@bw“ digitale Modellvorhaben. Zum Beispiel in Balingen. Die 34.000 Einwohner Stadt plant für 2023 eine Landesgartenschau, die als Anker für die Digitalisierungsstrategie der kommenden Jahre dienen soll. Wie diese Strategie aussehen soll und welche konkreten Maßnahmen man angehen möchte, haben Politik, Verwaltung und Bürger in gemeinsamen Veranstaltungen diskutiert. Mit am Tisch: Professorin Sabine Löbbe und André Hackbarth vom Reutlinger Energiezentrum.

Zur Gartenschau sollen Besucher elektrisch fahren, vielleicht sogar in autonomen Fahrzeugen.

Balingen und das REZ kennen sich bereits: Die Stadt ist Teil des Virtuellen Kraftwerks Neckar-Alb. Für die Digitalisierungsstrategie hat sich Löbbes Team vor allem mit dem Thema Mobilität beschäftigt, das heißt mit dem Aufbau einer Ladeinfrastruktur für Elektroautos sowie neuen und digitalen Nahverkehrskonzepten. Zur Gartenschau sollen Besucher nämlich elektrisch fahren, vielleicht sogar in autonomen Fahrzeugen. Ein weiterer Schwerpunkt der Beratung ist die Idee eines Bürgerkraftwerks, in dem Balingener Bürger selbst erzeugten Strom untereinander tauschen und handeln. Zu beiden Themen hat Löbbes Team Vorschläge gemacht. „In einem Folgeprojekt würden wir diese Ideen gerne umsetzen“, sagt Sabine Löbbe, „denn die Stadt möchte die Digitalisierung über die Gartenschau hinaus nachhaltig verankern.“

BERND MÜLLER

LOCAL SERVICES GO DIGITAL

Professor Sabine Löbbe of the Reutlingen Energy Centre has been providing expertise for the city of Balingen in its digitisation strategy. The focus is on electromobility and its link to a public power plant.

Umweltfootprint unterschiedlicher Fahrzeugantriebe

*Diesel oder Elektroauto oder...? Professor Gerhard Gruhler und Samuel Kern haben die **Emissionen von Fahrzeugtypen** bestimmt.*

Müssen wir Diesel-Abgase reduzieren? Ja, sagt die Deutsche Umwelthilfe, alles halb so schlimm, sagen die Automobilhersteller. Was stimmt, und wie schlägt sich der Diesel gegen andere Antriebskonzepte wie Benziner, Hybride und Elektroautos? „Es gibt viel Meinungsmache und jeder sucht sich die Fakten, die zu seiner Meinung passen“, beklagt Gerhard Gruhler. Der Professor für Mechatronik und Vizepräsident für Forschung der Hochschule Reutlingen wollte es genauer wissen und hat in einer Projektarbeit die Umweltparameter verschiedener Antriebe untersuchen lassen. Die Arbeit zieht lokale Emissionen wie Feinstaub in Betracht, aber auch globale Emissionen wie vor allem das für den Klimawandel verantwortliche CO₂, das auch bei der Produktion von Elektroautos und bei der Stromerzeugung entsprechend dem aktuellen Strommix in Deutschland entsteht.

Die Ergebnisse der umfangreichen Studie sind komplex und eignen sich nicht für eine eindeutige Empfehlung für oder gegen den Diesel oder andere Antriebe. Das Wichtigste in Kürze: Auch Elektroautos fahren nicht emissionsfrei, denn bei ihrer Produktion und der Stromerzeugung entstehen ebenfalls klima- und umweltschädliche Stoffe. Ein Elektroauto startet mit einer deutlich höheren CO₂-Hypothek. Erst nach drei bis knapp fünf Jahren – bei einer jährlichen Fahrleistung von 15.000 Kilometern – dreht sich die CO₂-Bilanz ins Plus. Allerdings fahren E-Autos lokal sauberer, für Anwohner an Hauptverkehrsstraßen sind sie eine deutliche Entlastung von Feinstaub und NOx. Gerhard Gruhler: „Wir wollen keine Meinung machen, sondern Fakten recherchieren, um die Diskussion zu versachlichen.“

BERND MÜLLER

CO₂ FOOTPRINT OF CARS – RESEARCH, NOT OPINIONS

A student research project conducted under the professorship of Gerhard Gruhler investigated the emissions of vehicle engines. Electric cars do not produce emissions as they drive, but overall, they only save on CO₂ emissions after several years.

Wo hängt die Karotte?

*Mobilität muss nachhaltiger werden, da sind sich alle einig. Bloß wie? In einem offenen Wettstreit der Technologien, fordert Professor Stephan Seiter. Die **Politik** solle Rahmenbedingungen setzen, aber nicht in den freien Markt eingreifen.*

Dieselfahrverbote oder nicht, Elektroautos oder synthetische Kraftstoffe, City-Maut oder freie Fahrt für freie Bürger? Mobilität muss umweltschonender werden, da sind sich alle einig. Über den richtigen Weg dorthin wird allerdings heftig gestritten, die Frontlinien orientieren sich meist an politischen oder ökonomischen Interessenlagen. Und die Bürger? Sind verunsichert, werden gar zum Spielball. So sieht es jedenfalls Stephan Seiter. Der Professor an der ESB Business School und wissenschaftlicher Leiter des Reutlingen Research Institute erforscht die Sozioökonomie der Verkehrspolitik. Ihm geht es nicht darum, den einen richtigen Weg in der Verkehrspolitik zu finden – den es wahrscheinlich ohnehin nicht gibt. Vielmehr möchte der Wirtschaftswissenschaftler herausfinden, welche Anreize ein bestimmtes gewünschtes Verhalten bei Autofahrern und Fahrzeugherstellern hervorrufen.

Was geschieht, wenn der Staat eingreift, sieht man am Beispiel Stuttgart. Dort herrscht seit April 2019 ein Fahrverbot für Diesel-Pkw mit Euro 4 oder schlechter. Das trifft die Pendler mit niedrigem Einkommen besonders, denn die können sich kein neues Auto leisten. Der gute Wille der Politik, die Luft in Städten sauberer zu machen, hat damit direkte soziale Konsequenzen. Seiter ist Volkswirtschaftler und damit quasi per Definition ein Anhänger des freien Marktes – „auch wenn ich meine Studenten Auszüge aus Karl Marx lesen lasse“. Das Gegenteil von freiem Markt ist die Elektroautoprämie. Sie bevorzugt einseitig eine Technologie. Dabei ist nicht sicher, ob sich Elektroautos durchsetzen oder ob Fahrzeuge mit Brennstoffzellen nicht auch eine Option sind oder vielleicht sogar Verbrennungsmotoren mit aus regenerativen Energien erzeugten synthetischen Kraftstoffen. „Die Politik sollte die Karotte nicht nur in eine Richtung hängen, sondern viele Optionen ermöglichen“, empfiehlt Seiter.

Rahmenbedingungen setzen darf die Politik allerdings schon. Die wichtigste Voraussetzung für nachhaltige Mobilität laut Seiter:

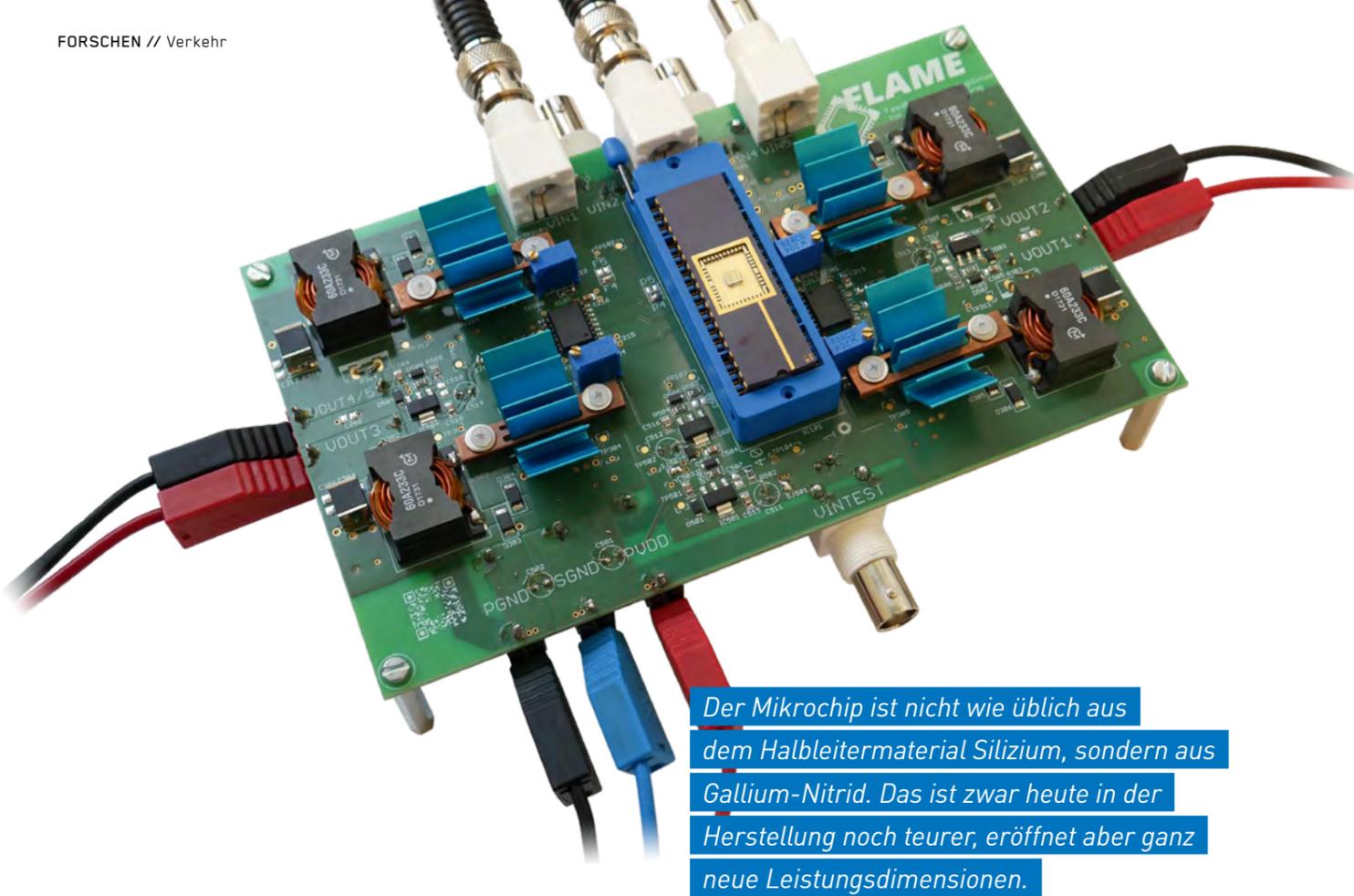
„Wir müssen die Umwelt als Gut betrachten, das einen Preis hat.“ Das könnte zum Beispiel ein Emissionsrechtehandel sein. Das Ziel – saubere Luft – ist dann unstrittig, den Weg dorthin regelt der Markt. Und die Politik könnte die Bürger an anderer Stelle entlasten. Ein weiterer Anreiz wäre der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs, der gerade weniger Betuchten zu Gute käme. Punktuelle Anreize bringen aber wenig, das hat Seiter zusammen mit Kollegen und Kolleginnen aus seiner Fakultät in einem früheren Projekt zur Materialeffizienz in der Industrie erkannt. Dort steigt die Effizienz nur, wenn man die gesamte Lieferkette betrachtet, und auch in der Verkehrspolitik muss man ganzheitlich denken. Auf eine völlig schmerzfreie nachhaltige Verkehrspolitik macht Stephan Seiter aber keine Hoffnung: „Ein Technologiewechsel ist immer mit Kosten verbunden.“

BERND MÜLLER

SEE THE BIG PICTURE

Professor Stephan Seiter is seeking incentives for sustainable mobility. As an economist, his advice to policymakers is: Don't rush to commit to any one technology – such as electric cars – rather, approach the problem on a broad perspective.





Der Mikrochip ist nicht wie üblich aus dem Halbleitermaterial Silizium, sondern aus Gallium-Nitrid. Das ist zwar heute in der Herstellung noch teurer, eröffnet aber ganz neue Leistungsdimensionen.

Saubereres Futter für Elektromotoren

Eine größere Leistungsbandbreite und mehr Flexibilität bei der Auslegung – das wünschen sich die Hersteller von Motoren für Industriemaschinen, E-Bikes und Elektroautos. Das Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik hat dazu jetzt die **passende Elektronik** entwickelt.

Gernot Schullerus steckt die Kabel behände in die vorgesehenen Buchsen, zwei Stecker in den Motor, der auf dem Prüfstand in einem Dauerversuch läuft, die anderen beiden Stecker ins Oszilloskop. Ein paar Justagen an den Knöpfen und dann zeigt der Bildschirm des Oszilloskops zwei Signale an: unten eine schöne Sinuskurve, „das ist der Strom, den der Motor bekommt“, sagt der Professor für Antriebstechnik an der Hochschule Reutlingen. Weniger schön sieht die Kurve darüber aus, die Spannung, die gar keine Kurve ist, sondern ein Rechtecksignal. Beim Zoomen ins Bild werden an den Flanken der Rechtecke Verzerrungen

sichtbar. Schullerus runzelt die Stirn: „Solche gepulsten Spannungen wollen wir eigentlich nicht haben, besser wäre ein Sinussignal wie beim Strom, das wäre für den Motor ideal.“

Doch die Methode, mit gepulsten Signalen die Spannung von Industriemotoren zu regeln, ist seit Jahrzehnten Stand der Technik und bisher ist keine Abhilfe in Sicht. Bis jetzt. Denn 15 Autominuten vom Hochschulcampus entfernt versuchen Professor Eckhard Hennig und Professor Ertuğrul Sönmez am Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik (rbz) genau das. Sie haben eine Elektronik

ersonnen, die Sinussignale liefert – für Strom und für Spannung. Gebaut haben diese Elektronik 15 Studierende des Master-Studiengangs Leistungs- und Mikroelektronik in einem Praxisprojekt, das ihr Studienplan im zweiten Semester vorsieht.

