

# ATTEMPTO!

Ausgabe Issue → 46 | 2018  
Forschungsmagazin der  
Universität Tübingen  
University of Tübingen magazine

**Moderne Technik haucht  
alten Daten Leben ein**  
Advanced Technology Breathes  
Life into Historical Data

**Wenn Zellmotoren  
Walzer tanzen**  
When Molecular Motors Waltz

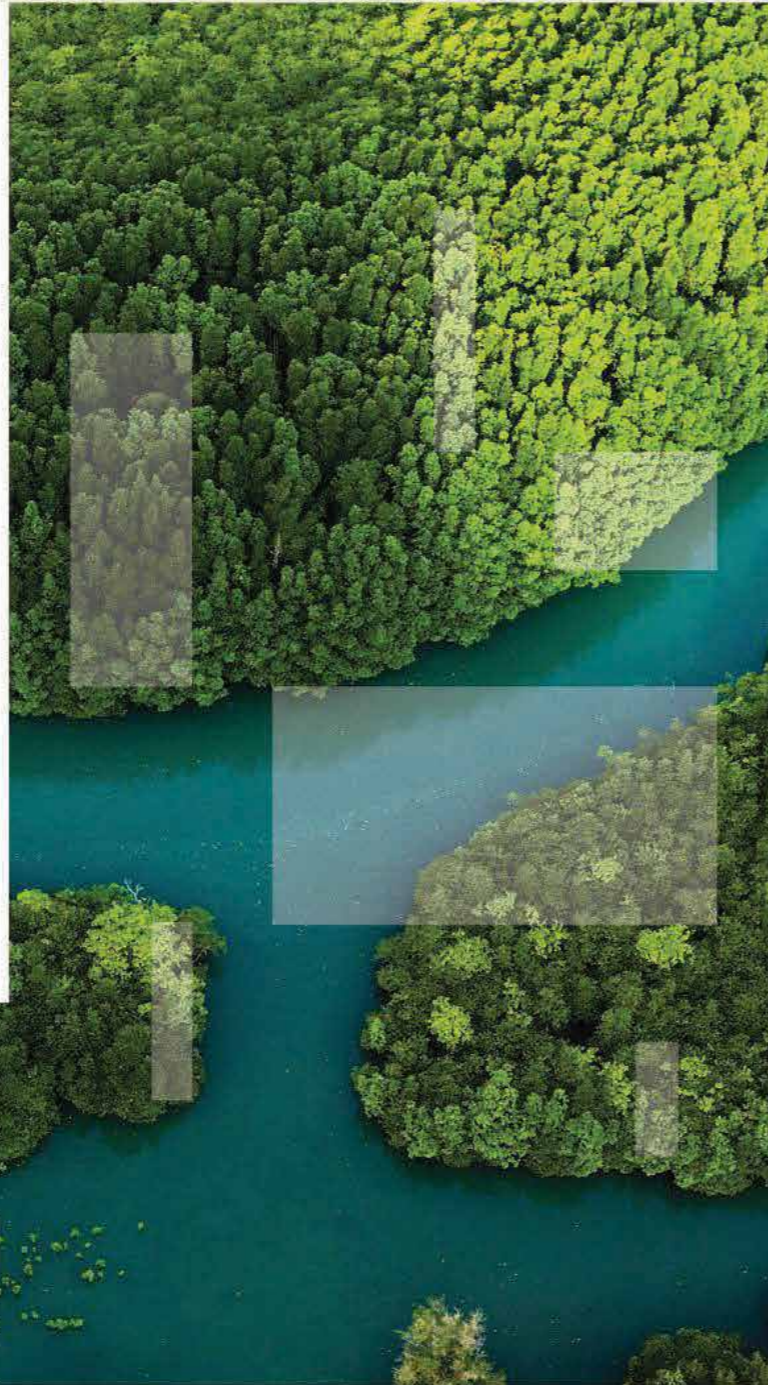
**Die Medizin der Zukunft**  
The Future of Medicine



Du bist ein talentierter Absolvent (m/w) aus dem Studiengang Mathematik, Rechtswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften oder Informatik?

## Dann suchen wir Dich in Reutlingen!

Nutze deine Chance auf einen Karriereestieg bei einem international agierenden Unternehmen mit flachen Hierarchien und kooperativer Unternehmenskultur!



Erfahre mehr auf [www.willistowerswatson.com](http://www.willistowerswatson.com) oder bewirb Dich initiativ unter [recruiting.ger@willistowerswatson.com](mailto:recruiting.ger@willistowerswatson.com).



Liebe Leserin, lieber Leser,

//\_\_\_\_\_ Spitzenforschung braucht Visionen und Förderer. Die Universität Tübingen freut sich deshalb besonders über einen neuen Forschungspreis: Dank der Dr. Karl Helmut Eberle Stiftung konnte sie erstmals einen Innovationspreis für herausragende Forschungsprojekte ausrufen. Die mit 300.000 Euro dotierte Auszeichnung wird an Tübinger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vergeben, die sich mit drängenden Zukunftsfragen beschäftigen. In diesem Jahr ging er an ein interdisziplinäres Team, das unter anderem Alternativmethoden für Tierversuche entwickelt.

Innovative Forschung finden Sie auch auf den folgenden Seiten. So haben Tübinger Forschende dank des eScience-Centers die Möglichkeit, digitale Werkzeuge und Methoden für ihre Projekte einzusetzen – beispielsweise, um dreidimensionale Computermodelle von Ausgrabungsstätten zu erstellen. Der Biophysiker Erik Schäffer erhielt bereits den Landespreis für mutige Forschung: Mit selbst entwickelten Mikroskopen erforscht er im Nanobereich, wie sich Motorproteine in Zellen fortbewegen. Mit einer eigens konstruierten „optischen Pinzette“ gelang es ihm, Moleküle festzuhalten und kleinste Kräfte zu messen.

Als zukunftsweisend gelten medizinische Behandlungsmethoden, bei denen Diagnose und Therapie individuell auf Patienten abgestimmt werden. Das Tübinger Zentrum für Personalisierte Medizin entwickelt unter anderem molekulare Boards, Schnittstellen, an denen verschiedene Fachgebiete ihre Daten einbringen. Basierend auf der molekularen Charakteristik einer Erkrankung entsteht so ein passgenaues Therapiekonzept für jeden Patienten. \_\_\_\_\_//

**Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre!**

**Professor Dr. Peter Grathwohl**  
Prorektor für Forschung // Vice-President of research

Dear Reader,

//\_\_\_\_\_ Top research needs visionaries and funding for emerging and groundbreaking ideas. The University of Tübingen is therefore particularly pleased to announce a new research award: With the generous support of the Dr. Karl Helmut Eberle Foundation, the University has been able to introduce an innovation prize for outstanding research projects. The prize, worth 300,000 euros, will be awarded to scientists in Tübingen who are dealing with pressing issues of our future in their research. This year, the prize was awarded to an interdisciplinary team who has succeeded in developing alternative methods for animal experiments.

There are many examples of such innovative research on the following pages of this edition of attempto!. Through the eScience-Center, researchers in Tübingen have the opportunity to use digital tools and methods for their projects such as creating three-dimensional computer models of archaeological sites. Biophysicist Erik Schäffer has received the state prize for courageous research for his pioneering work on developing a nanomicroscope and optical tweezers for investigating the movement of motor proteins in cells.

Methods of adapting diagnostics and treatments for individual patients are a key area for future research in medicine. The Center for Personalized Medicine in Tübingen is setting up molecular boards where interdisciplinary specialists meet to analyze data from complex cases. By analyzing the molecular characteristics of a disease from different perspectives, physicians can create a therapy concept for individual patients. \_\_\_\_\_//

**I hope you enjoy reading.**

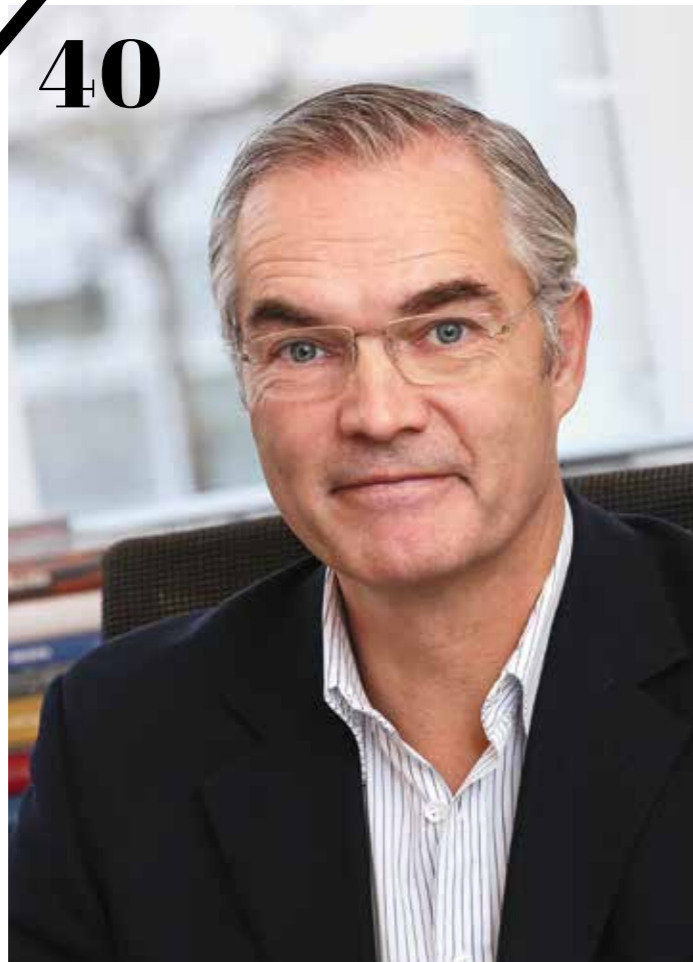
08



**Moderne Technik haucht  
alten Daten Leben ein**  
Advanced Technology  
Breathes Life into Historical  
Data

→ Das eScience-Center unter-  
stützt Tübinger Forschungs-  
projekte beim Einsatz digitaler  
Methoden. Und es entwickelt  
digitale Lösungen, um große  
Datenmengen langfristig zu  
sichern. // The eScience-Center  
supports research projects in  
the use of digital methods and  
develops solutions for archiving  
large data volumes.

40



**Kunstliebhaber mit  
Geschäftssinn**  
An Art Lover with  
Business Sense

→ Philipp Herzog von Würt-  
temberg, Tübinger Alumnus,  
versteigert bei Sotheby's  
Kunstwerke zu Höchstpreisen.  
// Alumnus Philipp Herzog von  
Württemberg auctions artworks  
at Sotheby's for record prices.

18



**Wenn Zellmotoren  
Walzer tanzen**  
When Molecular Motors  
Waltz

→ Winzige Motorproteine  
transportieren in Zellen Lasten.  
Tübinger Wissenschaftler  
vermessen dabei entstehende  
Kräfte mit Spezialmikroskopen.  
// Scientists use a custom-built  
microscope to measure the  
forces generated by minute  
motor proteins in cell transport.

24



**Die Medizin der Zukunft**  
The Future of Medicine

→ Die Personalisierte Medizin lebt vom Austausch der Disziplinen:  
Aus vernetzten Daten entsteht die bestmögliche Therapie für den  
einzelnen Patienten. // Personalized medicine: Sharing data between  
disciplines leads to the best possible therapy for individual patients.