Das Ergebnis liegt in einer Pappschachtel im Labor des rbz: eine handtellergroße Platine mit einem Mikrochip in der Mitte. In diesem stecken viele Stunden Gehirnschmalz der Studierenden. Der Mikrochip ist nicht wie üblich aus dem Halbleitermaterial Silizium, sondern aus Gallium-Nitrid. Das ist zwar heute in der Herstellung noch teurer, eröffnet

aber ganz neue Leistungsdimensionen. Die Energieverluste sind gering und die Schaltfrequenzen können zwei Megahertz erreichen, heutige Silizium-Bauteile schaffen nur acht Kilohertz. Das ist der Grund, warum die Spannungskurve auf dem Oszilloskop von Gernot Schullerus so zerhackt ist. Mit dem neuen Chip fände die Filterung des Rechtecksignals in ein Sinussignal nicht mehr im Motor statt, sondern bereits im Chip.

Der eigentliche Clou des rbz-Chips: Er lässt sich beliebig parallel oder in Serie schalten. In Parallelschaltung vervielfacht sich die maximale Stromstärke, in Serienschaltung die Spannung – wie man Batterien parallel oder hintereinanderschaltet, wobei diese aber Gleichspannung erzeugen. Die Module erlauben es also, Motoren mit beliebiger Leistungsklasse anzusteuern und das mit sauberen Sinussignalen wie beim Strom aus der Steckdose. Das Konzept eignet sich damit für kleine Motoren wie in einem E-Bike über Maschinenantriebe in der Industrie bis zu Motoren in Elektroautos. Dutzende Module sitzen dann auf einer Platine und lassen sich flexibel zusammen- und umschalten. Das macht die Ansteuerung für die Motorenhersteller – und für die Motorenprüfstände in Gernot Schullerus' Labor – viel flexibler.

Und geeignet für Musikverstärker. Als die Studierenden das Ergebnis ihres Projektes

präsentierten, griff Hobbymusiker Eckhard Hennig zur E-Gitarre und demonstrierte, dass die Leistungselektronik auch Audiosignale verstärken kann. Ein Video auf Twitter dokumentiert das spontane Rockkonzert im rbz-Labor. Hennig lobt die Leistung der 15 Studierenden über den grünen Klee: „Für das, was die in einem Semester im Team geschafft haben, würden sie als Berufsanfänger in der Industrie mehr als zwei Jahre brauchen.“

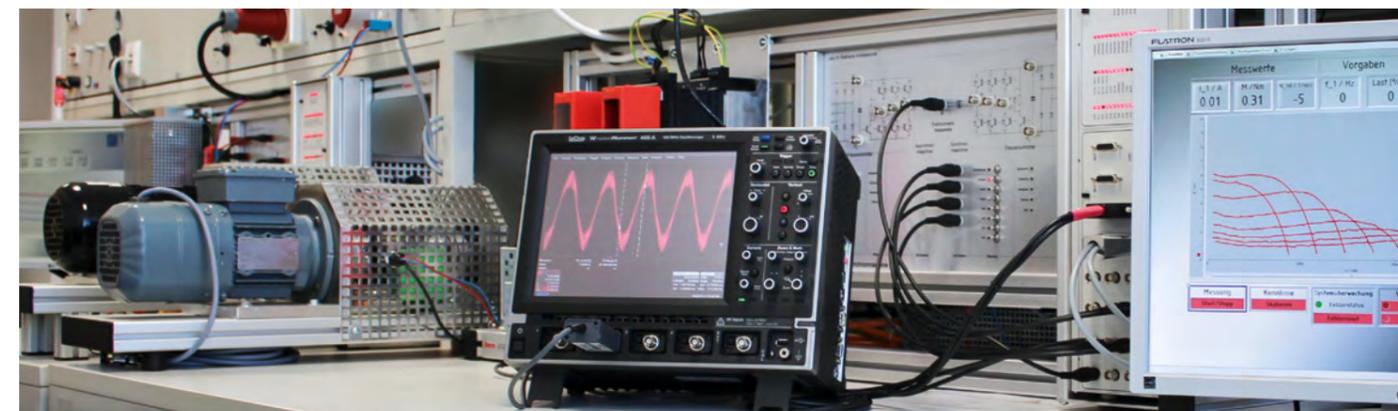
Serienreif sind der Chip und die garnierende Elektronik aber noch lange nicht. Das soll nun Sabrina Ulmer während ihrer Promotion vorantreiben. Interessante Fragen gibt es zuhauf. So wäre es zum Beispiel denkbar, dass die Module bidirektional arbeiten, also nicht nur mit Batteriestrom Motoren antreiben, sondern dass sie umgekehrt auch das Laden der Akkus steuern, entweder aus den Motoren, die bei einem Hybrid- oder Elektrofahrzeug als Generatoren wirken und Energie zurückspeisen, oder aus der Ladesäule beim Stromtanken. Und wenn die Batterien künftig als Energiepuffer für ein intelligentes Stromnetz dienen, würde die Elektronik beim Zurückspeisen der Energie in die Ladesäule Strom und Spannung passend regeln. „Die Leistungselektronik ist künftig nicht mehr separat, sondern jeder Akku bekommt seinen eigenen Spannungsregler“, schwärmt Ertuğrul Sönmez, „jede Akkuzelle entscheidet dann selbst, wie sie optimal

geladen oder entladen wird.“ Das habe auch Vorteile beim Temperaturmanagement, denn die Wärme, die die Mikrochips produzieren, wäre auf einen größeren Raum verteilt und leichter zu kühlen.

Das Konzept hätte in Elektroautos noch einen weiteren Vorteil: Höhere Resilienz beim Ausfall einzelner Akkuzellen. Fällt heute eine von Dutzenden Zellen einer Autobatterie aus, steht das ganze Fahrzeug still. Mit dem rbz-Modul würde man einfach das Modul mit der betroffenen Zelle abschalten und das Auto könnte mit etwas geringerer Leistung immer noch weiterfahren.

„Die Industrie hat an diesem Konzept großes Interesse“, sagt Gernot Schullerus. Er und Ertuğrul Sönmez leiten das Forschungsprojekt SkalModEl, das im Oktober 2018 gestartet ist und in dem Sabrina Ulmer ihre Promotion macht. Finanziert wird es vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Die Leistungselektronik soll bald auch einen Buggy antreiben, den Gernot Schullerus demnächst kaufen möchte und der als Technologieplattform für etliche Abschlussarbeiten von Studierenden dienen soll. „Die beiden Motoren sind schon da, jetzt warten wir auf die neue Leistungselektronik vom rbz.“

BERND MÜLLER



CLEAN FEED FOR ELECTROMOTORS

Students at the Robert Bosch Centre for Power Electronics have come up with a system of electronics which makes electric motors more efficient and gives manufacturers of e-bikes, industrial machines and electric cars more flexibility when it comes to design.

→ Hier geht's zum Video:
www.reutlingen-university.de/research2019/rbz
 @ProfSoenmez

Energiewende: Vom Anspruch zur Wirklichkeit

*Was hat ein Blockheizkraftwerk mit der Strombörse zu tun? Oder Windräder mit Elektroautos? Bisher wenig, künftig aber umso mehr, sagt Professor Bernd Thomas vom Reutlinger Energiezentrum. Er hat einen **Steuerungsalgorithmus** entwickelt, der die Welten von Strom und Wärme vereint.*

Deutschland deckt 40 Prozent seines Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen wie Sonne und Wind. Ein beachtlicher Erfolg – oder? „Moment“, sagt Bernd Thomas und zückt den Bleistift. In Sekundenschnelle skizziert der Professor für Thermodynamik an der Hochschule Reutlingen die wesentlichen Kennzahlen des deutschen Energiesystems aufs Papier. Die 40 Prozent Erneuerbaren beziehen sich nur auf die Stromerzeugung, die aber nur ein Viertel des gesamten deutschen Energieverbrauchs ausmache. Ein weiteres Viertel entfällt auf den Verkehr mit einer Erneuerbaren-Quote unter fünf Prozent. Und der große Rest auf die Wärmeerzeugung, also vor allem fürs Heizen. Quote: Zwölf Prozent, stagnierend. Thomas zieht einen Strich: „Macht insgesamt nur 17 Prozent Erneuerbare.“

Aber alle, vor allem Politiker, lassen sich von den 40 Prozent bei der Stromerzeugung blenden.“

Für Thomas besteht kein Zweifel: Deutschland muss erheblich mehr Ehrgeiz entwickeln, will es seine Klimaziele erreichen. Und der wissenschaftliche Leiter des Reutlinger Research Institute hat auch jede Menge Ideen, wie das gehen kann. Die größte Baustelle ist demnach die Sektorkopplung. Damit ist gemeint, dass man die Sektoren Strom und Wärme zusammen denken muss, zum Beispiel bei Blockheizkraftwerken, die bisher vor allem Wärme erzeugen sowie Strom als Abfallprodukt, die aber künftig eher an der Stromnachfrage orientiert betrieben werden sollen. Oder mit Wärmepumpen, die aus der Umwelt Wärme ziehen und dafür nur einen Bruchteil elektrischer (möglichst regenerativer)

Energie benötigen. Ebenso kann es in Zukunft eine Sektorkopplung von elektrischer Energie und Verkehr geben. Windräder erzeugen Strom für Elektroautos, deren Batterien können als Puffer fürs Stromnetz dienen, wenn Flaute ist. Alles hängt mit allem zusammen, lautet Thomas' Botschaft.

Gleich mehrere Projekte im Forschungsbereich „Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmespeicher“ des Reutlinger Energiezentrums beschäftigen sich mit der Frage, wie die Sektoren besser verzahnt werden können. „Wir haben einen leistungsfähigen und universellen Steuerungsalgorithmus entwickelt, den wir für unterschiedliche Anwendungen einsetzen“, so Thomas. Die verschiedenen Projekte untersuchen, wie sich dieser



Algorithmus an konkrete Anlagen anpassen lässt und zwar so, dass die Hersteller dieser Anlagen den Algorithmus in Zukunft einfach in ihre Steuerung integrieren können.

Zusammen mit der Universität Stuttgart untersucht Bernd Thomas im Projekt Heat4SmartGrid_BW, wie sich der Betrieb von Wärmepumpen flexibilisieren lässt. Diese sammeln Wärme aus der Luft oder aus dem Boden, benötigen dazu aber Strom. Haben viele Gebäude in Zukunft eine Wärmepumpe, würde dies das Stromnetz stark belasten. Die Reutlinger Wissenschaftler wollen mit einer Variante ihres Algorithmus die Wärmepumpen so steuern, dass diese vor allem bei gutem Wetter laufen, wenn es viel Sonnenstrom gibt. Die dann überschüssige Wärme würde gespeichert, zum Beispiel in Wassertanks oder im Gemäuer der Gebäude.

Einen großen Beitrag zur Energieeinsparung muss die Industrie erbringen. Im Projekt Galvanoflex untersucht Thomas, welchen Vorteil ein Blockheizkraftwerk in der Galvanisierung hat. Für drei Betriebe wurden Blockheizkraftwerke geplant, in allen drei hilft dies, Energiekosten und CO₂-Emissionen zu senken. Aber nur in einem Betrieb mit hohen Leistungsspitzen lohnt sich der stromorientierte Betrieb. In den beiden anderen Betrieben ist der klassische wärmegeführte Betrieb sinnvoller.

Ein neues Projekt soll den Betrieb von Blockheizkraftwerken an Biogasanlagen optimieren. Die Bakterien im Faultank arbeiten kontinuierlich und deshalb laufen auch die Gasmotoren rund um die Uhr. Doch Strom und Wärme werden nicht immer gebraucht. Besser wäre es, wenn



Untersuchungen am BHKW im Labor der Hochschule

man den Betrieb der Motoren von der Faulgasproduktion entkoppeln könnte. Das wäre auch als Geschäftsmodell attraktiv, denn dann könnte man die Anlagen stromorientiert betreiben und ins Netz speisen, wenn elektrische Energie an der Strombörse gefragt und gut bezahlt wird. Genau das leistet der Steuerungsalgorithmus. Auch soll untersucht werden, welchen Beitrag Gasspeicher leisten können.