- 03 Editorial
- 04 Inhalt  
Contents

→ FORSCHUNG RESEARCH

- 06 Kurzmeldungen  
Research News in Brief
- 08 **Moderne Technik haucht  
alten Daten Leben ein**  
Advanced Technology Breathes Life  
into Historical Data
- 15 **Wenn Zellmotoren  
Walzer tanzen**  
When Molecular Motors  
Waltz
- 22 **Die Medizin der Zukunft**  
The Future of Medicine

→ CAMPUS CAMPUS

- 34 **Zwischen Mensa und  
Weltmeisterschaft**  
Between Lectures and the World  
Championships

→ MENSCHEN PEOPLE

- 40 **Kunstliebhaber mit  
Geschäftssinn**  
An Art Lover with Business Sense
- 46 Ausblick | Impressum  
Outlook | Imprint

## Kurzmeldungen

### Research News in Brief

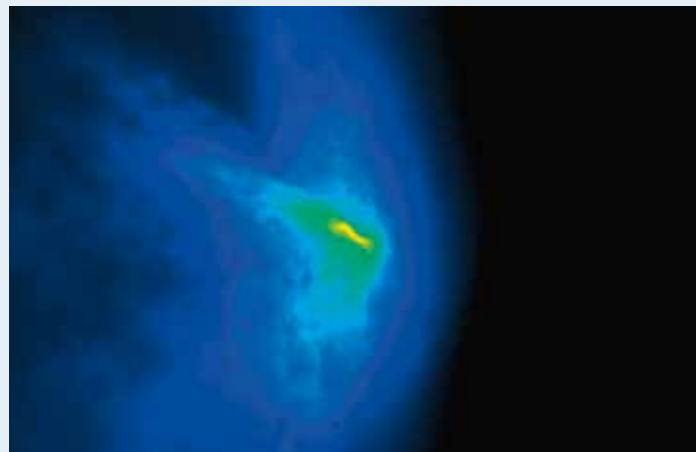
01

### Wie massereiche Schwarze Löcher entstanden

How Massive Black Holes Formed

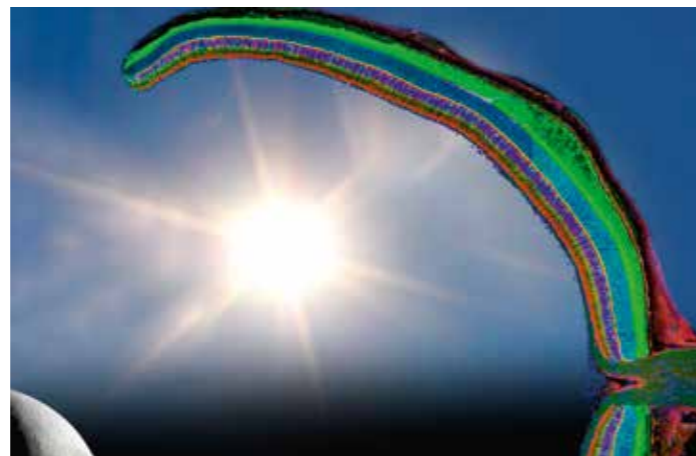
→ In einer Entfernung von 13 Milliarden Lichtjahren finden sich supermassereiche Schwarze Löcher, die bereits im frühen Universum entstanden. Mit einer Supercomputer-Simulation hat ein internationales Projekt, an dem der Tübinger Astrophysiker Dr. Rolf Kuiper beteiligt war, nun ihre Entstehung nachvollzogen: Demnach hat sich 100 Millionen Jahre nach Entstehung des Universums ein massereicher Klumpen dunkler Materie gebildet und Gasströme mit Überschallgeschwindigkeit eingefangen, die beim Urknall entstanden waren. In der daraus entstehenden Gaswolke entwickelte sich ein Stern, der wuchs und schließlich aufgrund seiner eigenen Schwerkraft kollabierte und ein massereiches Schwarzes Loch hinterließ. Derartige Schwarze Löcher aus dem frühen Universum wuchsen weiter oder verschmolzen zu supermassereichen Schwarzen Löchern. „Unsere Berechnung der Häufigkeiten solcher extremen Sternentstehungen deckt sich mit der beobachteten Anzahl massereicher Schwarzer Löcher“, sagt Kuiper.

// At a distance of 13 billion light years, there are supermassive black holes that were formed in the early Universe. An international team of researchers including University of Tübingen's Dr. Rolf Kuiper has created a super-computer simulation which explains their existence. According to the model, a massive clump of dark matter formed when the universe was 100 million years old. Supersonic gas streams generated by the Big Bang were caught by this dark matter to form a dense, turbulent gas cloud. A protostar formed within this gas cloud, which grew and finally collapsed due to its own gravity and left a massive black hole. Such black holes from the early universe continued to grow or fuse into supermassive black holes. "Our calculation of the frequency of such extreme star formations coincides with the observed abundance of massive black holes", says Kuiper.



Computer-Simulation der Geburt eines massereichen Sterns im frühen Universum. // Computer simulation of the birth of a massive star in the early universe.

Photo: Hirano/Hosokawa/Yoshida/Kuiper



Querschnitt der Netzhaut: Stäbchen funktionieren auch bei Tageslicht. // Cross-section of the retina: Rods in the retina contribute to daylight vision.

Photo: AG Münch

02

### Stäbchen in der Netzhaut funktionieren auch bei Tageslicht

Rods in the Retina Contribute to Daylight Vision

→ Stäbchen-Lichtrezeptoren haben auch für das Sehen bei Tageslicht eine Funktion. Mit diesem Studienergebnis widerlegt ein internationales Forscherteam die traditionelle Lehrmeinung einer strengen Arbeitsteilung in der Netzhaut: Bisher ging man davon aus, dass Stäbchen nur für das Sehen bei schwachem Licht verantwortlich sind und die Zapfen für das Sehen bei starkem Licht und Farbe. Der Neurowissenschaftler Thomas Münch und Kollegen aus Manchester und Helsinki hatten in der Studie transgene Mäuse ohne funktionierende Zapfen untersucht. Bei starker Lichteinstrahlung fanden sie sowohl in der Netzhaut als auch im Gehirn messbare Signale aus den Stäbchen. Anschließend stellten sie diese auch bei Tieren fest, deren Zapfen normal arbeiteten. Die Ergebnisse könnten helfen, neue Weg für die Behandlung von Menschen ohne funktionierende Zapfen zu finden. (Nature Communications)

// A recent study by an international research team has challenged traditional views by suggesting that rods in the retina do contribute to daylight vision. Previously, scientists assumed that rods are only responsible for low-light vision whereas cones allow vision in bright light and color recognition. In the recent study, neuroscientist Thomas Münch and his colleagues from Manchester and Helsinki investigated transgenic mice without functioning cones. In bright light conditions they detected measurable signals in the retina and the brain from the rods. They also found the same signals in mice whose cones were working normally. These findings may be beneficial for developing new treatments for patients suffering from loss of vision in bright light. (Nature Communications)

03

### Schlechte Noten für Sprache in Schulbüchern

Low Grades for Language in Textbooks

→ Die sprachliche Komplexität von Schulbuchtexten ist nur bedingt an den Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler angepasst, sodass es zu Überforderungen und Unterforderungen kommen dürfte. Zu diesem Schluss kommt eine Studie von Tübinger Bildungsforschern um Ulrich Trautwein, in der knapp 3.000 Texte aus Geografiebüchern von vier Schulbuchverlagen für die Klassen fünf bis zehn für Hauptschulen und Gymnasien untersucht wurden. Viele Texte wiesen sprachliche Merkmale auf, die untypisch für die jeweiligen Klassenstufen und Schularten waren. Außerdem zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Schulbüchern der einzelnen Verlage in der Hinsicht, dass die sprachliche Schwierigkeit der Texte zwischen den Klassenstufen unterschiedlich schnell zunahm. „Es gibt noch Verbesserungspotenzial, zum Beispiel beim Wortschatz oder bei den grammatischen Strukturen“, sagt Erstautorin Karin Berendes. (Journal of Educational Psychology)

// The linguistic complexity of textbooks is frequently not adequate for pupils' level of development, resulting in mental overload or, sometimes, underload. That is the result of a study in which University of Tübingen education scientists, led by Ulrich Trautwein, analyzed roughly 3,000 texts from geography books by four different publishers for grade levels 5 to 10 at German lower and upper secondary schools. Many texts contained linguistic features atypical for the respective grade and school track. Furthermore, the individual publishers greatly differed with regard to how quickly the complexity of texts increased between grades. "There is room for improvement, for example with regard to vocabulary and grammatical structures", says Karin Berendes, first author of the study. (Journal of Educational Psychology)



Schulbuchtexte sind oft nur bedingt an die sprachliche Entwicklung Jugendlicher angepasst. // The linguistic complexity of textbooks is frequently not adequate for pupils' level of development.

Photo: Friedhelm Albrecht/Universität Tübingen



Pflanzkohle könnte Basis für eine neue Generation Dünger sein. // Biochar could be the basis for a new generation of fertilizer.

Photo: Nikolas Hagemann

04

### Pflanzkohle könnte Düngung revolutionieren

Biochar Could Revolutionize Fertilization

→ Der Einsatz von Stickstoffdüngern oder Gülle in der Landwirtschaft produziert Treibhausgase und bringt Nitrat ins Grundwasser. Tübinger Forscher haben nun möglicherweise die Grundlage für die Entwicklung einer neuen Generation von Düngemitteln gelegt: Die Basis dafür könnte Pflanzkohle sein – verkohlte Biomasse wie beispielsweise Holzkohle –, die schon vereinzelt als umweltschonenderes Hilfsmittel in der Landwirtschaft angewendet wird. Bislang war jedoch zu wenig darüber bekannt, wie Pflanzkohle den wichtigen Nährstoff Nitrat speichert. In einer Studie untersuchten die Geomikrobiologen Dr. Nikolas Hagemann und Professor Andreas Kappler mit internationalen Kollegen Pflanzkohle vor und nach der Kompostierung mit Stallmist und konnten erstmals zeigen, dass diese durch die Kompostierung mit einer organischen Beschichtung überzogen wird – dies könnte die Düngereigenschaften entscheidend verbessern. (Nature Communications)

// The use of nitrogen fertilizers in agriculture produces greenhouse gases and brings nitrate into the groundwater. Researchers from Tübingen may now have laid the groundwork for the development of a new generation of fertilizers, based on biochar – charred biomass such as charcoal –, which is already being used as a more environmentally friendly fertilizer in agriculture. So far, too little was known about how biochar stores the important nutrient nitrate. In an international study, the geomicrobiologists Dr. Nikolas Hagemann and Professor Andreas Kappler investigated biochar before and after composting with manure and could show for the first time that an organic coating forms during composting which could significantly improve the biochar's fertilization properties. (Nature Communications)

# Moderne Technik haucht alten Daten Leben ein

## Advanced Technology Breathes Life into Historical Data

Mit neuen Lasertechniken lässt das eScience-Center Grabungsstätten in 3D entstehen. Die „Core Facility“ der Universität Tübingen bietet Forschenden digitale Methoden an und hilft bei der Langzeitarchivierung großer Datenmengen.

// With new laser technology, the eScience-Center is modeling excavation sites in 3D. As a Core Facility at the University of Tübingen, the eScience-Center provides researchers with digital methods and helps with the long-term archiving of large amounts of data.

**TEXT**  
Stefanie Molitor

**PHOTOS**  
Christoph Jäckle

”  
**Wir legen die Schichten digital  
 übereinander und können  
 die Ausgrabung wie in einem Film  
 nachvollziehen – das ist brilliant.**

Using digital technology to reconstruct each layer, we can observe the excavation like in a film.

“

> deutsch

// \_\_\_\_\_ Auf dem Computer erscheinen Fragmente einer Steinwand. Bodenstruktur und Umgebung schälen sich aus dem schwarzen Hintergrund. Mithilfe des Mauszeigers bewegt man sich in einer 3D-Simulation entlang der bruchstückhaften Mauer gefühlt wie in einem Computerspiel. Mit einem Unterschied: Das Mauerwerk auf dem Bildschirm im Tübinger eScience-Center ist keine Fiktion. Es sind Mauern der antiken Stadt Pompeji – vor rund 1.900 Jahren zerstört durch einen Vulkanausbruch.

Der Mann vor dem Rechner ist Matthias Lang, die Bildschirm-animation Ergebnis eines Forschungsprojekts mit modernster 3D-Laserscan-Technik. Lang leitet das eScience-Center, das 2013 im Rahmen der Exzellenzinitiative als sogenannte „Core Facility“ an der Universität Tübingen gegründet wurde: Es bietet Know-how und Technik, um Langzeitarchive für Forschungsdaten zu erstellen, Forschende mit digitalen Werkzeugen und Methoden zu unterstützen und dieses Wissen in Lehrprogrammen weiterzugeben.