Mit diesen neueren und weiteren älteren, bereits länger laufenden Projekten summiert sich die Förderung im Forschungsbereich von Bernd Thomas auf derzeit eine Million Euro – ein Beleg, dass

der leidenschaftliche Energierevolutionär mit seinen Ideen auf dem richtigen Weg ist. Das wissen auch die Hersteller von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken oder Solartechnik. Gerade erst hat Heizungshersteller Viessmann – Thomas' früherer Arbeitgeber – einen Mitarbeiter seines Teams abgeworben, der an der Entwicklung des Algorithmus beteiligt war. Bernd Thomas sieht das positiv: „Dann kommen unsere Forschungsergebnisse schneller in die Anwendung.“

BERND MÜLLER

ENERGY TRANSFORMATION: FROM GOAL TO REALITY

The Reutlingen Energy Centre's Cogeneration and Thermal Energy Storage research area is focusing on one of the central questions of the energy transition: how to link up the electricity and heating sectors (sector coupling). Professor Bernd Thomas and his team have developed a control algorithm for this which can be used in many different applications.

→ Weiterführende Informationen: www.reutlingen-university.de/research2019/thomas

Bindeglied zur Industrie

Der neue **Beirat** berät das Reutlinger Energiezentrum bei strategischen Fragen von Forschung und Lehre.

Eine „unternehmensnahe akademische Forschung und Ausbildung“ hat sich die Hochschule Reutlingen auf die Fahnen geschrieben. Doch Technologien entwickeln sich rasant, ebenso das Know-how, das Unternehmen von künftigen Mitarbeitern erwarten – das macht eine enge Abstimmung von Hochschule und Unternehmen erforderlich. Vorbildliches leisten die sechs Lehr- und Forschungszentren der Hochschule. Jedes hat einen Beirat, der die Zentren in Fragen von Forschung und Lehre berät.

Auch das Reutlinger Energiezentrum hat nun einen Beirat eingerichtet, besetzt mit 15 hochrangigen Vertretern internationaler, nationaler und regionaler Energieversorger, von Unternehmen aus der Anlagen- und Steuerungstechnik, der Beratung und aus der Wissenschaft, und – last but not least – der Fördergeber des REZ: die Karl Schlecht Stiftung und die Bruno Kümmerle Stiftung. „Gemeinsam wollen wir Zukunftsthemen ausloten

für die Entwicklung des Curriculums und Kooperationen in der Forschung“, sagt Professorin Sabine Löbke, die gemeinsam mit ihren Professorenkollegen Debora Coll-Mayor und Frank Truckenmüller Gaststatus im Beirat hat. Die Branche suche wieder verstärkt Nachwuchs, so Löbke, „und die Absolventen der Hochschule Reutlingen haben einen ausgezeichneten Ruf“.

BERND MÜLLER

REZ LINKS ENERGY INDUSTRY AND SCIENCE

A new panel of energy sector representatives is advising the Reutlingen Energy Centre (REZ), one of six teaching and research centres at the university. The Centre bounces ideas off the panel to improve the quality of its research and training.

→ Über die Karl Schlecht Stiftung: www.karlschlechtstiftung.de



Alles eine Frage der Kultur

Wie verankert man Maßnahmen für mehr **Energieeffizienz** in kleinen und mittleren Unternehmen? Durch eine klare Strategie und eine glaubwürdige Unternehmenskultur, sagt Professorin Sabine Löbke, die Projektleiterin.

„Energieeffizienz ist wie Zähneputzen: irgendwann machen wir es, ohne darüber nachzudenken.“ In seiner Promotion hat Werner König, Doktorand am Reutlinger Energiezentrum, untersucht, wie man Unternehmen zum „Zähneputzen“ bringt, das heißt: wie man es schafft, Maßnahmen für mehr Energieeffizienz in den Betrieben zu verankern. Jetzt liegen die Ergebnisse vor und sie enthalten eine Reihe guter Nachrichten: Das Thema Energieeffizienz ist in allen Unternehmen angekommen. Ob groß oder klein, ob energieintensiv oder nicht – die Betriebe haben erkannt, dass die Einsparung von Energie wichtig ist. Weil die Kunden es erwarten, weil es Kosten spart oder weil der Inhaber des Unternehmens sich gegenüber der Gesellschaft und künftigen Generationen in der Verantwortung sieht.

In der vom Land Baden-Württemberg geförderten Studie „Entscheidung für Energieeffizienz – Auswirkungen von Unternehmenskultur und Technikdiffusion in produzierenden KMU in Baden-Württemberg“ hat das Team gemeinsam mit dem Institut für Energieeffizienz in der Industrie an der Universität Stuttgart vor allem den Aspekt Unternehmenskultur unter die Lupe genommen. Dazu hat König, der gelernte Maschinenschlosser und Soziologe, 500 kleine und mittelständische Unternehmen in Baden-Württemberg befragt und elf Betriebe in Fallstudien näher untersucht.

Je stärker Energieeffizienz in die Unternehmenskultur eingebettet ist, umso eher werden Effizienzpotenziale ausgeschöpft. Das gelingt nicht allen Betrieben einfach, denn: „Technische Änderungen fallen leicht, Verhaltensänderungen schwer“, so König. Eine Schlüsselrolle haben die Chefinnen und Chefs: Sie treiben Energiemanagement und sensibilisieren die Mitarbeiter. Die Befragung liefert auch eine Begründung, warum herkömmliche

Energieberatung oft wenig bringt. Berater verdienen ihr Geld mit so banalen Empfehlungen wie „Baue LED-Leuchten ein“, doch wenn die abends niemand ausschaltet, ist wenig gewonnen. Außerdem gebe es in den Betrieben geradezu eine Aversion gegen Energieberater, hat König festgestellt – zu inflationär seien die Angebote, zu dünn die Qualifikationen.

Genau da möchte Sabine Löbke mit künftigen Projekten ansetzen. Ihr Ziel sind einfache Führungs-, Controlling- und Entwicklungsinstrumente zur Sensibilisierung für mehr Energieeffizienz, dazu möchte sie mit Partnern das bestehende Energiemanagement für KMU verbessern, in die auch Aspekte der Unternehmenskultur einfließen. Das erfordert unter anderem den Aufbau von Know-how in den Betrieben. „Mit dem Deutschen Industrie- und Handelskammertag sprechen wir gerade über Weiterbildungsangebote“, so Löbke.

BERND MÜLLER

→ Weiterführende Informationen:
www.reutlingen-university.de/research2019/loebbe

A MATTER OF CULTURE

In his doctoral thesis, Werner König investigated how to firmly establish energy efficiency in businesses. The corporate culture plays an important role – and it is largely shaped by management.



Nähen im grünen Bereich

*Ist die Nähmaschine frei? Textildesign-Studierende sehen das online – ein **Energiemonitoring** macht's möglich.*

Doppelstepstichmaschine. Ein Zungenbrecher wie Fischers Fritz. Aber nicht für Gabriela Kosel. Der Textilingenieurin kommt das Wort locker über die Lippen, vermutlich weil sie schon häufiger vor besagtem Gerät saß, einer besonders leistungsfähigen Nähmaschine. Auch heute müsste die Masterstudentin ein paar Nähte auf dieser Maschine setzen, für ihre Abschlussarbeit. Das Problem: Kosel hat schon einen Job und kann nur noch selten an der Hochschule sein. Einfach auf gut Glück zum Campus fahren und hoffen, dass nicht gerade jemand anders an der Nähmaschine sitzt? Zu unsicher. Statt dessen öffnet die Studentin die Webseite elmo.cloud. Dort sind rund 80 Arbeitsplätze mit Namen und Eigenschaften aufgeführt, ungefähr so angeordnet, wie sie auch in den drei Arbeitsräumen der Fakultät Textil&Design in Gebäude 1 der Reutlinger Hochschule stehen. Gabriela Kosel nickt zufrieden: Das betreffende Kästchen ist grün, die Doppelstepstichmaschine ist also frei.

Gleichzeitig in Halle 1: Professor Christian Decker kniet sich unter eine der Nähmaschinen und deutet auf einen kleinen Steckdosenadapter, der per Funk mit einer Basisstation verbunden ist. Das Kästchen misst den Stromverbrauch und die Temperatur und sendet diese Information einmal pro Minute in die ELMO-Cloud. ELMO steht für Electricity Profile Monitoring. Die Webseite zeigt an, ob diese Maschine gerade in Betrieb ist oder nicht. 43 Geräte sind derzeit damit ausgerüstet. „Das Geld dafür stammt vom Hochschullehrpreis, den ich vor einem Jahr bekommen habe“, so Decker.

ELMO kann noch mehr. Timo Hegenberg öffnet den Admin-Bereich der ELMO-Webseite. Dort steht zu jeder Maschine, wieviel Energie die Maschine insgesamt verbraucht hat und wann

die nächste Wartung ansteht. Bei einigen ist die überfällig, etwa bei der Doppelstepstichmaschine. Sie hat den höchsten Energieverbrauch, ist also die meist verwendete im Pool. Hegenberg ist einer von sechs Studierenden von Christian Decker, die ELMO entwickelt und aufgebaut haben. Das haben die Wirtschaftsinformatiker so gut gemacht, dass das Team einen Preis für besonders gute Projektarbeiten erhalten hat, gestiftet von der Beratungsfirma MHP.

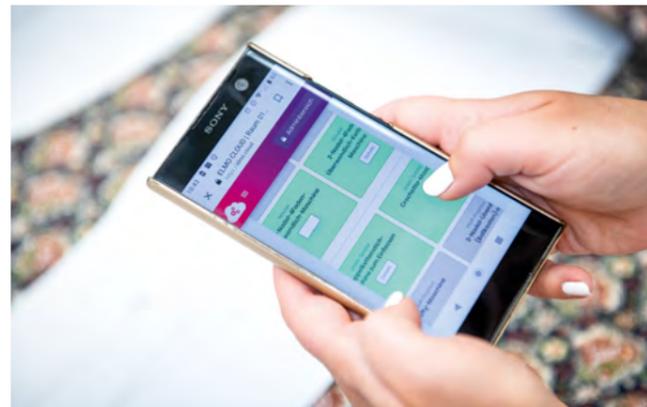
Von ELMO profitieren gleich mehrere Fakultäten: die Fakultät Informatik, weil das Projekt Theorie mit einer praktischen Anwendung verbindet. „Wir möchten damit die Ressourcenauslastung und die Lernbedingungen verbessern“, sagt Professorin Katerina Rose von der Fakultät Textil & Design. Und die Professoren Debora Coll-Mayor und Antonio Notholt von der Fakultät Technik möchten mit den Verbrauchsdaten der ELMO-Cloud das benachbarte Virtuelle Kraftwerk Neckar-Alb mithilfe von Blockchain ansteuern.

Auch Gabriela Kosel bleibt der Hochschule erhalten. Sie wird bei Katerina Rose promovieren, allerdings ganz ohne Doppelstepstichmaschine: „In meiner Promotion werde ich mich mit 3D-Simulation und der Prozessoptimierung beim Entwurf von Kleidung befassen.“

BERND MÜLLER

→ Hier geht's zur ELMO-Cloud: <https://elmo.cloud>

In der ELMO-Cloud sieht Gabriela Kosel auf einen Blick, ob die Nähmaschine, die sie braucht, gerade frei ist.



SMART SYSTEM FOR SEWING HALL

A monitoring system oversees the energy consumption and service life of the sewing machines in Hall 1 of Reutlingen University. Textile design students are able to check on a website whether a certain work space is currently free. And the system alerts staff when a machine needs maintenance.

Tausendfache Buchführung

Wie kann ich einem Geschäftspartner vertrauen, den ich nicht kenne? Die Antwort: mit **Blockchain**.

Blockchain – kaum ein Thema hat die Tech-Welt in den letzten Jahren so elektrisiert. Im Aufmerksamkeitszog um die virtuelle Währung Bitcoin, die auf Blockchain-Technologie basiert, hat es das Thema ganz oben auf die Agenda geschafft. In letzter Zeit ist es allerdings wieder etwas ruhiger geworden, viele selbsternannte Experten suchen nun händeringend nach sinnvollen Anwendungen.

Ein Blockchain-Experte der ersten Stunde ist Antonio Notholt. Er ist seit drei Jahren Professor für Regelungstechnik an der Hochschule Reutlingen und Sprecher des Labors für Distributed Ledger (Verteilte Buchführung) Technologies, in dem sich zehn Professorinnen und Professoren der Hochschule zusammengeschlossen haben, um Blockchain und alternative Verfahren in die Anwendung zu bringen. Notholt beschäftigt sich unter anderem mit der Elektrifizierung ländlicher Regionen – ein Thema, das ihn schon in seiner Heimat Mexiko interessiert hat. Blockchain könnte eine zentrale Rolle spielen, wenn es darum geht, autarke Stromnetze zu regeln und zu überwachen. Ein Aspekt sind smarte Verträge zwischen den Marktteilnehmern. Beispiel: Eine Person betreibt ein Blockheizkraftwerk und verkauft Strom an eine zweite Person. Beide kennen sich nicht, die erste Person möchte aber sicher sein, dass sie das Geld von der zweiten Person bekommt. „Blockchain ist immer interessant, wenn man Geschäftspartner nicht gut kennt, sie schafft Vertrauen“, erläutert Notholt.

Blockchain ist eine Art digitales Buchführungssystem, das automatisch Informationen wie Verträge, Geldflüsse und vieles mehr dokumentiert. Allerdings geschieht diese Buchführung nicht zentral auf einer Plattform, etwa einer Bank, sondern verteilt auf viele Netzteilnehmer. Jeder „Knoten“ des Netzes – das heißt jeder Computer eines Teilnehmers – erhält eine Kopie des Vorgangs. Kommt es zu Unstimmigkeiten, gibt es hunderte Zeugen, die den Vorgang überprüfen können.

Ein weiterer Vorteil: Einmal in die Blockchain geschrieben, können Daten nicht mehr verändert werden. Das hat viele Anwendungen: Man kann damit die Herkunft eines Kleidungsstücks verfolgen, ob die Kühlkette von gefrorenen Lebensmitteln unterbrochen war oder ob der Kilometerstand eines Gebrauchtwagens manipuliert wurde. Jedes Mal, wenn etwa ein Kleidungsstück auf seinem langen Weg zum Käufer umgeladen wird, meldet es seinen Ort in die Blockchain. Ebenso meldet der Tacho des Autos regelmäßig seinen Kilometerstand.

Dass der Hype um Blockchain übertrieben und das Thema längst schon wieder tot sei, lässt Antonio Notholt nicht gelten. „Der Hype ist abgeflacht, weil sich herausgestellt hat, dass Blockchain für viele Anwendungen nicht sinnvoll ist.“ Für manche allerdings um so mehr. Zum Beispiel für die Elektromobilität. Gemeinsam mit Bosch richtet Notholt einen Hackathon aus, bei dem Studierende Ideen auf Basis von Blockchain für Elektroautos entwickeln können. Eine Anwendung könnte die automatische Bezahlung sein, wenn man an der Steckdose eines Bekannten Strom tankt. Oder wenn Elektroautos künftig Energie auch ins Netz zurückspeisen dürfen. „Viele Firmen finden Blockchain interessant, trauen sich aber nicht. Wir wollen ihnen die Angst nehmen.“, erläutert Notholt.

BERND MÜLLER



Weiterführende Informationen:

www.reutlingen-university.de/research2019/notholt

THOUSAND-FOLD ACCOUNTING

Blockchain is a digital accounting system which stores the data on thousands of computers across the internet, yet is not open to manipulation. Professor Antonio Notholt is working on Blockchain applications, for instance for the energy industry or in electromobility.

Viele Erzeuger – ein Kraftwerk

Der Demonstrator **Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb** läuft. Unternehmen können dort seit einem Jahr neue Hardware, Software und Geschäftsmodelle für den Energiehandel ausprobieren.

„Der Klimawandel ist das größte Problem unserer Zeit.“ Viele stimmen dieser Aussage zu, aber nicht so viele tun etwas dagegen, wie die Fridays for Future Bewegung bemängelt. Der promovierte Physiker Bernhard Nold erforschte als Doktorand am Max-Planck-Institut die Grundlagen für ein Fusionskraftwerk, das wie die Sonne funktioniert. Jetzt betreibt er am Reutlinger Energiezentrum gemeinsam mit Professor Frank Truckenmüller und Partnern aus Industrie und Wissenschaft den Demonstrator Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb. Dieser wurde im Februar 2018 vom Umweltminister Franz Untersteller eingeweiht. Bis Sommer 2019 sollen alle Komponenten installiert sein, erste Folgeprojekte nutzen bereits die geschaffene Infrastruktur.

Schwankungen im Stromverbrauch gab es immer schon, etwa wenn morgens viele Leute gleichzeitig Kaffee kochen und in den Fabriken die Maschinen hochlaufen. Mit der Umstellung auf Photovoltaik und Windkraftanlagen schwankt auch die Stromerzeugung. Beides muss laufend aufeinander abgestimmt werden. Hinzu kommt die Dezentralisierung. „2050 könnte es in Deutschland 40 Millionen Prosumer geben, also Personen, die Strom sowohl verbrauchen als auch selbst erzeugen“, schätzt Truckenmüller. Virtuelle Kraftwerke bündeln die Energie von vielen kleinen Anlagen zu einem großen Kraftwerk. „Die Technik ist wichtig, aber fast noch wichtiger ist der Markt“, sagt Nold.

Steuert man flexible Stromerzeuger, -speicher und -verbraucher passend zum Angebot aus Sonnen- und Windenergie, so lassen sich am Strommarkt Gewinne erzielen. Virtuelle Kraftwerke übernehmen die Vermarktung von zum Beispiel Blockheizkraftwerken, Photovoltaikanlagen und flexiblen Verbrauchern.

Wann lohnt sich das? Genau diese Frage soll der Demonstrator Virtuelles Kraftwerk Neckar-Alb beantworten. Der Demonstrator selbst treibt keinen Handel. So kann er ohne Risiko untersuchen was sich für Unternehmen lohnen würde. In Gebäude 1 der Reutlinger Hochschule stehen Blockheizkraftwerke, Wärmepumpen, Speicher und eine Kältemaschine bereit, auf den Dächern wird Solarstrom und warmes Wasser erzeugt – die perfekte Spielwiese für angewandte Forschungsprojekte und die Ausbildung von Studierenden. Auch Unternehmen können ihre Anlagen hier verbinden und ausprobieren ob sich ein Virtuelles Kraftwerk für sie lohnt. Die steuerbaren Anlagen am Reutlinger Energiezentrum kommen so auch in der Industrie zum Einsatz. „So können wir Versuche mit neuer Technik fahren und vergleichen, ohne die Betriebsabläufe bei Kunden zu beeinträchtigen, falls etwas noch nicht zuverlässig funktionieren sollte“, erklärt Bernhard Nold.

BERND MÜLLER

→ Weiterführende Informationen:
www.virtuelles-kraftwerk-neckar-alb.de

MANY PRODUCERS – ONE PLANT

The Neckar-Alb demonstrator virtual power station allows businesses to try out new hardware, software and forms of energy trading – without any risk, and yet very realistically, because all the components of such a power station have been installed at the Reutlingen Energy Centre.

Digital werden mit Lego

Innovation Labs helfen Unternehmen, sich mit Potentialen und Herausforderungen einer **digitalen Arbeitswelt** auseinanderzusetzen

Im Rahmen des Forschungsprojektes DigiTrain 4.0 erforschen Professor Arjan Kozica und der promovierte Psychologe Daniel Thiemann zusammen mit Madlen Müller und Veronika Waldenmaier, wie sich der Wandel in die digitale Arbeitswelt von morgen erfolgreich gestalten lässt. Eine wichtige Erkenntnis hierbei: es gibt keine Blaupause, die für jedes Unternehmen passt. Digitalisierung gelingt nur, wenn sie auf die Gegebenheiten und Bedürfnisse eines Unternehmens zugeschnitten ist.

In sogenannten Innovation Labs haben Firmen die Gelegenheit, eigene, für sie passende Lösungen zu finden. Kozica und Thiemann geben hierbei Anleitung und Input. Mithilfe von Kreativitätstechniken wie „Lego Serious Play“ sollen die Teilnehmenden spielerisch und kreativ Ideen entwickeln: Wie funktioniert Führung im digitalen Zeitalter? Wie kann virtuelle Teamarbeit in der Praxis gestaltet werden?

Eine weitere Erkenntnis: Die digitale Transformation gelingt dann am besten, wenn sie umfassend geschieht. Alle Bereiche eines Unternehmens müssen mit dem Wandel Schritt halten, nicht nur die Technik, auch Regeln, Führung und Strukturen. Ein Beispiel ist die Einführung von Homeoffice. Sie ist dann ein Gewinn, wenn sie durch die zugrundeliegende Unternehmenskultur getragen wird. Zählt jedoch weiterhin nur die Präsenz der Mitarbeitenden, ist das Konzept zum Scheitern verurteilt.

ULRICH WILKE

GOING DIGITAL WITH LEGO

Every company has to individually shape the transition to a digital workplace. Innovation labs give companies the opportunity to work out their own solutions using creativity techniques.

Die Chance, Ihrer Zeit voraus zu sein: dezentral, erneuerbar, vernetzt, effizient.

ENGIE ist Ihr erfahrener Partner, der mit neuen Ideen Energie in alle Bereiche des Lebens, Wohnens, Arbeitens und Produzierens bringt. Mit unserer langjährigen Expertise bei Technik, Energie und Service entwickeln wir Lösungen, die immer auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnitten sind.

Entdecken Sie unsere Leistungen und Ihre Möglichkeiten in der ENGIE-City: engie-deutschland.de/engiecity

Energien optimal einsetzen. engie-deutschland.de



Geschäftsführer des ZD.BB in Böblingen ist Claus Hoffmann. „Unser Digital Hub hat bereits 20 Anfragen, in drei Jahren wollen wir 80 Projekte sowie fünf Startups betreut haben“, so Hoffmann. Diese Zahlen stehen auch im Antrag, der die Grundlage der Förderung des Zentrums durch das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg bildet. Das ZD.BB ist zwar in den Räumen des HHZ untergebracht, aber als GmbH rechtlich von diesem getrennt. Die vier Mitarbeiter sind über das HHZ an der Hochschule angestellt, arbeiten aber exklusiv für das ZD.BB.

Die ersten Gespräche mit klein- und mittelständischen Unternehmen zeigen schon, wie die künftigen Projekte des Digital Hub aussehen werden. So hat sich die Besitzerfamilie des Autohauses Weeber an das ZD.BB gewandt. Das größte Autohaus in Böblingen möchte interne Abläufe effizienter machen und neue Geschäftsmodelle erschließen. Die Idee: Statt Autos an Kunden zu verkaufen, könnte Weeber künftig Mobilität anbieten, etwa mit einem Mietmodell. Andere Branche, ähnliche Fragestellung: Der Junior-Chef von BVS

Blechtechnik in Böblingen möchte mit neuen Produkten neue Kunden gewinnen. Die Idee hier: Der Betrieb vertreibt heute schon Bildschirme für die Werbung, etwa in Bahnhöfen, die Metallrahmen dieser Bildschirme werden bei BVS Blechtechnik hergestellt. Der Erfolg gibt dem neuen Firmenchef recht: Das Unternehmen hat bereits eine Tankstellenkette für sein neues Produkt gewonnen.

Für die Unternehmen lohnt sich die Zusammenarbeit mit dem Digital Hub gleich doppelt. Zum einen können sie die moderne Ausstattung nutzen, etwa das Kreativlabor, das ausgerüstet ist für

Design-Thinking-Workshops. Zum anderen ist die Beratung durch das ZD.BB kostenlos, zumindest in den ersten drei Jahren, denn so lange reichen die 942.000 Euro Fördermittel, erst danach werden die Dienste kostenpflichtig. Für die Zeit danach hat Alexander Rossmann bereits Pläne: „Wir wollen ein Weiterbildungsangebot entwickeln, gemeinsam mit der Fachkräfteallianz Stuttgart, wo sich IHK, Gewerkschaften und Unternehmen zusammengeschlossen haben, um den Fachkräftemangel zu bekämpfen.“

BERND MÜLLER

→ Weiterführende Informationen:

www.reutlingen-university.de/research2019/rossmann

HELP WITH DIGITAL AUTOMISATION

The Centre for Digitization Böblingen is the first of ten digital hubs in Baden-Württemberg. It helps small and mid-sized enterprises master the digitisation process. The Centre is under one roof with Reutlingen University's Herman Hollerith Centre.

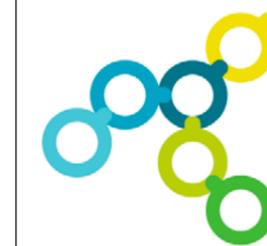
Schützenhilfe bei der Digitalisierung

Seit Februar 2019 unterstützt das Zentrum für Digitalisierung Böblingen am Herman Hollerith Zentrum kleine und mittlere Unternehmen dabei, neue **Geschäftsmodelle für die Digitalisierung** zu entwickeln.

Er gilt als einer der ersten Computerpioniere, lange bevor es den ersten Computer gab: Herman Hollerith. Das Kind deutscher Einwanderer patentierte 1884 in den USA die Lochkarte zur Datenspeicherung und wenige Jahre später die Hollerith-Maschine, die diese Karten lesen konnte. Bei der amerikanischen Volkszählung 1890 schafften 43 der Maschinen die Auszählung in zwei Jahren – ohne sie hätte es wohl sieben Jahre gedauert. Hollerith war aber nicht nur ein genialer Erfinder, sondern auch ein schlauer Geschäftsmann. Anstatt die Maschinen zu verkaufen, vermietete er sie an die Volkszählungsbehörde und schuf damit eines der ersten digitalen Geschäftsmodelle.

Genau solchen Ideen ist das Herman Hollerith Zentrum (HHZ) in Böblingen auf der Spur. Es wurde 2013 als Lehr- und Forschungszentrum der Fakultät Informatik gegründet. Mittlerweile hat jede Fakultät der Hochschule Reutlingen eine solche Einrichtung, die Forschung und Lehre verzahnen soll. Seit Februar 2019 gibt es am HHZ ein weiteres Standbein: das Zentrum für Digitalisierung Böblingen (ZD.BB), das im selben Gebäude untergebracht ist. Es ist der erste von zehn Digital Hubs in Baden-Württemberg. Sie werden vom Wirtschaftsministerium des Landes gefördert und sollen kleine und mittlere Unternehmen auf dem Weg in die Digitalisierung begleiten.