Das eScience-Center ist Mittler zwischen zwei Welten: Forschern und Informatikern. Weil die Informatiker des Centers stets die beste Methode für das jeweilige Projekt finden müssen, helfen sie Wissenschaftlern indirekt, ihre Forschungsfragen zu konkretisieren. Sie kümmern sich um den technischen Ablauf der Forschungsarbeiten – und schaffen der Forschung so Freiraum für Projekte. „Wenn ich Romanist bin, möchte ich nicht unbedingt Informatiker sein“, sagt Lang. „Als Fachfremder schafft man es selten, sich so profundes IT-Wissen anzueignen, dass man internationalen Standard erreicht.“

01 Juniorprofessor Dr. Johannes Lipps  
 02 Dr. Matthias Lang  
 03 Dr. Ramadan Hussein



01



02



03

#### Suche per Knopfdruck statt Karteikarten

Das eScience-Center der Universität arbeitet schnell und effektiv: Im Gegensatz zu externen Firmen kann es auf vorherige Projekte aufbauen, Datenbanken und Methoden anpassen. Außerdem bietet es kontinuierliche Unterstützung, in enger Zusammenarbeit mit Universitätsbibliothek und Rechenzentrum. So entstehen nachhaltige Infrastrukturen – und Langzeitriskos werden verhindert. „Häufig kommen Forscher zu uns, weil sie Dateien aus älteren Projekten nicht öffnen können, beispielsweise weil der HiWi gewechselt hat. Und mit ihm das IT-Fachwissen.“

Meistens beginnt alles im Büro von Matthias Lang. Noch vor Projektbeginn bespricht er mit den Wissenschaftlern das Ziel ihrer Forschung. Ein Schwerpunkt des eScience-Centers liegt auf den „Digital Humanities“. Unter diesem Terminus entwickelt sich die Anwendung von IT-gestützten Methoden und Werkzeugen auch in den geisteswissenschaftlichen Disziplinen



04

04 Die Grabanlage wird mit einem Laser-Scanner erfasst – im Computer entsteht daraus ein 3D-Modell.  
 // Scientists use a laser scanner to record data from the burial site which is processed by a computer to create a 3D model.

Photo: eScience-Center

immer mehr zum unverzichtbaren Hilfsmittel. Vor allem Fächer, die sich mit quantitativen Informationen und großen Datenmengen beschäftigen – etwa mittelalterliche Geschichte, Islamwissenschaft, Indologie, Archäologie oder Musikwissenschaft – profitieren von den neuen Methoden. „Angenommen, ich möchte als Mittelalter-Historiker aus 20.000 Urkunden den Namen Adalbert filtern“, sagt Lang. „Da bin ich froh, wenn ich nur einen Knopf drücken und nicht durch zigtausend Karteikarten gehen muss.“

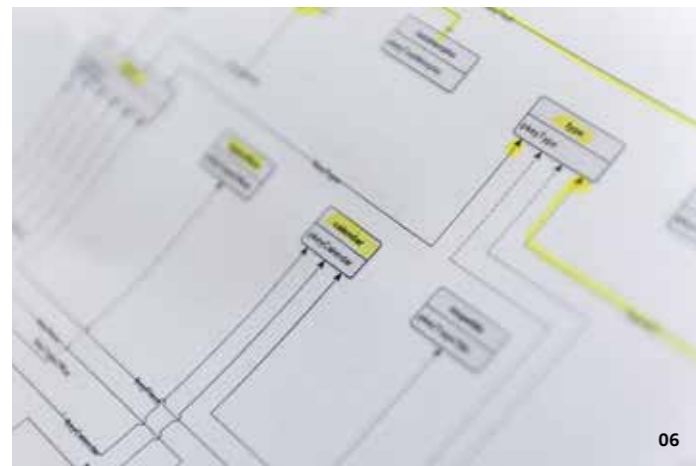
Lang, selbst Klassischer Archäologe, interessierte sich schon immer für IT. Genau diese Begeisterung ermöglicht es ihm nun, mehrmals im Jahr zu den spannendsten Forschungsprojekten der Universität zu reisen: in den Oman, nach Japan, Ägypten, den Nordirak – oder eben an den Golf von Neapel.

#### Pompeji als Computersimulation

Auf dem Bildschirm flackert das 3D-Modell von Pompeji. Das dortige römische Forum, eines der besterhaltenen der Welt, wird seit 200 Jahren erforscht und gilt als maßgebend für die Klassische Archäologie. „Um die Römer zu verstehen, muss man das Forum verstehen“, sagt Johannes Lipps, Juniorprofessor für Klassische Archäologie. Sein Team darf derzeit als einziges deutsches in Pompeji graben. Gemeinsam mit Projektpartner Manuel Flecker erforscht und dokumentiert er das sogenannte Comitium, einen Bau an der Ostseite des Forums. Ziel ist es, den Wandel des Platzes von der Republik bis in die frühe Kaiserzeit besser zu verstehen und Hinweise auf die einstige Funktion des Gebäudes zu gewinnen. →



05



06

05 Tübinger Wissenschaftler dokumentieren derzeit die Grabkammer von Padinist im ägyptischen Sakkara. // Tübingen scientists document the burial chamber of Padinist in Sakkara, Egypt.

Photo: Ahmed Soliman

06 Datenmodelle wie diese werden im eScience-Center aus bestehenden Forschungsdaten rekonstruiert und dienen als Grundlage für die langfristige Archivierung. // Data models like these are reconstructed from existing research data in the eScience-Center and serve as a basis for long-term archiving.

„Wir haben das eScience-Center um Coaching gebeten.“ Kurz darauf war Matthias Lang als Experte vor Ort und zeichnete mit einem Laser-Scanner die komplette Umgebung auf: jedes Detail, jeden Stein und jedes Mauerfragment. Im Tübinger Büro entstehen daraus 3D-Modelle, Pläne und Grundrisse der Gebäude, die gleichzeitig einen Farbeindruck der Szenerie liefern. Präziser und schneller als man es manuell je könnte. „Früher hätte man die Schichten gezeichnet, jetzt haben wir alles dreidimensional im Computer“, schwärmt Lipps. „Wir können die Schichten übereinanderlegen und die Ausgrabungen wie im Film nachvollziehen. Das ist brilliant!“

Das eScience-Center leistet dabei eine Art Entwicklungshilfe: Es ist nicht nur Dienstleister, sondern bringt Forschern auch bei, wie sie die Technik selbst nutzen können. Auch wenn der Einsatz solcher moderner Methoden in der Wissenschaft nicht unumstritten ist. Mit den Geräten arbeite man flüchtiger, so ein häufiger Vorwurf. Wer selber zeichne, beobachte gründlicher. Lipps hat dazu eine klare Meinung: „Unsere Aufgabe ist es, die neuen technischen Möglichkeiten zu nutzen, um schneller zu werden und präziser zu dokumentieren. Gleichzeitig halten wir uns selbst an, das Denken dabei nicht einzustellen.“

Obwohl der Bedarf steige, sei der Einsatz modernster Technik kein Allheilmittel, sagt auch Lang: „Manche Forschende haben Angst, von der technischen Entwicklung überrollt zu werden.“ Häufig rate er, einfach ein Buch zu schreiben, weil es der Sache gerechter werde als jede digitale Darstellungsform. „Beide Wege – der klassische und der computerbasierte, der qualitative und der quantitative – sind als gleichwertige Forschungsleistungen



07

07 V. l.: Vincenz Rosenkranz, Dirk Seidensticker, Benjamin Glissmann und Matthias Lang bei der Datenauswertung // From left to right: Vincenz Rosenkranz, Dirk Seidensticker, Benjamin Glissmann and Matthias Lang evaluating the data

zu betrachten“, findet er. Schließlich bleibe der letzte Schritt des Erkenntnisgewinns der gleiche wie vor hundert Jahren: „Wir liefern die Methoden, Daten zu sammeln und zu archivieren. Was die Ergebnisse bedeuten, muss der Wissenschaftler nach wie vor selbst entdecken.“

Wie man allerdings digitale Daten dauerhaft archiviert und zugänglich macht, ist noch lange nicht gelöst. Zehn Jahre sollen sie mindestens vorgehalten werden, aber anders als kilometerlange Regale voller Bücher hat die digitale Datei

“  
**Wir liefern die Methoden zur Datensammlung und -archivierung. Die Deutung der Ergebnisse liegt nach wie vor beim Wissenschaftler.**  
 “

We provide methods for collecting and archiving data. The scientists are still responsible for interpreting results.

“

keinen Ewigkeitscharakter. Zwei Mitarbeiter des eScience-Centers widmen sich speziell der Langzeitarchivierung. „Wir alle tragen die Verantwortung dafür, sorgfältig zu arbeiten – gerade bei Ausgrabungen. Denn am Ende habe ich dort einen Haufen Erde und ein Loch. Aber wie das alles zusammenhing, ist unwiederbringlich zerstört, wenn es nicht gewissenhaft dokumentiert wurde.“

**Die Grabkammer** wird zum Leben erweckt

Ein gewissenhafter Umgang mit dem kulturellen Erbe der Menschheit ist auch Ziel von Ramadan Hussein. Sein Grabungsprojekt im ägyptischen Sakkara konzentriert sich auf die Wiederausgrabung, Dokumentation, Erhaltung und Veröffentlichung sarkophagförmiger Gräber aus der Saïtenzeit (ca. 664–525 v. Chr.). Mit modernster Technik schließt das Projekt so Lücken, die bei der ersten Ausgrabung 1899 entstanden. „Wir Archäologen müssen nichts Neues entdecken, aber wir graben Altes neu aus. Wir müssen mit unserer modernen Technik und unserem heutigen Wissen dorthin zurückkehren und versuchen, die Vergangenheit neu zu verstehen“, sagt der passionierte Ägyptologe.

Manche Details und Orte, wie etwa die Einbalsamierungs-Stätte in Sakkara, seien bei früheren Ausgrabungen völlig ignoriert worden, erzählt er. Und mit ihnen wichtige Hinweise auf Bestattungsrituale im alten Ägypten. „Alles, was wir über Reinigungszelte, sogenannte Ibus, wussten, kam aus Wandzeichnungen und Texten, weil sie normalerweise nach der Nutzung zerstört wurden. Jetzt haben wir erstmals Hinweise auf ein Ibu neben einem Grab.“ →



Später soll sich jeder virtuell durch die Grabkammern und Schächte in Ägypten bewegen können. Die neue Technik kann somit auch der Öffentlichkeit Menschheitsgeschichte näherbringen. „Es geht darum, wie Menschen leben und denken und wie sich das Denken über die Zeit verändert“, erklärt Hussein seine Faszination für sein Fach.

#### Forschungsdaten langfristig sichern

Klar ist: Mit jedem neuen 3D-Modell, mit jedem Foto und jeder Messung wächst die produzierte Datenmenge. Im Idealfall läuft die Sicherung dieser Informationen im Hintergrund, ohne dass Forschende das mitbekommen. Wie das im Detail funktionieren kann, erforscht das eScience-Center im eigenen Projekt. Es kümmert sich auch um die Frage, wie man Informationen nachvollziehbar archiviert. „Sonst weiß man irgendwann nicht mehr: War das ein Artikel, Buch, Audiofile, Video oder ein 3D-Modell?“

Fragt man Lang nach dem schönsten Aspekt seines Jobs, lächelt er: „Ich darf Universal-Laie sein und werde in Projekte aus der ganzen Bandbreite der in Tübingen vertretenen Fächer eingebunden.“ Mit der Unterstützung des eScience-Centers werden bald schon 3D-Brillen zeigen, was die Sammlungen des Universitäts-Museums MUT beherbergen, Musikwissenschaft wird nicht nur lesbar, sondern auch hörbar und die Anatomie zu einem plastischen, fast fassbaren 3D-Erlebnis. Matthias Lang und sein Team freuen sich drauf. \_\_\_\_\_//

Und so finden sich auf vielen der Ausgrabungsfotos, die unter anderem Schächte und unterirdische Kammern zeigen, weiße Markierungen auf dem Boden. In Zusammenarbeit mit dem eScience-Center entsteht damit ein 3D-Abbild der Grabanlage. Auch die kunstvollen Hieroglyphen werden fotografiert und in Tübingen bearbeitet. Jedes Wort wird transkribiert, mit den Fotos synchronisiert und auf Vollständigkeit und Richtigkeit überprüft. Lang und sein Team werden helfen, die Wände der Grabkammern wieder zum Leben zu erwecken – bis zu dem Moment, als die Ägypter selbst diese Maleereien beendet haben. „Wir brauchen präzise 3D-Modelle für die Dokumentation der Reliefs und Farben an den Wänden. So können wir den Stand nicht nur aufnehmen, dokumentieren und systematisch überwachen, wir können die Wände auch rekonstruieren.“

> english

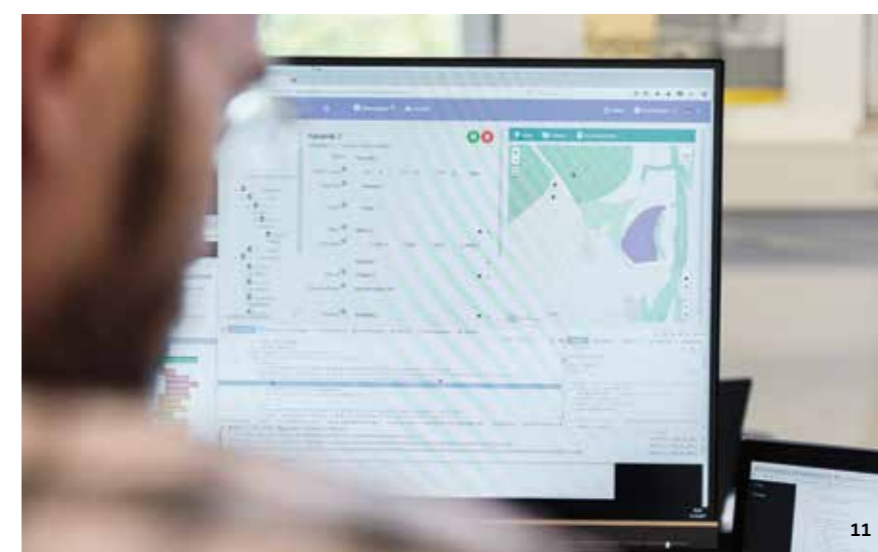
//\_\_\_\_\_ Fragments of a stone wall appear on the computer screen. Surface structure and surroundings emerge from the dark background. With the mouse, users can move along the ruins of the wall in a 3D simulation, similar to in a computer game, with one key difference – the details on the computer screen at the eScience-Center are not fictitious. These are the walls from the ancient city of Pompeii, which was destroyed approximately 1,900 years ago through volcanic activity.