Das Zentrum für Digitalisierung Böblingen soll ein weiteres Kapitel in der Erfolgsgeschichte des Herman Hollerith Zentrums schreiben. Das HHZ zählt heute 150 Studierende in zwei Studiengängen, mehr als 20 Doktoranden und vier Professoren. „Zu Beginn waren es 19 Studierende und null Professoren“, erinnert sich Professor Alexander Rossmann, der Leiter des Zentrums. „Mit dem Digital Hub erweitern wir unseren akademischen Fokus um die Begleitung von klein- und mittelständischen Unternehmen bei der Digitalisierung. Wir wollen mit den Unternehmen Geschäftsmodelle entwickeln und zeigen, wie sie die Digitalisierung dafür nutzen können.“



QTM CONSULTING
QUALITY TESTING MANAGEMENT



SOFTWARE TESTING IM
REGULATORISCHEN PROJEKTUMFELD.
DAS IST UNSERE EXZELLENZ.

QTM Consulting GmbH u. Co.KG

Unter den Linden 15, 72762 Reutlingen

www.qtm-consulting.com

Telefon: +49 (0) 7121/90944-10

Die QTM Consulting GmbH u. Co. KG, Quality Testing Management ist ein familiengeführtes, unabhängiges Unternehmen für Software Testing, Testmanagement und Qualitätsmanagement. Unsere Exzellenz sind Projekte im regulatorischen Umfeld.

Über diese stark gefragte Nischenexpertise verfügen nur wenige Spezialisten. Wir sitzen in Reutlingen/Hohenstein, agieren in der DACH-Region und betreuen Projekte für innovative mittlere, große, sowie DAX Unternehmen aus den Wachstumsbranchen Pharma/ Diagnostic, Medizintechnik und Mobility.

Persönlich prägt uns Agilität, Mut, ein herzlicher Startup-Spirit, sowie ein inspirierender Wissenstransfer zwischen praxisreichen Tester-Koryphäen und kreativen Digital Sapiens.

Produktion in der dritten Dimension

3D-Druck revolutioniert die Industrie. Doch es gibt noch einige ungelöste Fragen. Die Antworten darauf sucht Professor Paul Helmut Nebeling, Leiter des Werkzeugmaschinenlabors an der Fakultät Technik.



Eine Spiralfeder, ein Planetengetriebe mit millimeterkleinen Zahnrädern, zwei Zylinder, die über eine gedruckte kinematische Hebelkopplung gegensinnig bewegt werden und jede Menge komplexe Wabenmuster: Wer Paul Helmut Nebeling in seinem Büro besucht, der spielt unwillkürlich mit dem kleinen faltbaren Würfel auf seinem Schreibtisch. „Alles voll beweglich“, sagt der Professor für Werkzeugmaschinen und bewegt mit spitzen Fingern einige der Miniaturteile. „Mit herkömmlichen Fertigungsmethoden wäre das nicht möglich.“ Herkömmlich – damit meint Nebeling zerspanende Verfahren, bei denen von einem Materialklotz durch Bohren und Fräsen die gewünschte Form herausgeschält wird, also das, was in jeder CNC-Werkzeugmaschine geschieht. Bei seinem AddiCube ist das anders: Er wurde mit 3D-Druck hergestellt, also Schicht für Schicht aufgebaut. Das erlaubt Strukturen, die zerspanend nicht möglich wären, wie Zahnräder oder Scharniere, die sich ohne Montage bewegen.

Seit seinem Berufsleben vor der Hochschule Reutlingen ist Nebeling Experte für Zerspanungstechnik. Jetzt ist er auch Experte für 3D-Druck und entwickelt mit seinem Team neue Verfahren, um 3D-Druck-Prozesse zu verbessern und zu automatisieren. Zwei Herzen schlagen also in seiner Brust. Er sieht die derzeitige 3D-Druck-Euphorie etwas differenzierter. Insbesondere die deutlich höheren Materialkosten machen die Anwendung 3D-gedruckter Bauteile derzeit nur in Bereichen funktionaler Vorteile



PRODUCTION ENTERS A THIRD DIMENSION
Professor Paul Helmut Nebeling, head of the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering, is advancing the use of 3D plastics printing. He and his team aim to improve and automate finishing processes and the application of powder coatings.

sinnvoll. Der schnelleren Verfügbarkeit ohne Werkzeuge und Formen steht eine geringe Baurate gegenüber. Pro Stunde ließen sich nur wenige Kubikzentimeter Bauteil erzeugen. Gegossen, geschmiedet und gefräst kostete es 5 Euro pro Kilogramm und 1000 Kubikzentimeter ließen sich bearbeiten – pro Minute. „Was man zerspanend herstellen kann, wird man auch in Zukunft so herstellen, weil es immer schneller und billiger ist.“ Auch ist zu berücksichtigen, dass 3D-gedruckte Bauteile an Funktionsflächen nachbearbeitet werden müssen. Für Prototypen, Kleinserien und Ersatzteile habe der 3D-Druck aber riesiges Potenzial.

Das untersucht Nebeling mit seinem Team im Werkzeugmaschinenlabor in Halle 1. Dort stehen mehrere 3D-Drucker für Kunststoff. Ein Forschungsthema ist das Postprocessing, also die Nachbearbeitung der Teile. Denn nach dem Druck sind diese mitnichten sofort einsatzbereit. Pulver und Bauteile müssen getrennt, Oberflächen gereinigt und Funktionsflächen bearbeitet werden. Heute erfolgt das in Handarbeit, künftig soll es automatisch gehen. Auch die Identifikation der Bauteile, welche die Form des Bauteils erkennt und den Aufträgen zuordnet, wird automatisiert.

Ein weiteres Thema ist die Qualität des Schichtauftrags. In professionellen 3D-Druckern wird Metall- oder Kunststoffpulver hauchdünn mit einer Rakel über die Arbeitsfläche verteilt und mit einem Laser erhitzt, dann fährt das Bauteil Millimeterbruchteile nach unten und eine neue Schicht wird aufgetragen und so weiter. Bisher gebe es noch keine Lösung, wie man die Gleichmäßigkeit des Schichtauftrags bestimmen könne, so Helmut Nebeling. „Wir tauschen uns mit den Herstellern der Drucker aus und entwickeln gemeinsam Ideen für das System.“

BERND MÜLLER

Bei der hochschulinternen Veranstaltungsreihe „re:search live – Forschung erleben“ zeigte Helmut Nebeling, wie aus 3D-CAD-Daten ein additiv gefertigter Würfel wird.



Alexa, bitte kauf mir eine Kiste Schrauben

Professor Roland Heger entwickelt digitale Assistenten, die unter anderem den Einkauf in Betrieben erleichtern sollen.

Die Nachricht schaffte es nicht in die Prime-Time-Nachrichten, um so hitziger wurde sie in den Wirtschafts- und Tech-Medien diskutiert. Der Schuhversender Zalando hatte Anfang März 2018 angekündigt, 250 Mitarbeiter im Marketing zu entlassen und stattdessen Software-Entwickler einzustellen, die künftig Algorithmen der Künstlichen Intelligenz entwickeln, um das eingesparte Marketingpersonal zu ersetzen.

Roland Heger wundert das nicht. Seit einigen Jahren beschäftigt sich der Professor für internationales Marketing, Sourcing und Analytics der ESB Business School mit digitalen Assistenten, die Menschen bei ihrer Arbeit unterstützen, allerdings nicht ersetzen sollen. Hegers jüngstes Forschungsprojekt: die Entwicklung digitaler Assistenten mit Künstlicher Intelligenz, die Unternehmen bei Einkaufsprozessen unterstützen. Ein Unternehmen, das alle zwei Wochen eine Lieferung mit immer den gleichen Schrauben braucht, könnte damit viel Zeit und Kosten sparen. Statt nervigen Papierkram zu erledigen, gibt der Einkäufer dem Assistenten die Aufgabe, passende Lieferanten herauszusuchen. Kriterien könnten dabei eben nicht nur der Preis sein, sondern auch die Lieferzeit und die Qualität bei früheren Aufträgen. Auch könnte der Assistent wichtige Lieferanten mit regelmäßigen Aufträgen bei Laune halten. „Ein digitaler Assistent wird niemals müde, er arbeitet auch nachts“, sagt Heger.

ALEXA, BUY ME A BOX OF BOLTS

Digital assistants are meant to make the time-consuming purchase of materials easier for companies. Professor Roland Heger is investigating the basis for this and, with the help of a startup company in Karlsruhe, is developing his own electronic assistant – which he says can compete with “Alexa” and other such devices.

Künstliche Intelligenz sei in der Breite anwendungsreif – und notwendig, „denn die Welt wird komplexer und ist nicht mehr mit einfacher Mathematik zu bewältigen“, sagt Heger, der vor seiner Promotion in der Systemanalyse „Erbsenzähler“ bei den Wirtschaftsprüfern von KPMG war. Doch nicht alles, was geht, wird auch gebraucht. Deshalb hat der Experte für multivariate Methoden erst eine Marktstudie unternommen. Das Ergebnis: Einkäufer hätten gerne Unterstützung beim Einkauf von C-Teilen, zum Beispiel Schrauben oder Büromaterial, also Produkten, die wenig kosten, wenig zur Wertschöpfung beitragen, aber in großen Mengen benötigt werden.

Für solche digitalen Helfer möchte Heger nun zusammen mit Startups, kleinen Softwarehäusern und Integratoren eine herstellerunabhängige Referenzarchitektur entwickeln, die seinen Besitzer an Geburtstage von Kollegen erinnert, vor Meetings die erforderlichen Informationen zusammensucht oder Routineaufgaben selbständig erledigt. Heger ist dabei Sparringspartner in der Forschung, denn noch sind etliche Fragen zu klären: Wie sicher sind digitale Assistenten, wie transparent müssen ihre Entscheidungen sein, wie kann der Mensch eingreifen? Eine Konkurrenz zu Assistenten wie Alexa von Amazon oder Cortana von Microsoft, die es auch als Businessversionen für die Automatisierung von Geschäftsprozessen gibt, sei der geplante Assistent nicht. Einen Vorteil habe er allerdings: Während alle Anfragen bei Alexa und Co über die Rechner der US-Konzerne laufen, bleiben sie für das Referenzmodell beim Anwender. Roland Heger: „Bei digitalen Assistenten hat solch eine Kooperation gute Chancen gegen die Großen. Anwendungsgebiete gibt es viele – ein riesiges Potential.“

BERND MÜLLER



Unfallfrei Einparken mit dem Roboterauto

Im Projekt „Offene Fusionsplattform“ hat Professor Cristóbal Curio gezeigt, wie autonome Fahrzeuge die Intention von Fußgängern erkennen. Die Abschlusspräsentation mit Live-Demo war ein voller Erfolg.

Dennis Ludl bleibt stehen und winkt – fährt weiter, soll die Handbewegung sagen. Das Auto setzt sich in Bewegung und verlässt die Parkbucht. Das Spektakuläre an diesem Manöver: In dem Auto sitzt kein Fahrer, das Lenkrad dreht sich wie von Geisterhand. Und: Das Auto hat das Winken des wissenschaftlichen Mitarbeiters von Informatik-Professor Cristóbal Curio korrekt interpretiert. Für uns Menschen ein Kinderspiel, für autonome Fahrzeuge eine riesige Herausforderung. Doch in den letzten drei Jahren ist das Team von Curio der Lösung ein gutes Stück nähergekommen.

Im Projekt Offene Fusionsplattform, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde, haben die Reutlinger Informatiker mit Zulieferunternehmen aus der Automobilindustrie sowie Forschern vom DLR in Braunschweig Methoden entwickelt, wie autonome Fahrzeuge die Intention von Fußgängern erkennen können. Beim Rückwärtseinparken oder beim Überfahren eines Zebrastreifens muss das Auto in Sekundenbruchteilen entscheiden, ob die Person am Straßenrand das

nahebe Fahrzeug wahrgenommen hat und stehen bleibt, oder ob sie plötzlich losläuft. Das lernt das System anhand von Posen und Gesten, die Curio und sein Team im Motion-Capture-Labor in Reutlingen aufgenommen haben.

Cristóbal Curio lobt: „Die Abschlussveranstaltung mit der Demonstration auf dem Parkplatz des DLR in Braunschweig war ein Riesenerfolg.“

BERND MÜLLER

EASY PARKING BY DRIVERLESS CAR

Driverless cars need to recognize how people at the side of the road will behave. Informatics professor Cristóbal Curio studied human behaviour in his Motion Capture Lab as part of the “Offene Fusionsplattform” project. The closing event was a big success.

Cool and clean

BKW **kuma**

BKW Kälte-Wärme-Versorgungstechnik GmbH
Benzstrasse 2 • D-72645 Wolfschlugen
TEL. +49 (0) 7022/5003-0 • FAX +49 (0) 7022/5003-30
www.bkw-kuema.de

Behälter denkt mit

Master-Student Raphael Vogt hat einen **intelligenten Behälter** entwickelt, der seinen Inhalt überwacht und selbst für Nachschub sorgt.

Wie sorgt man dafür, dass ein Teilebehälter rechtzeitig aufgefüllt wird, zum Beispiel mit Schrauben, bevor der Vorrat zur Neige geht? Eine Antwort fand 1947 Taiichi Ohno von Toyota: Kanban, ein genial einfaches Prinzip, das in den 1970ern den Weg aus Japan nach Europa gefunden hat und bis heute angewandt wird. Der Werker steckt eine Pappkarte an den Behälter und signalisiert seinen Kollegen damit, neue Schrauben aus dem Lager zu bringen. Mit Industrie 4.0 ist die Welt der Supply-Chain aber zu komplex geworden für Pappkärtchen. Alles soll digital funktionieren und am besten automatisch. Der Behälter soll seinen Füllstand selbst erkennen und die Nachbestellung im ERP-System auslösen. Solche intelligenten Behälter gibt es schon, zum Beispiel den iBin. Doch der ist nur für Teile des Schraubenherstellers Würth gedacht.