Matthias Lang sits in front of this computer simulation which was created from a research project using advanced 3D laser scanning technology. Lang is head of the eScience-Center, which was founded in 2013 as part of the Excellence Initiative, as a Core Facility at the University of Tübingen: It provides expertise and technology to create long-term archives for research data, to assist researchers with digital tools and methods, and to share this knowledge in educational programs.

The eScience-Center is mediator between the two worlds of researchers and computer scientists. As the Center's computer scientists must always find the best method for each project, they indirectly help scientists to refine their research questions. They look after the technical aspects of research projects allowing researchers to concentrate on their areas of expertise.

The eScience-Center at the University of Tübingen works quickly and efficiently: Unlike external companies, it can build on previous projects and customize existing databases and methods. It also provides ongoing support, in close collaboration with the University Library and IT Center. This creates a sustainable infrastructure and reduces long-term risks.

Most projects begin in Matthias Lang's office – before a project starts he works with the scientists to analyze their research aims. An important aspect of the eScience-Center's work is “Digital Humanities”, which refers to using IT-based methods and tools in humanities research. Subjects that deal with statistical information and large amounts of data – such as medieval history, Islamic studies, indology, archaeology or musicology – benefit from the new methods. →



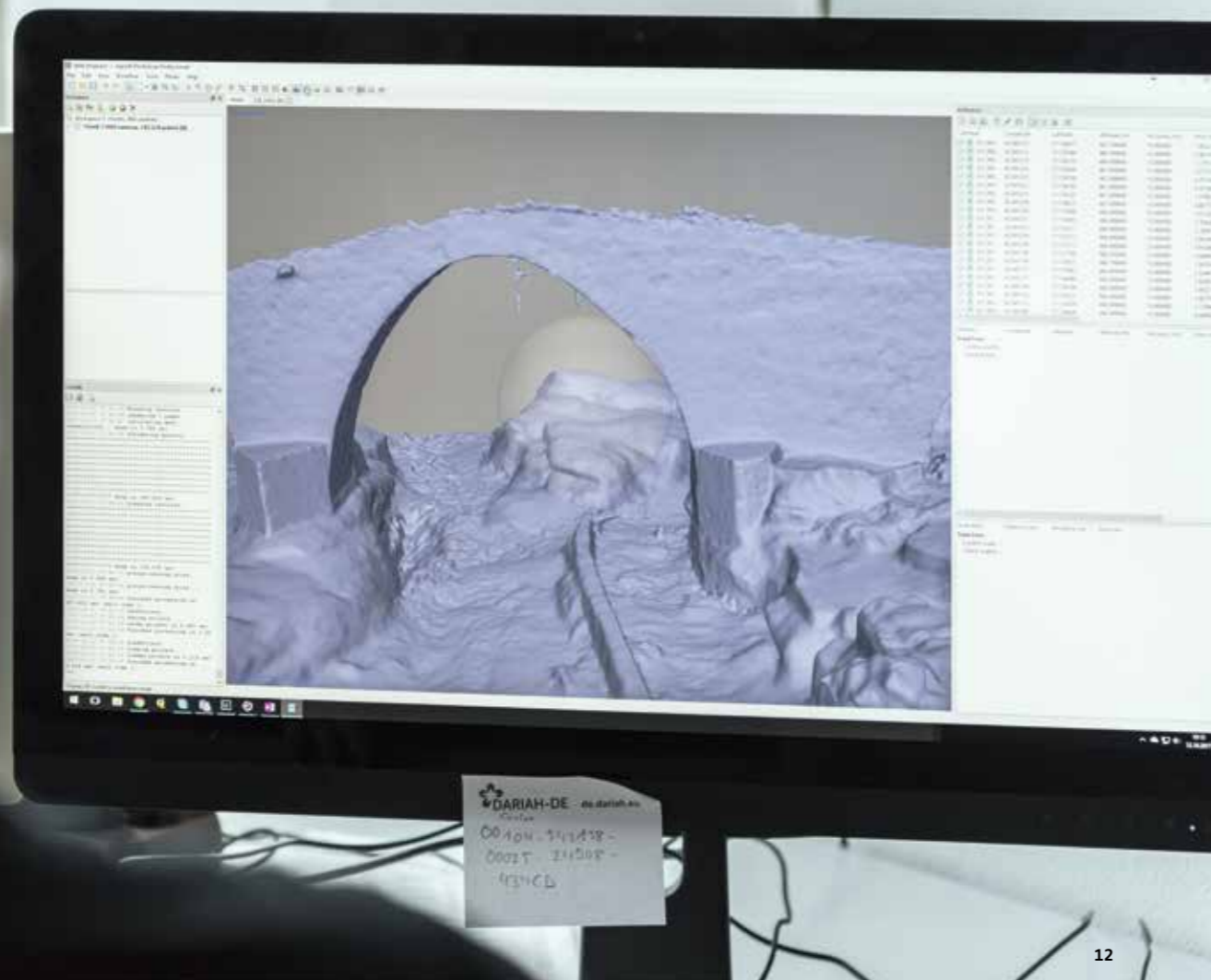
08 Das eScience-Center entwickelt eigene geographische Informationssysteme zur Speicherung von Forschungsdaten. // The eScience-Center develops its own geographical information systems for storing research data.

09 Besprechung einer Datenbank, die eine Briefsammlung aus der Islamwissenschaft analysiert. // Discussion of a database that analyzes a collection of letters from Islamic studies.

10 Michael Derntl, Leiter der Softwareentwicklung, berät mit Archäologen den Projektstand. // Michael Derntl, head of software development, consults with archaeologists on the project status.

11 Das eigens entwickelte Programm „Spacialist“ ermöglicht eine kartenbasierte Interaktion mit Forschungsdaten einer archäologischen Grabung. // The specially developed program “Spacialist” enables map-based interaction with research data from an archaeological excavation.





12



13



14

”  
**Wir nutzen die technischen Möglichkeiten, um schneller und präziser zu dokumentieren. Dabei stellen wir aber nicht das Denken ein.**

We use technology to document findings more quickly and accurately, but our observations are equally important.

“

**A computer simulation of Pompeii**

A computer model of Pompeii is shown on the screen. The Roman forum at Pompeii is one of the best preserved in the world and has been researched for 200 years. It is considered an authoritative site for classical archeology. “To understand the Romans, you have to understand the forum”, says Johannes Lipps, assistant professor of classical archeology. His team is currently the only German team permitted to excavate in Pompeii. Lipps is working with Manual Flecker to research and document the Comitium, a building on the east side of the forum. The research aims is to better understand the change of the square from the Republic to the Early Imperial Period and to gain information about the former function of the building.

After asking the eScience-Center for their support, expert Matthias Lang was quickly on site and scanned the complete surroundings of the site with a laser scanner – every detail, stone and wall fragment. Back in Tübingen, 3D models, plans and floor plans of the buildings were created, which also give an impression of the colours – much more precisely and quickly than any manual effort.

As such, eScience-Center helps researchers to teach themselves in how to use the technology, which they can use again in future projects. Even if the use of such modern methods in science is not undisputed. A common reproach is that modern technology causes scientists to work hastily, and those who draw themselves make better observations.

**The burial chamber comes to life**

A conservational approach to our cultural heritage is a goal shared by Ramadan Hussein. His excavation project in the Egyptian Sakkara focuses on the re-excavation, documentation, preservation and publication of sarcophagus tombs from the Saïte period (about 664–525 BC). With state-of-the-art technology, the project closes gaps that arose during the first excavation in 1899. “Rather than new findings, we can also shed light on past excavations. We need to return to existing sites with modern technology and knowledge and try to re-understand the past,” says the avid Egyptologist.

Some details and places, such as the embalming site in Sakkara, have been completely ignored in earlier excavations – and with them important information on funeral rites in ancient Egypt. “Everything we knew about cleaning tents, called Ibus, came from wall drawings and texts because they were usually destroyed after use. Now, for the first time, we have evidence of an Ibu next to a grave.”

On many of the excavation photos, white markings on the ground can be seen among other shafts and underground chambers. The eScience-Center is able to use this information to create a 3D image of the burial site. The elaborate hieroglyphs are also photographed and edited in Tübingen. Each word is transcribed, cataloged with the photos and checked for completeness and accuracy. Lang and his team will help to bring the walls of the tombs back to life – as if the Egyptians themselves had finished the paintings. “We need accurate 3D models to document the reliefs and colors on the walls. This goes beyond recording, documenting and monitoring – we can also reconstruct the walls.”

In future, anyone should be able to move virtually through the burial chambers and archaeological remains in Egypt. The new technology can bring the public closer to our history. “We aim to show how people live and think and how thinking changes over time”, Hussein explains his fascination for his subject.

**Long-term archiving of research findings**

It’s a well-known fact: The amount of data produced by research findings grows with each 3D model, photo, and measurement. Ideally, backing up this information would run in the background without researchers having to take any action themselves. The eScience-Center is currently working on a project to show how this could work. It’s also investigating how to archive information effectively for the long-term.

If you ask Lang about the best aspect of his job, he smiles: “I am allowed to be a generalist and I am involved in projects from the whole range of subjects represented in Tübingen.” With the support of the eScience-Center, 3D glasses will soon show what the collections of the University Museum MUT are hiding, make sheet music collections not only readable but audible and turn the study of anatomy into a vivid, tangible 3D experience. \_\_\_\_\_//

12 3D-Modell einer antiken Brücke im Irak // 3D model of an ancient bridge in Iraq

13 Computermodell aus den Scannerdaten: das Forum von Pompeii // A computer model of the Pompeii Forum from the scanner data  
 Photo: eScience-Center

14 Rekonstruktion eines Sarkophags aus Sakkara // Reconstruction of a sarcophagus from Sakkara  
 Photo: eScience-Center

# Wenn Zellmotoren Walzer tanzen

## When Molecular Motors Waltz

**In den Zellen von Tieren und Pflanzen herrscht reger Verkehr. Winzige Motoren transportieren Lasten oder helfen bei der Zellteilung. Um zu vermessen, welche physikalischen Kräfte dabei im Nanobereich oder darunter entstehen, hat der Biophysiker Erik Schäffer Spezialmikroskope entwickelt.**

**TEXT**  
Judith Rauch

**PHOTOS**  
Verena Müller

// Animal and plant cells are bustling with molecular traffic, and minute molecular motors help to transport loads or support the process of cell division. Biophysicist Erik Schäffer has developed his own special microscopes to investigate cell activity at the nanoscale, and received the state prize for courageous research for his pioneering work in this area.

> deutsch

// \_\_\_\_\_ Im Keller des Zentrums für Molekularbiologie der Pflanzen (ZMBP), wo Professor Erik Schäffers Mikroskope untergebracht sind, herrscht eine besondere Atmosphäre. Hinter schwere Türen dringt kaum ein Laut. Der Boden fängt mit einer speziellen Beschichtung Erschütterungen ab. Und eine eigens eingebaute Klimaanlage sorgt dafür, dass die Temperatur rund um die empfindlichen Geräte bis auf die dritte Kommastelle genau geregelt werden kann.