Wie müsste dagegen ein Universalbehälter aussehen, der alles kann: seine Befüllung erkennen, den Zustand des Inhalts überwachen – wichtig etwa bei verderblichen Medikamenten in der Kühlkette – und dies nicht nur an einem festen Arbeitsplatz, sondern mobil irgendwo in einer Fabrik? Zwei Jahre beschäftigte sich Raphael Vogt mit dieser Frage im Rahmen seines Forschungsmasters am Lehrstuhl von Professorin Vera Hummel. Ein Ergebnis aus einer Befragung von potenziellen Anwendern in der Pharma- und der Automobilbranche ergab: Den einen Behälter, der alles kann, gibt es nicht. Manche Behälter müssen für Medikamente gekühlt sein, andere in der Autofabrik müssen Erschütterungen aushalten und laufend ihre Position

übermitteln – oder viele andere Eigenschaften aufweisen. Vogts Fazit: „Ein modulares Konzept eignet sich dafür besser.“

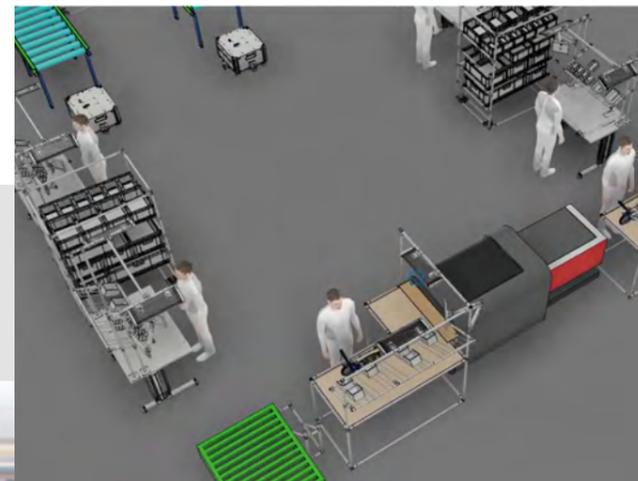
Das hat der Student, der gerade seinen Master in Reutlingen und an der Partnerhochschule in Stellenbosch in Südafrika mit Brauvor bestanden hat, auch schon entwickelt. Das Modul enthält eine Kamera, verschiedene Sensoren, einen Akku einen Funksender zur Kommunikation sowie eine Raspberry Pi Minirechner, der alles koordiniert. Etwa 90 Euro kostet so ein Modul – zu viel für die 41 Fachexperten, die Vogt dazu befragt hat. Über 50 Euro Aufpreis würde niemand bezahlen wollen, die Mehrheit würde nicht mehr als 30 Euro ausgeben, lieber noch weniger als zehn.

Eine höhere Wirtschaftlichkeit steht für Raphael Vogt deshalb ganz oben auf der To-Do-Liste, falls er am Lehrstuhl bleibt. „Eine exzellente Arbeit von einem sehr guten Studenten“, lobt Vera Hummel, „deshalb versuche ich gerade, ihn davon zu überzeugen, das Thema in einer Promotion weiterzuführen.“

BERND MÜLLER

THE SELF-FILLING STORAGE BIN

Master's graduate Raphael Vogt has developed an intelligent universal container for logistics in factories. It monitors its own contents and automatically orders parts when the store starts to run low.



Fabrikengineering endet nicht am Werkstor

Professorin Vera Hummel möchte komplette **Logistik-Netzwerke** virtuell abbilden.

Politische Unruhen, ein Streik, ein Tsunami: Globale Wertschöpfungsketten sind hoch vernetzt und deshalb besonders anfällig für Störungen. Logistik-Professorin Vera Hummel und Beate Brenner von der ESB Business School stellen sich die Frage, wie Experten ausgebildet werden können, um künftig solche komplexen Supply Chains robust zu planen und zu managen. Die Lernfabrik der ESB Business School hat seit 2015 als eine von ganz wenigen Einrichtungen weltweit eine akademische Lizenz für eine durchgängige Business Engineering Plattform in der Cloud.

Mit den Fördermitteln der La Fondation Dassault Systèmes, einer Stiftung zur Transformation der Zukunft von Lehre und Forschung mithilfe von 3D-Technologien und virtuellen Universen, soll eine Methode im Kontext des „System-Supply-Chain-Managements“ entwickelt werden. Es vermittelt Studierenden ganzheitlich und innovativ die Fähigkeiten und Kompetenzen im Supply-Chain-Management. Dabei gilt es, beste Voraussetzung zu schaffen, um erfolgreich ins Berufsleben zu starten und das regionale industrielle Ökosystem in Baden-Württemberg zu unterstützen.

In dem Projekt wollen Hummel und Brenner untersuchen, ob man die 3D Softwaretechnologien auch nutzen kann, um eine ganze Supply-Chain abzubilden, und über die Fabrik- und Unternehmensgrenzen hinaus virtuell zu managen.

2020, am Ende der dreijährigen Projektlaufzeit, sollen alle profitieren: La Fondation Dassault Systèmes von Empfehlungen für Anwendungsszenarien und erweiterten Einsatzmöglichkeiten der virtuellen Universen für die Supply Chain inbound und outbound und die Studierenden durch die Arbeit mit den dann vorhandenen durchgängigen Supply-Chain-Szenarien. Hummel: „Außerdem werden wir ein Lehr- und Schulungskonzept ausarbeiten, wie man eine Business-Engineering Plattform zur Planung und zum Management globaler Supply-Chains einsetzen kann.“

BERND MÜLLER

FACTORY PLANNING DOESN'T STOP AT THE GATE

Professor Vera Hummel and her employee Beate Brenner plan to use 3D engineering software on a business platform for planning entire logistics chains; they also intend to develop a training programme for it.

NEU S LÖS

DIE MEDIZIN SCHREITET MIT RIESENSCHRITTEN VORAN, IMMER NEUE THERAPIEANSÄTZE VERSPRECHEN DEN PATIENTEN HEILUNG UND EINE INDIVIDUELLE BEHANDLUNG. WENIGER ROSIG SIEHT ES BEI DER DIGITALISIERUNG AUS. HIER HELFEN INFORMATIKER WIE DER REUTLINGER PROFESSOR CHRISTIAN THIES. ÜBER MÖGLICHE LÖSUNGSWEGE HIN ZUM GESUNDHEITSWESEN DER ZUKUNFT HABEN WIR AUCH MIT DR. NICOLA OSYPKA VON DER OSYPKA AG GESPROCHEN, MIT DR. YVONNE MÖLLER VOM TÜBINGER ZENTRUM FÜR PERSONALISIERTE MEDIZIN UND MIT PROF. DR. MED. STEFANIE JOOS VON DER UNIKLINIK TÜBINGEN. LESEN SIE REIN – ES LOHNT SICH!

MEDICINE IS TAKING GIANT STEPS; A STREAM OF NEW TREATMENTS PROMISES PATIENTS INDIVIDUAL THERAPY AND A RETURN TO HEALTH. BUT THE PICTURE IS LESS POSITIVE WHEN IT COMES TO DIGITISATION. COMPUTER SCIENTISTS LIKE REUTLINGEN'S PROFESSOR CHRISTIAN THIES CAN HELP. WE SPOKE ABOUT POTENTIAL FUTURE PATHS FOR HEALTH SERVICES WITH DR. NICOLA OSYPKA, CHAIRWOMAN OF OSYPKA AG; WITH DR. YVONNE MÖLLER, EXECUTIVE DIRECTOR OF THE CENTER FOR PERSONALIZED MEDICINE AT THE UNIVERSITY OF TÜBINGEN HOSPITALS, AND WITH PROF. DR. MED. STEFANIE JOOS, MEDICAL DIRECTOR OF THE INSTITUTE FOR GENERAL PRACTICE AND INTERPROFESSIONAL CARE AT THE UNIVERSITY OF TÜBINGEN HOSPITALS.



Meine Krankheit, mein Medikament

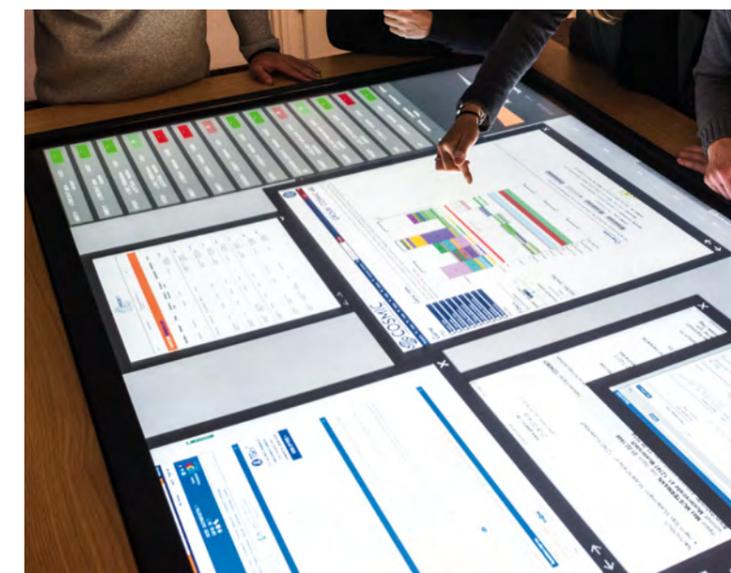
*Die **personalisierte Medizin** soll Krankheiten wie Krebs viel gezielter als bisher heilen. Doch während die Entwicklung neuer Therapien in Deutschland mit Riesenschritten voranschreitet, hinkt das Gesundheitssystem bei der **Digitalisierung** hinterher. Informatiker der Hochschule Reutlingen unterstützen Kliniken, Ärzte und Kassen bei der Aufholjagd.*

Personalisierte Medizin? Das machen wir doch immer schon, sagen viele Ärzte. Der Arzt behandelt einen Patienten immer persönlich und individuell. So gesehen stimme das, sagt Yvonne Möller, nicht jedoch bei der weiteren Therapie. „Hat ein Patient Krebs, bekommt er eine standardisierte Behandlung nach den geltenden Leitlinien“, so Möller. „Aber vielleicht wirkt ein Medikament gerade bei diesem Patienten nicht und eine andere Methode wäre besser.“ Genau für solche neuen Therapieformen interessiert sich die Geschäftsführerin des Zentrums für Personalisierte Medizin an der Uniklinik in Tübingen. Das Zentrum hat zunächst damit begonnen, die Behandlung von Krebs individueller zu machen und hat eigens dafür ein „Molekulares Tumorboard“ (MTB) gegründet, in dem das Zentrum mit Kollegen verschiedenster Fachrichtungen wie der Onkologie, der Human-genetik, der Bioinformatik und der Molekulardiagnostik der Uniklinik zusammenarbeitet, wenn die herkömmlichen Behandlungsmethoden ausgeschöpft sind.

Hohe Kosten, Wirkung (noch) umstritten

Auf der personalisierten Medizin ruhen große Hoffnungen: Mittels genetischer Diagnostik kann man heute das Erbgut eines Menschen scannen und dann anhand von genetischen Markern die Signalwege in einem Tumor erkennen. Dann kann der Arzt ein bestimmtes Medikament verabreichen, das genau diese Signalwege blockiert. „Die Erwartungen bei den Patienten sind gestiegen“, hat Yvonne Möller festgestellt. Dennoch eigneten sich die speziellen Tumordiagnosen nicht für alle Patienten, manchmal sei eine Standard-Chemotherapie die bessere Option. Andererseits gibt es schon individualisierte molekulare Therapien, die in den Leitlinien zugelassen sind und damit auch von den Kassen bezahlt werden. Beispiel Lungenkrebs: Dort ist die molekulare Therapie als zweite Option nach der Chemotherapie empfohlen, weil die Erfolgsrate über 50 Prozent liegt. Eine einzige Behandlung kann allerdings mehr als 100.000 Euro kosten, deshalb sind die Kassen sehr zurückhaltend bei der Anerkennung dieser neuen Therapieformen.

Sie heilen zwar nicht Krebs, können aber helfen, Erkrankungen etwa des Herz-Kreislauf-Systems oder Nebenwirkungen von Medikamenten früh zu erkennen sowie Therapieverläufe individuell zu überwachen, um gegebenenfalls frühzeitig und gezielt auf Veränderungen zu reagieren: Die Rede ist von Wearables, Sensoren die man am Körper trägt und die persönliche Gesundheitsdaten ans Smartphone übermitteln, angefangen von Pulsfrequenz und Blutdruck über Hauttemperatur und Bewegungsmuster bis zur Schlafqualität. Immer mehr Besitzer gehen zum Arzt wegen vermeintlich auffälliger Messwerte aus Fitness-Trackern, das verursacht Kosten für das Gesundheitswesen. Dabei sind diese zur medizinischen Diagnostik nicht gedacht. Generelle Verbote der Wearable-Technologie sind allerdings keine realistische Alternative, zumal manche Tracker durchaus einen medizinischen Nutzen haben könnten.



*Digitaler Tumortisch des Leibniz-Instituts für Wissensmedien, Tübingen
© Berthold Steinhilber/Universität Tübingen*



„Die App sammelt die Daten von allen Sensoren am Körper und sendet sie an einen Integrationsserver, der sie aufbereitet und dem Arzt zur Verfügung stellt.“

Es ist daher sinnvoll, zunächst zu untersuchen, ob und wie sich die Wearable-Technologie im medizinischen Alltag einbeziehen lässt. Diese Fragen soll das Projekt BW-Health-App beantworten, das vom Ministerium für Familie und Soziales Baden-Württemberg gefördert wird. „Die App sammelt die Daten von allen Sensoren am Körper und sendet sie an einen Integrationsserver, der sie aufbereitet und dem Arzt zur Verfügung stellt“, sagt Christian Thies, Professor für Medizininformatik an der Hochschule Reutlingen, der die App mit seinem Team derzeit entwickelt. Auch das Zentrum für Personalisierte Medizin an der Uniklinik Tübingen ist mit im Boot. Das ZPM-Tübingen ist klinischer Partner und wird den Prototyp an etwa 20 Patienten testen. Dabei gehe es erstmal nicht um die Relevanz bestimmter Messwerte, so Yvonne Möller. „Zunächst wollen wir wissen, ob die Sensoren bequem zu tragen sind und ob das System zuverlässig arbeitet.“

Diagnose online

Ein kleiner schwarzer Fleck: harmloses Muttermal oder Vorstufe zum Melanom, dem gefährlichen schwarzen Hautkrebs? Oft reicht ein kurzer Blick des Dermatologen, um Entwarnung zu geben oder eine weitere Untersuchung einzuleiten – wenn man einen Termin bekommt. Drei bis vier Monate kann die Wartezeit für einen Termin beim Dermatologen betragen – Tendenz steigend, denn durch die stärkere Sonneneinstrahlung und weil die Menschen immer älter werden, nimmt die Zahl der Hautkrebskrankungen zu. Schneller geht es beim Hausarzt, der in vielen Fällen schon Entwarnung geben kann, bei unklaren Fällen dann aber auch zum Dermatologen überweisen muss. Wie kann man diesen Prozess deutlich verkürzen? Auf diese Frage hat

Professorin Stefanie Joos eine effektive wie einfache Antwort gefunden: Der Hausarzt nimmt ein Foto auf, wenn notwendig mit Vergrößerung, und schickt es mit einer gesicherten Internet-Verbindung an einen Dermatologen, der die Diagnose stellt. Alle profitieren: Der Patient hat innerhalb von zwei Tagen einen Befund ohne lange Anfahrts- und Wartezeiten, der Dermatologe wird entlastet und der Hausarzt lernt mit der Zeit, auch schwierige Fälle selbst zu diagnostizieren. „Und die Bindung zwischen Patienten und Hausarzt bleibt erhalten“, so Joos.

Die Allgemeinärztin weiß, wovon sie spricht: Sie arbeitet an ein bis zwei Tagen in der Woche in einer Hausarztpraxis in Karlsruhe, „diese Erdung ist mir wichtig“. Und den Rest der Woche an der Uniklinik Tübingen, wo sie Ärztliche Direktorin des Instituts für Allgemeinmedizin und Interprofessionelle Versorgung ist. Eine ideale Kombination, weil die Ärztin so die Herausforderungen der Praxisarbeit in Forschungsprojekte übertragen kann. Zum Beispiel im TeleDerm-Projekt, das Joos sich ausgedacht und erfolgreich beim Innovationsfond des Gemeinsamen Bundesausschusses beantragt hat. Der Gemeinsame Bundesausschuss ist das höchste Beschlussgremium der gemeinsamen Selbstverwaltung im deutschen Gesundheitswesen. Er bestimmt in Form von Richtlinien, welche medizinischen Leistungen die rund 73 Millionen Versicherten beanspruchen können. Seit Mai 2017 haben sich 50 Arztpraxen in Baden-Württemberg dem Pilotprojekt angeschlossen, bis 2019 sollen sie rund 550 Telekonsile ausgeführt haben. Damit sind Fälle gemeint, wo ein Arzt einen anderen Arzt um Rat bittet. Bei TeleDerm schießt der Hausarzt ein Foto der betroffenen Hautpartie und schickt sie an den Fachkollegen. „Die Ärzte ziehen mit, die Technik funktioniert prima“,

lobt Joos. „Nun müssen wir die Ergebnisse abwarten, ob – wie wir erwarten – durch die Einführung der Telekonsile die normalen Überweisungen weniger werden.“

Lotse im Software-Dschungel

Für die reibungslose Technik ist wieder Christian Thies mit seinem Team zuständig. Er hat das TeleDerm-System entwickelt und in die Systeme der Praxen integriert. Keine leichte Aufgabe, denn in Deutschland gibt es rund 150 Anbieter von Software für Arztpraxen, jeder kocht sein eigenes Süppchen und es gibt keine Anreize oder Vorgaben, die eigene Software mit anderen Systemen zu verbinden. Allein die 50 Arztpraxen im Projekt betreiben schon 13 unterschiedliche Systeme. Weil es aber das Ziel von TeleDerm ist, den Aufwand für die teilnehmenden Praxen so gering wie möglich zu halten, auch bei der Abrechnung mit den Kassen, musste Thies für alle Systeme die passende Schnittstelle zum zentralen Befundungssystem des niederländischen Partners Ksyos entwickeln.

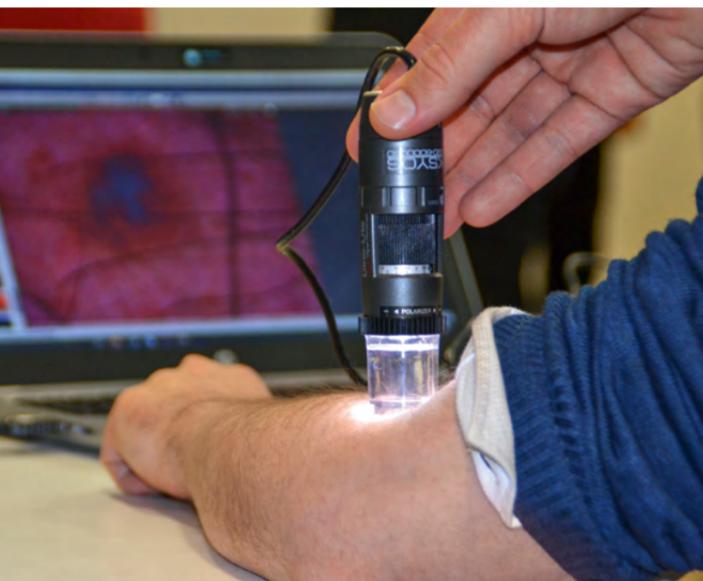
„Ich bin sehr glücklich über die Zusammenarbeit mit Christian Thies“, betont Stefanie Joos, „Mediziner und Informatiker haben

hier eine gemeinsame Sprache gefunden, das ist nicht selbstverständlich.“ So gut, dass man gemeinsam schon ein weiteres Projekt erfolgreich beantragt hat. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert sechs Netzwerke für Forschungspraxen. Dahinter steckt die Idee, dass die Arztpraxen auf riesigen Bergen von Daten über Krankheiten und Therapien sitzen, die für die medizinische Forschung interessant, aber nicht zugänglich sind. In einem Netzwerk haben sich die Unikliniken in Tübingen, Heidelberg und Freiburg mit der Hochschule Reutlingen zusammengeschlossen, um diese Barriere zu überwinden. Auch hier soll das Team von Christian Thies für den reibungslosen Datenaustausch zwischen dem Wust an unterschiedlichen Praxis-Programmen und der Wissenschaft sorgen.

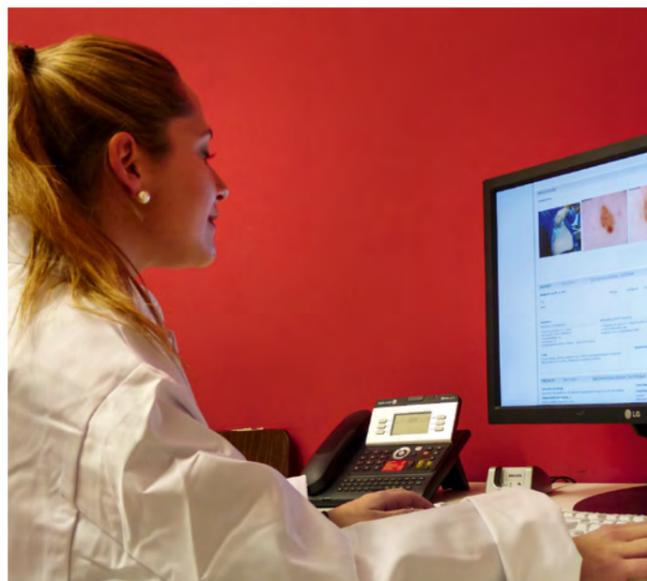
Deutschland abgehängt

Das dürfte auch klappen, aber was ist mit der nachhaltigen Digitalisierung des deutschen Gesundheitswesens? Diese erscheint als eine geradezu unlösbare Aufgabe. Man denke nur an das Desaster mit der elektronischen Patientenakte: Aus technologischer Sicht stehen die erforderlichen Komponenten für den geschützten und medizinisch sinnvollen Austausch von





Mit dem Dermatoskop schießt der Hausarzt ein Foto der betroffenen Hautpartie. © Elke Rauls



Dermatologin beim Befunden © Raphaela Weber

Patientendaten längst zur Verfügung und werden auch in Einzelprojekten wie TeleDerm verwendet. Bis heute ist jedoch keine flächendeckende, einheitliche und alltagstaugliche Lösung zur Integration in den medizinischen Alltag etabliert. Nach fast 15 Jahren Planung und etwa 1,2 Milliarden Euro Kosten hält Thies wie viele andere auch das Projekt elektronische Gesundheitskarte in der ursprünglichen Form für gescheitert.

Gründe sind laut Thies die unklare Entscheidungshoheit, unterschiedliche Erwartungen und wirtschaftliche Interessen sowie ungelöste rechtliche Fragen. Außerdem nutzen Ärzte und Patienten heute bereits aus Gewohnheit Programme wie Whatsapp oder Email zum Austausch von Gesundheitsdaten im Praxisalltag, obwohl diese Anwendungen dafür völlig ungeeignet und ungesichert sind. Das ist nachvollziehbar, da die freie Verfügbarkeit sowie die Nutzererfahrung, die soziale Netzwerke bieten,

alle Erwartungen an einfach zu bedienende Kommunikationslösungen erfüllen. Diese Ambivalenz zwischen praktischem Nutzwert und Verfügbarkeit digitaler Lösungen einerseits sowie Erwartungen an Gesetzgeber, Softwareentwickler und Systembetreiber andererseits, müsse von allen Beteiligten gemeinsam und transparent aufgelöst werden, fordert Christian Thies. Digitalisierung sei ein Thema, das bereits in der Schulbildung verankert werden müsse.

So falsch dürfte der Medizininformatiker mit seiner Kritik nicht liegen, denn laut einer Studie der Bertelsmann-Stiftung liegt Deutschland bei der Digitalisierung in der Medizin auf dem vorletzten Platz. Andere Länder wie Estland und Spanien sind Deutschland weit voraus. Das verwundert nicht, wenn man allein das Desaster mit der Gesundheitskarte bedenkt. Aktuelle flächendeckende Initiativen wie die elektronischen Patientenakten der gesetzlichen Krankenkassen müssen Ihren Nutzwert noch beweisen, lassen aber auf eine positive Entwicklung hoffen. In den Niederlanden gibt es bereits seit zehn Jahren ein System ähnlich wie TeleDerm. „Allerdings gibt es dort auch nur fünf Anbieter für Praxis-Software und nicht 150“, schränkt Stefanie Joos ein. Auch gebe es im Nachbarland keine niedergelassenen Dermatologen, jeder Patient müsse immer erst zum Hausarzt, „damit ist die Notwendigkeit für so ein System einfach noch höher“.



„Die Ambivalenz zwischen praktischem Nutzwert und Verfügbarkeit digitaler Lösungen einerseits sowie Erwartungen an Gesetzgeber, Softwareentwickler und Systembetreiber andererseits, muss von allen Beteiligten gemeinsam und transparent aufgelöst werden.“

Wegen der holprigen Digitalisierung kommen die riesigen Fortschritte in der medizinischen Forschung bei den Patienten nur verzögert an. „Die größte Herausforderung ist die Regulierung“, klagt Dr. Nicola Osypka, Vorstand der Osypka AG, die Geräte für die Herz- und Hirnstimulation etwa für Epilepsie-Patienten, für die Hochfrequenzablation am Herzen sowie Ballonkatheter herstellt. Heute dauere es Jahre länger, bis ein Produkt für den Markt zugelassen werde. „Zum Teil betrifft das sogar Produkte, die sich seit 40 Jahren nicht verändert haben“, sagt die Tochter des Firmengründers Prof. Peter Osypka. Änderungen und Verbesserungen seien schwierig, aufwendig und teuer.

Gut, wenn man Partner an seiner Seite hat wie die Hochschule Reutlingen, wo Professor Cristóbal Curio mit dem Unternehmen in Rheinfelden-Herten an einer Kooperation feilt. Eine Expertise zur Digitalisierung von Prozessen habe man bei Osypka nicht, dagegen bringe man reichlich Erfahrung im Qualitätsmanagement ein, sagt Nicola Osypka. „Deshalb ist die Kooperation mit der Hochschule ein Gewinn für beide Seiten.“

BERND MÜLLER

MY CONDITION, MY MEDICATION

Personalized medicine brings enormous benefits in the treatment of cancer patients in particular. But digital advances such as telemedicine are being held back by the need for comprehensive agreement in the health care system. Reutlingen University is working with its partners to overcome the technical hurdles and to implement valuable digital solutions.