Mit den Mikroskopen, die der Biophysiker zusammen mit seinem Team konstruiert, lassen sich einzelne Moleküle sichtbar machen. Durch fluoreszierende Stoffe und die sogenannte Lichtblatt-Technik, bei der nur eine sehr dünne Ebene beleuchtet wird, ist es sogar möglich, in lebenden Pflanzenzellen einzelne Moleküle zu beobachten. Die Tübinger Botaniker wollen beispielsweise wissen, wie eine teilungswillige Zelle ihre Mitte findet, um dort eine Membran mithilfe eines sogenannten Phragmoplasten einzuziehen. Erik Schäffer soll ihnen dabei helfen. Ein anderes ungelöstes Problem: Wie misst eine Pflanze eigentlich den Wasserdruck, den Turgor, der in ihren Zellen herrscht? Diesen konstant zu halten, ist sehr wichtig für Grünzeug, da es sonst verwelkt.

→

Schäffers Mikroskope sind aus optischen und elektronischen Modulen auf Grundplatten aufgebaut. Es sieht ein wenig wie bei Modelleisenbahnen aus. Nur dass hier keine Züge auf Schienen fahren, sondern Laserlicht um Ecken geleitet, gespiegelt und in unterschiedliche Farben aufgespalten wird. Mehr noch: Der Wissenschaftler kann mit Laserstrahlen winzige Kugeln, wenige Hundert Nanometer dick, einklemmen und festhalten und auf diese Weise kleinste Kräfte messen. Solch ein Konstrukt nennt man eine „optische Pinzette“. Sie nutzt den „Strahlungsdruck“, also die mechanische Wirkung von Licht. Dieses sorgt beispielsweise auch dafür, dass bei Kometen der Schweif stets von der Sonne wegweht, und wurde schon von Johannes Kepler beobachtet.

### Optische Pinzetten für winzige Objekte

Kürzlich hat Schäffers Doktorand Avin Ramayia eine optische Pinzette eingesetzt, um zu klären, wie sich das Motorprotein Kinesin auf den Mikrotubuli bewegt. Mikrotubuli sind röhrenförmige Moleküle, die zum Beispiel die langen Fortsätze von Nervenzellen wie Straßen durchziehen. Das Kinesin, ein komplexer Eiweißstoff mit zwei „Beinchen“, bewegt sich daran entlang und transportiert dabei Bläschen voller Nervenbotenstoff vom Zellkern zur Synapse, wo der Botenstoff ausgeschüttet wird. Die Bläschen sind weitaus größer als der Kinesin-Motor. Man kann sich das so ähnlich wie bei einer Blattschneider-Ameise vorstellen, die ein riesiges Blattstück spazienträgt.

Auf der Video-Plattform YouTube findet man mehrere Animationen, die den Transportprozess veranschaulichen. Auf einem holländischen Filmchen schlappt beispielsweise ein Kinesin namens John mit einem mächtigen Sack auf den Schultern in Filzpantoffeln über verstopfte Straßen. Die Animationen sind nett – aber leider alle falsch. Denn zum Erstaunen seines Doktorvaters stellte Ramayia fest, dass Kinesin nicht geht, schlappt und auch nicht wie ein Pinguin watschelt, wie er angenommen hatte. „Nein, es dreht sich wie ein Walzertänzer“, sagt Schäffer, „und es schlurft dabei. Die Beinchen lösen sich nicht vom Mikrotubulus, sie bleiben mit ihm in Kontakt.“ Der Wissenschaftler vermutet, dass eine elektrostatische Ladung die Kinesine hält und leitet. Er hat bereits einen Animationsfilm in Auftrag gegeben, der das im Detail zeigt.



01

Für die Veröffentlichung, die in der Zeitschrift PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences) erschien, haben die zwei Wissenschaftler und Kollegen insgesamt vier Parameter gemessen: erstens die Bewegung in der Längsrichtung, die Translation (100 Schritte pro Sekunde, jeder Schritt 8 Nanometer lang); zweitens die Kraft, die der Motor in Längsrichtung entfaltet (6 Piconewton); drittens die Drehung in Winkelgraden (180 Grad pro Schritt); viertens das Drehmoment (170 Piconewton mal Nanometer). Und das alles gleichzeitig!

An technischen Innovationen waren dazu nötig: ein Rotationsdetektor, der über Lichtreflexion funktioniert, kleine Kugeln aus Flüssigkristall, die im Experiment die Botenstoffbläschen ersetzen und die das Laserlicht polarisieren können, sowie eine sogenannte Torsionswaage in miniature zur Messung des Drehmoments. Wichtig war auch, den Zellmotoren genügend biologische Energie in Form von Adenosintriphosphat (ATP) zuzuführen, denn sonst wird das Kinesin langsamer und hört auf zu „tanzen“.

### Von Algen zur menschlichen Lunge

Wenn unsereiner einen schweren Sack durch den Vorgarten trägt, wären Walzerschritte vermutlich nicht der effektivste Weg. Schäffer versichert jedoch, dass auf molekularer Ebene die Drehungen nicht stören, da die Schwerkraft keine Rolle spielt und die „Halterung am Sack“ frei drehbar ist. Neben dem Kinesin gibt es weitere „Motorproteine“, die als Transporter tätig sind. Sie befördern auch Mitochondrien, die Zellbestandteile, mit denen die Energieversorgung in Zellen allgemein und auch in den Nerven sichergestellt wird. Treten bei diesem Prozess Probleme auf, etwa durch eine genetische Mutation, können neurodegenerative Krankheiten entstehen – so ist die Erforschung der Transportprozesse in Zellen auch medizinisch höchst relevant.

02

Schäffers Team hat noch viele weitere Themen im Fokus: So entsteht gerade eine Forschungsarbeit zu Reparaturprozessen an der menschlichen DNA. Wie diese bei Viren funktionieren, hatte ein früherer Doktorand Schäffers bereits gezeigt. Aktuell schreibt nun Tobias Jachowski seine Doktorarbeit darüber, wie dies beim menschlichen Protein funktioniert. Doktorandin Christine Kiefer wiederum untersucht an einer Alge namens Chlamydomonas die Bewegung ihrer Fortsätze, der sogenannten Zilien. Daraus kann man dann wieder Rückschlüsse auf die Bewegung menschlicher Spermien ziehen – und auf die Selbstreinigung unserer Lungen, die ebenfalls mit Zilien funktioniert. Biophysik ist eben ein sehr vielseitiges Forschungsgebiet.

### Preis für mutige Wissenschaft

Man muss allerdings den Mut aufbringen, von Thema zu Thema zu springen. Und öfter Neues beginnen, selbst wenn das Ende noch nicht absehbar ist. Erik Schäffer, 46, hat diesen Mut: Er hatte bereits erfolgreich als Polymerphysiker an dünnen Oberflächen gearbeitet, bevor er mit 30 in die Zellbiologie wechselte, in die er sich erst komplett neu einarbeiten musste. Sein Umzug von Dresden nach Tübingen, wo er 2012 eine Professur im Rahmen des neuen Studiengangs Nano-Science erhielt, bedeutete auch einen riskanten Wechsel von den Tier- zu den Pflanzenzellen und ihren molekularen Maschinen. Die baden-württembergische Forschungsministerin Theresia Bauer hat das erkannt und Schäffer Ende 2016 mit dem neu geschaffenen Preis für mutige Wissenschaft ausgezeichnet.

Und noch ein Erfolg ist zu vermelden: ein „Proof-of-Concept“-Stipendium des European Research Council (ERC) zur Gründung eines Start-up-Unternehmens. 150.000 Euro erhält der Wissenschaftler, um einen Business-Plan zur Vermarktung seiner selbst gebauten Spezialmikroskope zu schreiben. „Wir sind die Ersten an der Uni Tübingen, die das geschafft haben“, sagt der Erfinder stolz. Aus der Bastelarbeit im Institutskeller, bei der schon mal eine Sprungfeder im Baumarkt beschafft oder ein Betonblock auf der benachbarten Baustelle gegossen wird, könnte also eine kleine, feine Firma entstehen, die die Nanoforschung mit Präzisionsinstrumenten bereichert. \_\_\_\_\_ //

01 Professor Dr. Erik Schäffer

02 Der Biophysiker forscht mit eigens konstruierten Mikroskopen. // The Biophysicist researches using custom-built microscopes.

03 Das Motorprotein Kinesin (orange) transportiert in Zellen Stoffe und bewegt sich dabei entlang der Mikrotubuli (röhrenförmige Moleküle). // The motor protein kinesin (orange) transports cellular cargo by moving along microtubules (tube-shaped molecules).

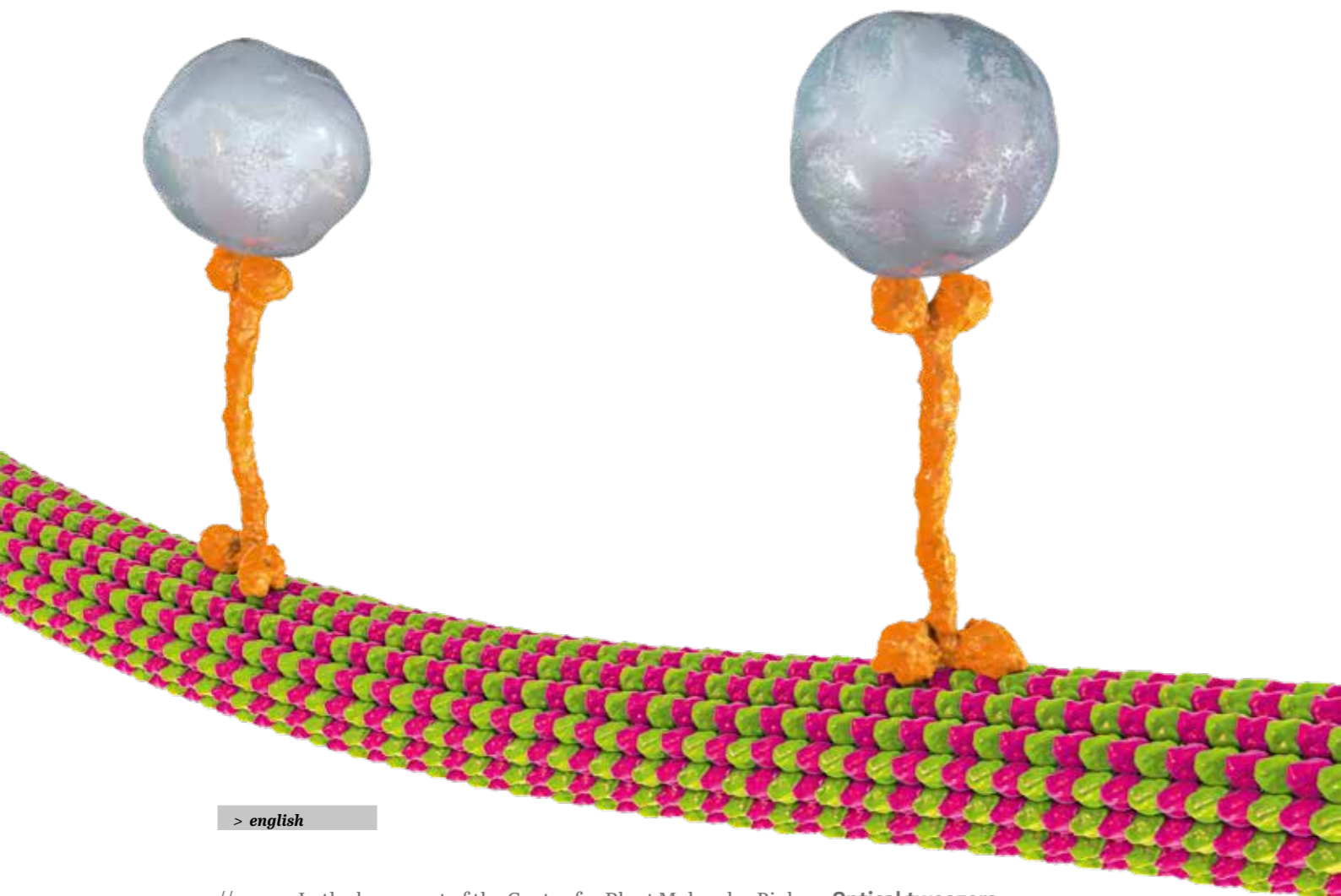
Photos: @Kateryna-Kon/Fotolia

## “ Das Kinesin dreht sich beim Transport wie ein Walzertänzer und schlurft dabei. “

Kinesin turns during transport  
like a waltz dancer dragging  
the feet along.



03



> english

//\_\_\_\_\_ In the basement of the Center for Plant Molecular Biology, where Erik Schäffer's microscopes are housed, the atmosphere is controlled carefully and there is hardly a sound to be heard behind the heavy doors. The floor has a special coating to absorb vibrations and a customized climate control system ensures that the temperature around the sensitive devices can be controlled precisely, down to the third decimal place.

Schäffer and his team can inspect individual molecules with these microscopes. Using light sheet fluorescence microscopy, in which only a very thin layer is illuminated, scientists can even observe individual molecules in living plant cells to answer important research questions. This method is being used by Tübingen researchers to understand how a dividing cell finds its center where it will insert a new membrane there with the help of a so-called phragmoplast. A further area of research which remains unsolved is how a plant is able to measure turgor or water pressure in its cells. Keeping this value constantly regulated is essential for a plant's survival, otherwise it will wilt.

Schäffer's microscopes are constructed of optical and electronic components on base plates which almost look like a model train set. However, here laser light is directed around corners, reflected and split into different colors, rather than trains traveling along rails. With optical tweezers, Schäffer uses laser beams to trap tiny spheres a few hundred nanometers in diameter and measure minute forces. Optical tweezers work using the radiation pressure – the mechanical effect of light. The same effect is also responsible for that comet tails point away from the sun, which was already observed by Johannes Kepler.

#### Optical tweezers for tiny objects

Recently, PhD candidate Avin Ramayia used optical tweezers to clarify how the motor protein kinesin moves on microtubules. Microtubules are tubular molecules that traverse, for example, dendrites in nerve cells, just like streets. Kinesin, a complex protein with two "legs", moves along the microtubules, transporting vesicles, for example, full of neurotransmitters from the nucleus to the synapse, where the messenger substance is released. The vesicles are much larger than the kinesin protein – imagine a leafcutter ant carrying a huge piece of leaf.

There are several animations on YouTube that aim to illustrate the transport process. For example, one Dutch film shows a protein called John wearing slippers and carrying a mighty sack on his shoulders through congested streets. As charming as they might be, most of these videos are actually wrong. To his astonishment Ramayia realized that kinesin does not walk, shuffle or waddle like a penguin, as he had assumed. "Kinesins actually turn like a Waltz dancer dragging their feet along", says Schäffer. "The legs do not leave the surface of the microtubules." He suspects that an electrostatic charge holds and guides the kinesins and has already commissioned an animation to show this process in detail.

For the publication, which appeared in the journal PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences), the two scientists and colleagues measured four parameters: first, the movement in the longitudinal direction, the translation (100 steps per second, every step 8 nanometers long); secondly, the force that the motor develops longitudinally (6 Piconewton); thirdly, the rotation in degrees (180 degrees per step); finally the torque (170 piconewton per nanometer).

To measure all of these parameters simultaneously technical innovations were needed: a rotation detector that works with light reflection, small liquid crystalline spheres that replace the vesicles in experiments which can polarize the laser light, and a miniature torsion balance for measuring the torque. It was also important to supply the cell motors with sufficient biological energy in the form of adenosine triphosphate (ATP), otherwise the kinesin would have slowed down and stopped "dancing".

#### From algae to the lung

If we were to transport a heavy sack through the garden, Waltz steps would probably not be the most efficient way to do so. Schäffer assures, however, that the turns do not interfere on the molecular level, as gravity does not matter on the molecular level and the "attachment handle on the loaded sack" is freely rotatable. In addition to kinesin, there are other motor proteins which have a role in transport. They carry mitochondria which supply cellular energy. If problems occur in this process, for example due to genetic mutation, neurodegenerative diseases can develop, which means that the investigation of transport processes in cells is also highly relevant in medicine.

Schäffer's team is working in many other research areas – including how DNA repair works in humans. One of Schäffer's past PhD candidates has already demonstrated how DNA repair functions with viral protein viruses and now Tobias Jachowski is writing his doctoral thesis on how this works with the corresponding human protein. In her doctoral research, Christine Kiefer is examining the movement of cilia in Chlamydomonas algae. From this, conclusions can be drawn about the movement of human sperm – and self-cleaning processes in the lungs, which also use cilia. Biophysics is a very diverse field. \_\_\_\_\_//

04 Maria Kharlamova justiert die Optik an einem Mikroskop-Eigenbau. // Maria Kharlamova adjusts the optics on a custom-built microscope.

05 Mohammad Kazem Abdosamadi untersucht eine Probe mit dem Stereomikroskop. // Mohammad Kazem Abdosamadi examines a sample with a stereomicroscope.



# Die Medizin der Zukunft

## The Future of Medicine

**Ist der Begriff „personalisierte Medizin“ mehr als ein Schlagwort? Und mehr als ein Versprechen auf eine ferne Zukunft? In Tübingen haben Ärzte, Informatiker und nicht zuletzt Patienten längst begonnen, die Behandlung schwerer Krankheiten zu revolutionieren.**

**TEXT**  
Judith Rauch

**PHOTOS**  
Berthold Steinhilber

// Personalized medicine: more than a buzzword and a far away promise? At the University of Tübingen, doctors and computer scientists have long since begun working with patients to revolutionize treating chronic illnesses.





01



03

01 Beim „Molekularen Tumorboard“ besprechen Mediziner fachübergreifend Diagnose und Therapie für einzelne Patienten. // Physicians discuss interdisciplinary diagnosis and treatment on the Molecular Tumor Board.

02 Professor Dr. Nisar Malek, Innere Medizin // Professor Dr. Nisar Malek, Internal Medicine

03 Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Wissensmedien entwickeln derzeit einen interaktiven Touchscreen, auf dem Patientendaten grafisch aufbereitet werden können. // Scientists at the Leibniz Knowledge Media Research Center are currently developing an interactive table for visualizing patient data.



02

> deutsch

// \_\_\_\_\_ Nisar Peter Malek ist Internist und Gastroenterologe. Sein Spezialgebiet sind Tumoren an Magen und Darm, Leber und Bauchspeicheldrüse. Auch bei chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen fühlt sich der Professor und Klinikdirektor zuständig. Als Krebsmediziner ist er es gewöhnt, schwierige Fälle mit Fachkollegen zu diskutieren. Etwa mit den Spezialisten für bildgebende Verfahren, die mithilfe radioaktiver Substanzen Veränderungen des Stoffwechsels im Körper sichtbar machen und Tumoren im PET-Scanner aufspüren. Oder mit den Tüftlern aus der Pathologie, die einen Tumor mithilfe von Antikörpern genau charakterisieren können. Mit ihnen bespricht er sich bei der Diagnostik und bei der Therapie, die laut Malek immer mehr zu einer „Theragnostik“ zusammenwachsen.

Doch neuerdings gibt es jeden Freitag einen weiteren Termin für Malek und seine Kollegen: Beim Treffen des Molekularen Tumorboards des Tübinger Universitätsklinikums diskutieren sie Krebsfälle auf molekularer Ebene. Es handelt sich um Patienten, deren Krebszellen genetisch untersucht worden sind, Teile ihrer DNA wurden sequenziert. Das kostet heute zwar noch ein paar Tausend Euro, die Preise fallen aber und werden bald bei wenigen Hundert Euro liegen. Weiß man, an welchen Stellen die DNA der Krebszellen sich im Vergleich zu gesunden Zellen verändert hat, kann man in manchen Fällen ein passendes Medikament auswählen, das sich bei einem genetisch vergleichbaren Tumor bewährt hat. Selbst wenn dies beispielsweise ein Lungentumor war und kein Tumor des Bauchraums.

Der behandelnde Arzt kann dann auf Basis dieser wissenschaftlichen Evidenz einen Antrag an die Krankenkasse des Patienten für eine sogenannte „off-label“-Anwendung stellen – mit einem Medikament, das für Lungentumoren zugelassen ist, aber noch nicht für Tumoren des Bauchraums. Da es sich um teure Medikamente handelt – sie kosten bis zu 15.000 Euro pro Monat –, müssen einige Bedingungen erfüllt sein: Die Standardthera-

pie muss ausgeschöpft sein, der Patient kräftig genug für einen weiteren Therapieansatz. Die genetischen Daten müssen frisch sein, denn Krebszellen verändern sich rasch. Und es muss ein Gutachten mehrerer Spezialisten vorliegen, das den Versuch für aussichtsreich hält. „Ein Arzt allein kann das nicht entscheiden“, betont Malek. „Die Sicherheit des Patienten und unsere Verantwortung gegenüber der Gesellschaft erfordern es, dass hier die Expertise mehrerer Spezialisten zusammenfließt.“

#### Das Tumorboard führt Daten zusammen

Damit das möglich wird, ergriff Malek zusammen mit dem Humangenetiker Olaf Rieß und dem Bioinformatiker Oliver Kohlbacher die Initiative, um im Rahmen der Exzellenzinitiative ein lokales „Zentrum für Personalisierte Medizin“ zu gründen. Mit einem Workshop „Molekulare Medizin in Tübingen“ ging es 2013 los. Seitdem ist viel passiert: Die Datenbank CentraXX wurde angeschafft, um große Datenmengen aus verschiedenen Kliniken und Instituten zusammenführen zu können. Ein Statut regelt den Zugriff auf diese Daten für Ärzte, aber auch für Forscher außerhalb des Klinikums, im Detail. Eine Einwilligungserklärung („Broad Consent“) wurde formuliert, mit der Patienten ihre anonymisierten Daten für die Forschung freigeben können oder auch nicht (die Zustimmungsrate liegt laut Malek bei 90 Prozent). Nicht zuletzt wurde das Molekulare Tumorboard etabliert, dem weitere molekulare Boards in anderen Fachrichtungen folgen sollen.

Und damit die Daten fachübergreifend besser verstanden und interpretiert werden können, werden sie jetzt grafisch aufbereitet: Im Leibniz-Institut für Wissensmedien arbeiten Professor Peter Gerjets und Dr. Marc Halfmann in der Arbeitsgruppe „Multimodale Interaktion“ an einem interaktiven Datentisch, um den sich künftig die Board-Mitglieder gruppieren sollen. „Wir hoffen, dass wir demnächst einen Prototyp für unsere Station bekommen“, sagt Malek.



04

04 Für die passgenaue Behandlung wird der „molekulare Fingerabdruck“ eines Tumors erhoben – dazu gehören auch die Stoffwechselfparameter von Blutproben. // The molecular fingerprint of a tumor is collected for personalized treatment – including the metabolic parameters of blood samples.

05 Professor Dr. Michael Bitzer, Onkologie // Professor Dr. Michael Bitzer, Oncology



05

Wie eine solche Infrastruktur die medizinische Forschung voranbringen kann, erfährt man von Maleks Kollegen aus der Inneren Medizin, Michael Bitzer. Er koordiniert einen Teil des vom Bund mit sieben Millionen Euro geförderten Forschungsprojekts „multiscale HCC“, bei dem fortgeschrittene Lebertumoren über einen längeren Zeitraum hinweg molekular charakterisiert werden – so genau wie nie zuvor. Insider sprechen von HCC Fingerprints, dem molekularen „Fingerabdruck“ des Lebertumors. Erhoben werden nicht nur genetische Daten (das Genom), sondern auch Modifikationen der DNA (das Epigenom), die Abschriften der Gene (das Transkriptom) sowie Stoffwechselfparameter aus Blut- und Urinproben (das Metabolom). Ergänzt werden diese molekularen Informationen mit bildgebenden Untersuchungen.

„Wir wollen wissen, wie sich Tumoren unter der Therapie verändern“, beschreibt Bitzer das Ziel der Studie. Von geplanten 40 Patienten hat er 26 untersucht – und ist optimistisch, dass er Neues lernen wird: „Wir sehen bereits jetzt das ganze Spektrum.“

→

## 24 Institutionen unter einem Dach

> Das Tübinger Zentrum für Personalisierte Medizin (ZPM) wurde im März 2015 im Rahmen der Exzellenzinitiative als sogenannte Forschungsplattform 1 – ein interdisziplinäres Netzwerk – gegründet. 24 Kliniken, Forschungsinstitute und technische Einrichtungen kooperieren hier.