Generator für die HF Ablation © Osypka AG



STEINBEIS – TRANSFERPARTNER DER HOCHSCHULE REUTLINGEN

Eine Unternehmensgründung ist Vertrauenssache. Steinbeis ist ein starker Partner für junge Gründer wie auch Professoren und Hochschulangehörige, die neben der eigentlichen Lehre ihre Expertise gemeinsam mit Partnern in Wirtschaft und Industrie in die Praxis bringen wollen: Davon profitieren Hochschule und Wirtschaft gleichermaßen – die Praxisnähe sichert die Aktualität der Lehre, der wissenschaftliche Fortschritt der Hochschule fördert direkt den Marktvorsprung der Unternehmen. Mit diesem Konzept hat sich Steinbeis seit Beginn der 1980er-Jahre zu einer der größten Start up-Plattformen in Europa entwickelt.

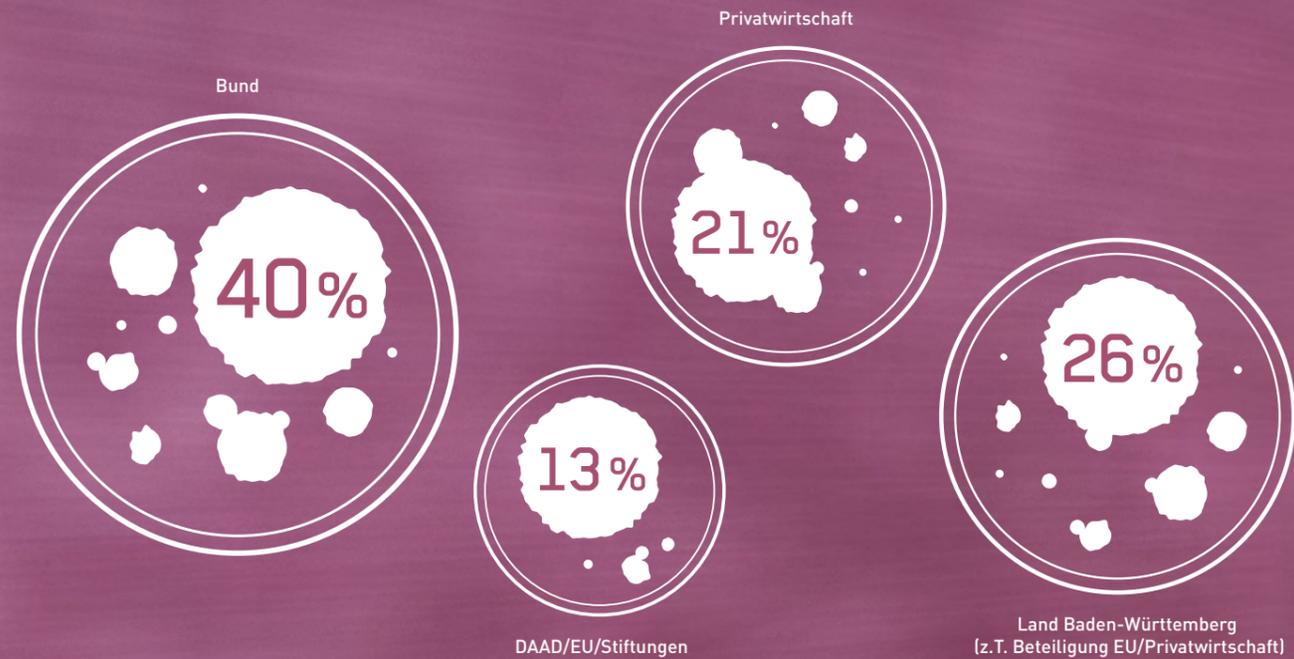
Die Hochschule Reutlingen und Steinbeis verbindet eine Jahre lange sehr erfolgreiche Zusammenarbeit im unternehmerischen Wissens- und Technologietransfer, die 2014 zum Kooperationsunternehmen Steinbeis Transfer GmbH an der Hochschule Reutlingen geführt hat: Verlässlich und unbürokratisch finden hier vor allem kleine und mittlere Unternehmen Ansprechpartner für Forschung, Entwicklung und Beratungsprojekte.



Steinbeis-Stiftung | Vor Ort in der Region Neckar-Alb: www.steinbeis-reutlingen.de

Zahlen & Fakten

Herkunft der in 2018 eingeworbenen Forschungsprojektmittel



Forschungsdrittmittel

Eingegangene Forschungsdrittmittel in Mio €, berechnet nach den Kriterien der AG IV (Forschungsbeirat der HAW-Rektorenkonferenz Baden Württemberg), ab 2014 Nettowerte

Drittmittel mit Forschungsbezug, z.B. Geräteausstattung, Forschungsgrundfinanzierung und -sponsoring
 Konkrete Forschungsprojekte
 Gesamt



Forschungsprojekte

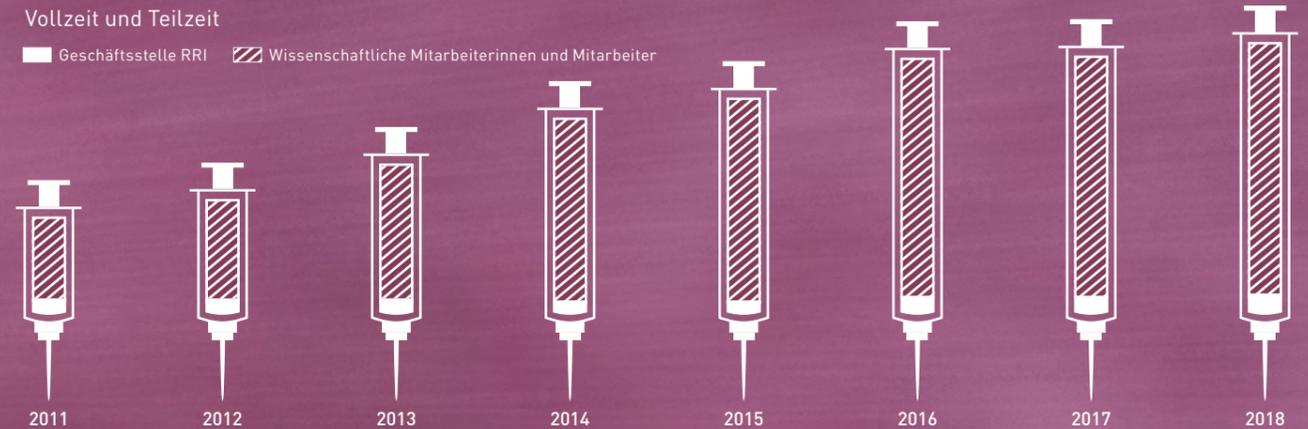
Anzahl der aktiven Forschungsprojekte im Zeitraum eines Jahres



Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Vollzeit und Teilzeit

Geschäftsstelle RRI
 Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

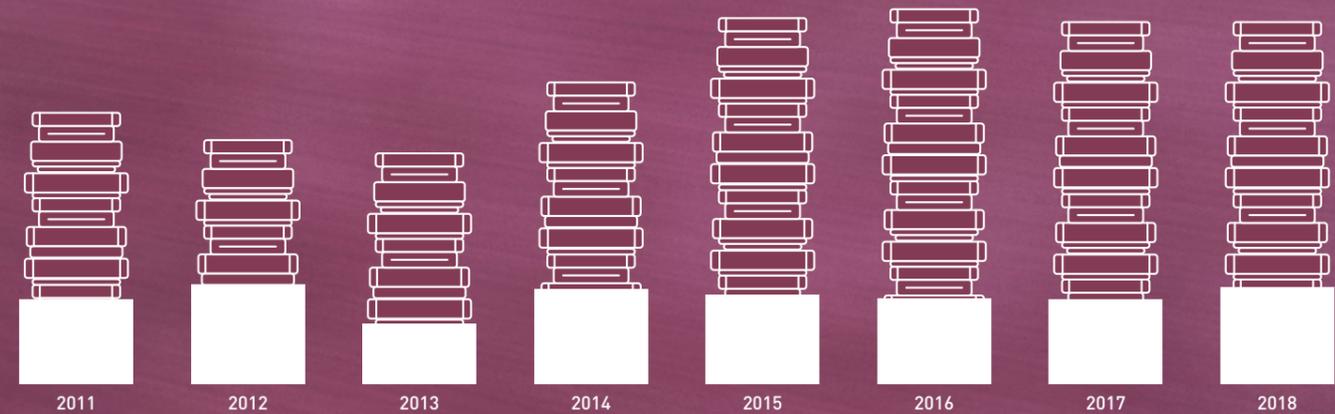


Im Zeitraum eines Jahres in der Forschung beschäftigte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (keine Vollzeitäquivalente)

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gesamt	43	51	67	88	97	115	116	122
Geschäftsstelle RRI	6	6	6	5	5	7	7	8
Wiss. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	37	45	61	83	92	108	109	114

Wissenschaftliche Publikationen

Peer-Review-Publikationen
 Einfache wissenschaftliche Publikationen



Anzahl Publikationen (Dissertationen als Peer-Review-Publikationen gezählt)

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gesamt	201	181	171	224	271	278	268	269
Einfache wiss. Publikationen	139	108	127	154	205	215	206	198
Peer-Review-Publikationen	62	73	44	70	66	63	62	71



Impressum

Herausgeber

Reutlingen Research Institute, Hochschule Reutlingen / Präsident Prof. Dr. Hendrik Brumme

Redaktion

Gesamtverantwortung: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Gruhler, Prof. Dr. Stephan Seiter, Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas

Redaktion: Lilith Langeheine

Schlussredaktion: Kerstin Kuhn, Marlen Stiedl

Übersetzung

Amanda Crain

Fotos

Hochschule Reutlingen, Fotoatelier Karl Scheuring,
S. 1 iStock: Poike, S. 8 Osypka AG, ReHub GmbH, S. 13 Oleksandra Samokhina, S. 14/15 Wolfram Scheible Fotografie,
S. 16 Oleksandra Samokhina, S. 18 Johannes Höfener, S. 19 ReHub GmbH, S. 20 iStock: Dr_Microbe,
S. 22 Oleksandra Samokhina, S.24/25 NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen,
S. 26 Oleksandra Samokhina, S. 27 iStock: anyaivanova, S. 28 iStock: AlasdairJames, S. 30 iStock: chinaface,
S. 32 iStock: alexd, S.39 iStock: choness, S. 42 Adobe Stock: Sashkin, S. 45 Adobe Stock: 3d_kot, S. 50 iStock: jerryhat,
S. 55 Berthold Steinhilber/Universität Tübingen, S. 56 iStock: DragonImages, S. 57 Elke Rauls, S. 58 (links oben) Elke Rauls,
S. 58 (rechts oben) Raphaela Weber, S. 59: Osypka AG

Auflagenhöhe

2.000

Druck

Sautter GmbH, Reutlingen

Gestaltung

REFORM DESIGN, Stuttgart

Erscheinungsdatum

Juni 2019, P-ISSN: 2568-8103, E-ISSN: 2568-8111

Digitale Ausgabe

www.reutlingen-university.de/research

Anzeigen

FairNetz GmbH, engie Deutschland GmbH, QTM Consulting GmbH & Co. KG.,
BKW Kälte-Wärme-Versorgungstechnik GmbH, Steinbeis-Stiftung, Festo Vertrieb GmbH & Co. KG

Urheberrecht

Hochschule Reutlingen, alle Rechte vorbehalten

Adresse

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University
Reutlingen Research Institute
Alteburgstraße 150
72762 Reutlingen

T. 07121 271 - 1461

F. 07121 271 - 1404

rri@reutlingen-university.de

www.reutlingen-university.de

18. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft
für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie

OP der Zukunft

WANN: 19. – 21. SEPTEMBER 2019 | WO: HOCHSCHULE REUTLINGEN

Wie werden chirurgische Eingriffe in Zukunft aussehen? Wie können wir die Versorgung
der Patienten verbessern – mit allem was technisch möglich und sinnvoll ist?

Bei der 18. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte
Chirurgie gestalten Informatiker, Ingenieure und Ärzte die OPs der Zukunft. Tagungspräsident
Professor Oliver Burgert: „Freuen Sie sich auf einen wahrlich interdisziplinären Austausch
und wagen Sie einen Blick in den Bau unseres neuen Lehr- und Forschungs-OPs!“

Registrieren
Sie sich jetzt:
www.curac.org



RRI
Reutlingen Research Institute



Innovation beginnt im Kopf. Ihre Karriere bei uns.

In der Industrie 4.0 verschmelzen Produktion und digitale Welt. Festo gestaltet diesen Trend maßgeblich mit – mit intelligenten Automatisierungslösungen von der Steuerungstechnik bis zur Sensorik und Aktorik. Neben der Entwicklung neuer Technologien bedeutet Industrie 4.0 für uns aber auch, unsere mehr als 20.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf künftige Herausforderungen optimal vorzubereiten. Und ihnen die Freiheit zu geben, Innovationen aktiv mitzugestalten. Sind Sie bereit für die Industrie von morgen? Dann starten Sie Ihre Karriere bei Festo.