> Geschäftsführerin Yvonne Möller und die wissenschaftliche Koordinatorin Janina Beha steuern die Aktivitäten, etwa die Anmeldung von Patienten im Molekularen Tumorboard, das Erstellen von Gutachten für die Krankenkassen sowie Informations- und Fortbildungsveranstaltungen. Beha, die molekulare Zellbiologie studiert hat, hält sich auch über den Fortschritt bei diagnostischen Verfahren auf dem Laufenden und hilft, neue Methoden in die Praxis des Klinikums zu integrieren. „Frau Beha ist eine Innovation in sich selbst“, sagt ZPM-Gründer Nisar Peter Malek. „Leute wie sie werden wir noch viele brauchen. Die müssen wir jetzt ausbilden.“



06

06 Neurologin Professor Dr. Dr. Ghazaleh Tabatabai im Gespräch mit einer Patientin. // Neurologist Professor Dr. Dr. Ghazaleh Tabatabai talking to a patient.

Bei einem Patienten war der Tumor nach vier Wochen verschwunden. Bei einem anderen ist er in der gleichen Zeit geradezu explodiert.“ Bitzer hofft, dass mithilfe seiner Forschung eine bessere Voraussage möglich wird, welchen Krebskranken beispielsweise eine Immuntherapie helfen wird und welchen nicht. Bisher weiß man nur, dass die neuen Medikamente in 20 bis 25 Prozent der Fälle heilsam sind – „aber leider nicht, warum.“

### Zeitlichen Vorsprung gewinnen

Ghazaleh Tabatabai ist Neurologin. Die Professorin für Neuroonkologie hat zum Aufbau des Molekularen Tumorboards beigetragen und stellt regelmäßig Patienten mit Tumoren des Nervensystems vor. Basierend auf Diskussionen im Molekularen Tumorboard plant sie die weitere Behandlung der Patienten. „Eine passgenaue Therapie für jeden Patienten, basierend auf individuellem molekularem und immunologischen Profil“ ist das Ziel der Ärztin, die im August 2017 im Nachrichtenmagazin Focus als eine der Top-Medizinerinnen in ihrem Fach ausgezeichnet wurde. Es komme bei der Therapie auch auf den richtigen Zeitpunkt an, betont sie. „Wir streben an, dem Tumor einen Schachzug voraus zu sein und ihn an seiner aktuellen Schwachstelle anzugreifen.“

Weil sich molekulare Boards bei der Krebsbehandlung bewähren, möchte Tabatabai mit ihren Kollegen am Zentrum für Neurologie und in der Klinik für Neurochirurgie den Ansatz auf

weitere Gebiete der klinischen Neurowissenschaften ausweiten und ein „personalisiertes Neuroboard“ etablieren. Für neuroimmunologische Erkrankungen wie Multiple Sklerose könne es sehr nützlich sein, um Veränderungen im Blut, in elektrophysiologischen oder bildmorphologischen Parametern im Krankheitsverlauf zu beobachten, erklärt sie. Auch Therapiestrategien für Schlaganfall- und Epilepsie-Patienten könnten so verbessert werden. Anderswo am Klinikum gibt es ähnliche Pläne: Die Herzspezialisten bauen ein „Kardioboard“ auf, die Experten für ansteckende Krankheiten wollen ein „Infektionsboard“ gründen.

### Komplexe Vorgänge im Überblick

Peter Lang ist Kinderarzt. Seine kleinen Patienten auf Station 16 der Tübinger Kinderklinik leiden an Leukämie oder einer anderen Erkrankung des blutbildenden Systems. Weil ihnen auf andere Weise nicht geholfen werden kann, werden ihnen Stammzellen von passenden Knochenmarksspendern eingepflanzt. Rund 50 Transplantationen führt Lang pro Jahr durch. Damit die Stammzellen anwachsen, muss vorher das Knochenmark der Kinder durch eine Chemotherapie zerstört werden. Und weil damit ihr Immunsystem lahmgelegt ist, wird ihr Darm mit Antibiotika behandelt, um schwere Infektionen mit Darmbakterien zu verhindern. Nach der Transplantation bilden sich im Idealfall ein neues Immunsystem und eine neue Darmflora heraus.

Diese komplizierten Regenerationsprozesse und wie sie miteinander wechselwirken, will Lang zusammen mit dem Immunologen Alexander Weber und der medizinischen Mikrobiologin Silke Peter untersuchen. ImMiGeNe heißt ihr Forschungsprojekt, bei dem sie intensiv die Infrastruktur des Zentrums für Personalisierte Medizin nutzen. Es ist ein sogenanntes „Demonstratorprojekt“, das zeigen soll, so Weber, „wie die Medizin der Zukunft aussieht“.



07

Lang hat aber noch einen größeren Traum. In einem weiteren Projekt arbeitet er an einem Impfstoff gegen Leukämien. Geimpft werden soll ein kleiner Eiweißstoff, ein Peptid, das aufgrund der molekularen Diagnostik ganz individuell für einen einzelnen Patienten hergestellt wird. „Das ist wahrhaft personalisierte Medizin“, schwärmt sogar der sonst so nüchterne Bioinformatiker Oliver Kohlbacher, der die Datensammlung und -auswertung unterstützt. Eine klinische Studie hat gerade begonnen, auf Ergebnisse wird man aber noch eine Weile warten müssen.

### Bioinformatiker bereiten Daten auf

Die Bioinformatik ist überall eingebunden. „Ohne Bioinformatik keine personalisierte Medizin“, sagt Kohlbacher selbstbewusst. Manchmal schaut er voller Neid in die USA, wo man mit der Klinik-übergreifenden Integration von Patientendaten schon sehr viel weiter sei als in Deutschland. „Auch weil dort der Datenschutz grundsätzlich anders gehandhabt wird als hier“, gibt er zu.

Optimistischer sieht es Malek: Tübingen sei „Schrittmacher“ für die personalisierte Medizin in Baden-Württemberg, sagt er, die Vernetzung mit ähnlichen Zentren in Heidelberg, Freiburg und Ulm schreite voran. Mit Vertretern der Krankenkassen sei er in ständigen Gesprächen über die Finanzierung neuer „theragnostischer“ Verfahren. Nur wenn die teure neue Medizin in spezialisierten Zentren gebündelt werde, in denen man systematisch aus gewonnenen Erfahrungen und den angehäuften Datenmengen lerne, so die Argumentation, könne sie mit der Zeit für alle erschwinglich werden – ein hehres Ziel. \_\_\_\_\_ //



08



09

07 In der Kinderklinik wird für junge Krebspatienten erforscht, wie die Regenerationsprozesse nach einer Knochenmarksspende wechselwirken. // In the Children's Hospital, pediatricians are investigating how regeneration processes interact after bone marrow transplants in young patients.

08 Professor Dr. Peter Lang, Kinder- und Jugendmedizin // Professor Dr. Peter Lang, General Pediatrics, Oncology / Hematology

09 Der Kinderarzt entwickelt einen Impfstoff gegen Leukämien, der individuell an Patienten angepasst wird. // The pediatrician is developing a vaccine against leukemia, which is adapted to the individual patient.

> english

// \_\_\_\_\_ Professor and clinical director Nisar Peter Malek is an internist and gastroenterologist. His specialties are tumors of the stomach and intestine, liver and pancreas, as well as inflammatory bowel disease. As an oncologist, he is used to discussing the diagnosis and treatment of difficult cases with peers and has observed the emergence of a “theragnostic” approach.

When the Molecular Tumor Board meets at Tübingen University Hospital, its members discuss cancer cases at the molecular level. These cases are patients whose cancer cells have been genetically examined and parts of their DNA have been sequenced. Although this process costs several thousand euros today, the prices are falling and will soon be down to a few hundred euros. If physicians can identify where the DNA of the cancer cells has changed in comparison to healthy cells, they may be able to find a suitable drug that has proven itself in a genetically comparable tumor, even if the tumor is, for example, a lung tumor rather than an abdominal tumor. →



10

10 Um die Tumor-DNA zu isolieren, wird eine Leberstanzbiopsie entnommen. // A liver biopsy is performed to isolate the tumor DNA.

On the basis of this scientific evidence, the attending physician can submit an application to the patient's health insurance fund for an off-label treatment with a drug approved for lung tumors, but not yet for abdominal tumors. Since these are expensive medicines – they cost up to 15,000 euros per month – some conditions must be met: All options of standard therapy must have been exhausted and the patient must be strong enough for another therapeutic approach. The genetic data must be current as cancer cells transform rapidly. A report from several specialists, which indicates the potential for a successful outcome, must also be submitted. “This decision is not one that can be made by a single physician”, says Malek. “Patient safety and our responsibility to society require the expertise of several specialists.”

**The tumor board**  
brings data together

To make this possible, Malek worked with human geneticist Olaf Rieß and bioinformatician Oliver Kohlbacher to found the Center for Personalized Medicine at the University of Tübingen as part of the Excellence Initiative. It began with the “Molecular Medicine in Tübingen” workshop in 2013 and much has

since been achieved. The CentraXX database was purchased to collect large amounts of data from various clinics and institutes. Special regulations ensure that in addition to physicians, external researchers can also access anonymized data for research purposes, if their patients consent. According to Malek, the consent rate is approximately 90 percent. The Molecular Tumor Board has also been established and further boards are also planned for other areas.

At the Leibniz Knowledge Media Research Center, Professor Peter Gerjets and Dr. Marc Halfmann from the working group “Multimodal Interaction” are piloting a touch-based user interface, which board members will use in future meetings to help them to better understand and interpret their findings across disciplines. “We hope to have a prototype for our department soon”, says Malek.

The extent to which such infrastructure can advance medical research has been demonstrated by Malek's colleague in internal medicine, Michael Bitzer. He is coordinating part of the federally-funded seven million euro research project “multi-scale HCC”, which characterizes advanced liver tumors over a longer period of time – more accurately than ever. Experts call these HCC Fingerprints, the molecular fingerprint of the liver tumor. Not only are genetic data collected (the genome), but also modifications of the DNA (the epigenome), the transcriptions of the genes (the transcriptome) as well as metabolic parameters from blood and urine samples (the metabolome). Imaging data is also gathered to contextualize the molecular data.

## 24 Institutes in one

> The Center for Personalized Medicine (ZPM) was founded in March 2015 as part of the Excellence Initiative. 24 clinics, research institutes and technical facilities work together here.

> Managing director Yvonne Möller and scientific coordinator Janina Beha manage the Center's activities, such as registering patients for the Molecular Tumor Board, preparing reports for health insurance funds and organizing information and training events. Beha, a molecular cell biologist, also keeps track of progress in diagnostic procedures and helps to integrate new methods into clinical practice. “We will need many more people like Janina Beha and we must invest in training them”, says ZPM founder Nisar Peter Malek.

“We want to know how tumors change during therapy”, says Bitzer. So far he has examined 26 of 40 patients in the study and is optimistic of new findings. “We are already seeing extremes at both ends of the spectrum. In one patient, the tumor had disappeared after four weeks. In another, the tumor growth was exponential over the same period.” Bitzer hopes that with the help of his research it will be possible to better predict, which cancer patients will benefit from immunotherapy and which will not. “So far, we only know that the new drugs are curative in 20 to 25 percent of cases – but unfortunately we do not know why.”

**Gaining**  
more time

Ghazaleh Tabatabai is a neurologist. As a professor of neurooncology, she has contributed to the development of the Molecular Tumor Board and regularly presents patients with tumors of the nervous system. Discussions in the Molecular Tumor Board are important in deciding how she continues treating her patients. “We want to enable personalized therapy for each patient based on individual molecular and immunological profile”, says Tabatabai, who was recognized as one of the top physicians in her field in August 2017 by Focus magazine. “We need to find the right point in time for treatment”, she emphasizes. “We want to stay one step ahead and attack the tumor when it is most vulnerable.”

With the success of molecular boards in cancer treatment, Tabatabai and her colleagues at the Center of Neurology and the Department of Neurosurgery want to extend the approach to other areas of clinical neuroscience and establish a “personalized neuroboard”. For neuroimmunologic diseases such as multiple sclerosis, it may be very useful to observe changes in the blood, in electrophysiological or morphological image parameters in the course of the disease. This could also improve therapeutic strategies for stroke and epilepsy patients. Elsewhere at the hospital there are similar plans: The cardiologists are forming a “Cardio Board” and experts for infectious diseases are planning an “Infection Board”.

**An overview**  
of complex processes

Peter Lang is a pediatrician. His young patients on Ward 16 of the Tübingen Children's Hospital are suffering from leukemia or other hemopoietic disorders. As they cannot be helped in any other way, his patients receive stem cell transplants from suitable bone marrow donors. Lang performs around 50 transplants a year. For the stem cells to grow, the patient's bone marrow must be destroyed through chemotherapy. As this impairs the immune system, patients are treated with antibiotics to prevent serious infections from intestinal bacteria. Ideally, after the transplant, a new immune system and a new intestinal flora are formed.

Lang wants to investigate these complicated regeneration processes with immunologist Alexander Weber and the medical microbiologist Silke Peter. Their project “ImMeGeNe” makes intensive use of infrastructure at the Center for Personalized Medicine.

But Lang also has a greater vision. In another project, he is working on a vaccine against leukemia. The vaccine uses a small protein, a peptide that is produced on the basis of molecular diagnostics to target an individual immune response.

**Bioinformaticians**  
are preparing data

“Personalized medicine would not exist without bioinformatics”, says bioinformatician Oliver Kohlbacher. He is sometimes envious of the progress that has been made in the USA – in comparison to Germany – with data already being shared between hospitals. “This is due to a different approach taken to data protection in America than in Germany”, he admits.

Malek has a more optimistic view: “The University of Tübingen is setting the bar for personalized medicine in Baden-Württemberg and collaboration with other centers in Heidelberg, Freiburg and Ulm is progressing well.” Malek is also in constant talks with representatives of the health insurance funds about the financing of new therapeutic procedures. Personalized medicine can only become affordable for all over time when expertise is consolidated in specialized centers and physicians can learn from the accumulated data and experience. \_\_\_\_\_//





**BOSCH**  
Technik fürs Leben

Lieber sinnvoll statt sinngemäß? Vereinen Sie mit Ihren Ideen unternehmerisches Denken und gesellschaftliche Verantwortung.

[www.start-a-remarkable-career.de](http://www.start-a-remarkable-career.de)

Willkommen bei Bosch. Hier bewegen Sie Großes. Ob im Bereich Mobility Solutions, Industrial Technology, Consumer Goods oder Energy and Building Technology: Leistungsstarke Ideen und Lösungen kommen von Bosch. Unsere Erfolge messen wir dabei nicht nur am wirtschaftlichen Wachstum, sondern vor allem an einer verbesserten Lebensqualität der Menschen. Weil wir uns Werten verpflichtet fühlen, die auf Verantwortungsbewusstsein basieren. Das gelingt nur mit einem globalen Netzwerk von über 375.000 hoch engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die vordenken und täglich fachliches Neuland betreten. **Starten auch Sie etwas Großes.**

Let's be remarkable.

# PRAKTISCH NUR NOCH EIN JAHR!

Mit Vollgas auf die Zielgerade bei den Rems-Murr-Kliniken!



Das Rems-Murr-Klinikum Winnenden ist ein Haus der Zentralversorgung mit kurzen Wegen zwischen den einzelnen Fachabteilungen. Als Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen bieten wir Ihnen in Ihrem **Praktischen Jahr** neben einer angemessenen Vergütung auch eine Auswahl an attraktiven Zusatzleistungen. Zudem profitieren Sie bei uns von persönlicher Betreuung durch engagierte Mentoren und fachbezogene Fortbildungen.

- Pflichtfächer:** Chirurgie (Allgemeinchirurgie, Gefäßchirurgie, Viszeralchirurgie, Unfallchirurgie)  
**Innere Medizin** (Allgemeine Innere Medizin, Gastroenterologie, Kardiologie, Geriatrie, Hämatologie, Onkologie und Palliativmedizin)
- Wahlfächer:** Gynäkologie mit Brustzentrum, Geburtshilfe, Kinder- und Jugendmedizin, Anästhesie

Sie möchten mit uns durchstarten?  
 Bitte bewerben Sie sich direkt über die Universität Tübingen unter [www.medizin.uni-tuebingen.de](http://www.medizin.uni-tuebingen.de)

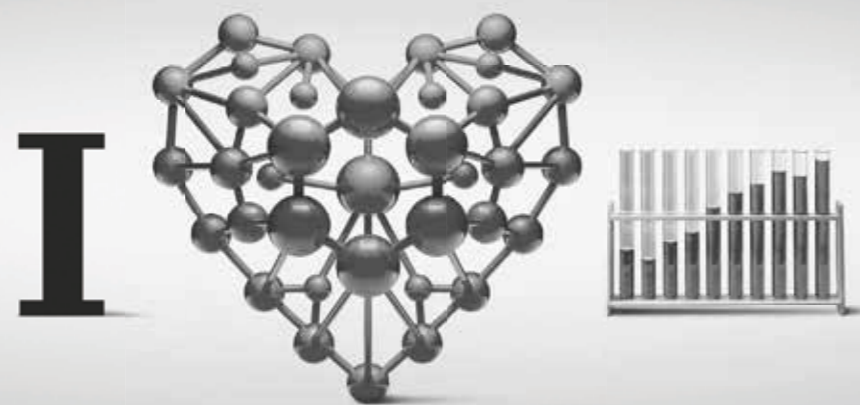
Weitere Infos? Besuchen Sie uns auf der Informationsveranstaltung zum **Praktischen Jahr** am **25. Januar 2018** im **Universitätsklinikum Tübingen**.

- Wir sind medizinischer Spitzenversorger für die Region
- 19 Fachkliniken
- Über 45.000 Patienten/Jahr
- Standorte in Winnenden und Schorndorf
- Landkreis in reizvoller Lage mit hoher Lebensqualität
- In öffentlicher Trägerschaft des Rems-Murr-Kreises
- Volle Unterstützung durch den Landkreis
- Moderne, familienfreundliche Arbeitsplätze
- Rems-Murr-Klinikum Winnenden ist akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen

**RMK** Rems-Murr-Kliniken | Rems-Murr-Kliniken gGmbH | Am Jakobsweg 1 | 71364 Winnenden  
 Weitere Informationen finden Sie unter [www.rems-murr-kliniken.de/praktisch1jahr](http://www.rems-murr-kliniken.de/praktisch1jahr)

# DER STANDORT MIT EXZELLENTEN VERBINDUNGEN

→ Die Formel zum Erfolg hat eine Unbekannte weniger – den Standort. Denn der Technologiepark Tübingen-Reutlingen bietet mit seinem flexiblen Raumkonzept eine Umgebung, die sich ganz Ihren Bedürfnissen anpasst. So sind Unternehmen ganz in ihrem Element: [www.ttr-gmbh.de](http://www.ttr-gmbh.de)



**TTR**  
Technologiepark Tübingen-Reutlingen



Ingenieur- und Meisterbetrieb der Innung  
 Beratung, Planung, Ausführung, Instandhaltung

**Ihr kompetenter Partner für Gebäude-, Elektro-, Sicherheits- und Energietechnik**

- Intelligente Elektrotechnik, Komfortinstallationen: Neubau und Renovierung, privat und gewerblich
- Brand-/Einbruchmeldetechnik, Zutritts-/ Videoüberwachung
- Kommunikations-, Datentechnik, Automatisierungstechnik
- Blockheizkraftwerke, Klimatechnik, Wärmepumpen
- e-Check für Privat und Gewerbe
- Planung, LV-Erstellung, Bauüberwachung

**VdS** VdS-erkannte Einrichtung für Einbruch- und Brandmeldetechnik sowie nach DIN 14755 zertifizierte Fachfirma für Brandmeldeanlagen

**TELENOT** Notdienst für Notfälle

**ELEKTRO KURNER** DIENSTLEISTUNGSZENTRUM GMBH  
 Handwerkerpark 9 | 72070 Tübingen | Tel.: 07071 943800 | [info@elektro-kuerner.de](mailto:info@elektro-kuerner.de) | [www.elektro-kuerner.de](http://www.elektro-kuerner.de)

## Neu im TVV-Verlag

**WE ARE DIVERSITY!**  
 EIN ARCHIV DER DIVERSITÄT AN DER EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN



Reinhard Jehler u.a. (Hg.)  
 We are Diversity! Ein Archiv der Diversität an der Eberhard Karls Universität Tübingen  
 Sonderband des Ludwig-Uhland-Instituts der Universität Tübingen  
 ISBN 978-3-932512-90-2

5,- Euro  
 TVV-Mitglieder:  
 3,25 Euro

**Paketpreis:**  
 Universität, Diversität Wir? 13 Momentaufnahmen aus dem Tübinger Uni-Alltag  
 +  
 We are Diversity! Ein Archiv der Diversität an der Eberhard Karls Universität Tübingen  
 19,90 Euro

Erhältlich im Buchhandel oder direkt beim Verlag: [www.tvv-verlag.de](http://www.tvv-verlag.de)

Studierende der EKW organisierten mit Unterstützung des Diversity-Audits „Vielfalt gestalten“ am 6. und 7. Dezember 2016 ein Fotoshooting unter dem Motto „We are diversity!“ an der Uni Tübingen. Die dabei entstandenen Fotografien sind als eine von „13 Momentaufnahmen“ in der gleichnamigen Ausstellung des Studienprojekts „Universität. Diversität. Wir!“ im Bonatzbau der Universitätsbibliothek zu sehen gewesen. Parallel zum erfolgreichen Abschluss des Audits wird in diesem Buch nun ein Großteil der Fotos veröffentlicht. Sie alle zeigen, was mit Diversität gemeint ist. Mit den hier abgedruckten 166 Fotografien soll ein Archiv der Diversität an der Eberhard Karls Universität Tübingen eröffnet werden. Denn Diversität geht – soll sie Zukunft haben – alle an.

**tvv** Tübinger Vereinigung für Volkskunde e.V. | [www.tvv-verlag.de](http://www.tvv-verlag.de)



## Zwischen Mensa und Weltmeisterschaft

### Between Lectures and the World Championships

**Nach der Vorlesung direkt zum Training, um sich für die nächste internationale Meisterschaft vorzubereiten: Das ist Alltag für 32 Tübinger Studierende, die neben ihrem Studium einen Spitzensport betreiben. Attempto! hat drei von ihnen getroffen.**

// Heading straight from lectures to training for the next world championships is part of everyday life for the 32 students at the University of Tübingen who study and take part in competitive sports. Attempto! caught up with three of them to find out how the worlds of sport and study combine.

**TEXT**  
Tim Kummert

**PHOTOS**  
Christoph Jäckle





01



03

**01** Handballerin Louisa De Bellis studiert in Tübingen Psychologie. // Handball player Louisa De Bellis studies psychology in Tübingen.

**02** Energiebündel im Wettkampf: Für ihren Sport gibt Louisa De Bellis alles. // A bundle of energy in competition: Louisa De Bellis gives all for her sport.  
Photo: Sasa Pahic Szabo



02

&gt; deutsch

// \_\_\_\_\_ Der 4. Februar 2007 verändert das Leben von Louisa De Bellis für immer. An diesem Tag steht die deutsche Handballnationalmannschaft im Finale der WM der Männer. Zu Hause sitzt die neunjährige Louisa gebannt vor dem Fernseher und jubelt bei jedem Tor. Um 18:39 Uhr fällt in Köln der 29. Treffer gegen Polen, Deutschland ist Weltmeister. „Ich war elektrisiert, das Wintermärchen entflamte mich. Wenige Tage später habe ich mich beim Handballteam des VfL Waiblingen angemeldet.“ Heute studiert De Bellis, mittlerweile 19 Jahre, in Tübingen Psychologie. Sie spielt immer noch Handball, inzwischen bei Europameisterschaften. In der Universitätsbibliothek erzählt sie von ihrer Handballkarriere. „Ich liebe diesen Teamsport. Auch wenn meine Unterarme praktisch immer blaue Flecken haben“, sagt sie lachend.

„Mit meinem Studienfach Psychologie bin ich durch meinen Sport in Kontakt gekommen, weil wir vor wichtigen Spielen von Psychologen betreut werden. Ich bin jetzt im dritten Semester und könnte mir vorstellen, später ebenfalls Menschen psychologisch im Sport zu betreuen.“ Sie sei der Universität dankbar für die Spitzensportförderung. „Wir können Prüfungen flexibler legen und den Stundenplan an unser Training anpassen.“ Die Spielszenen, die De Bellis auf ihrem Laptop zeigt, haben dann nicht mehr viel mit der ruhigen jungen Frau mit Steckerhöringen zu tun, die vor einem sitzt. Sie brüllt. Sie rennt. Sie wirft. De Bellis grinst: „Ich liebe es.“

### Für das Leben

nach dem Leistungssport

Das universitäre Förderprogramm, zu dem auch De Bellis gehört, wird von Verena Burk am Institut für Sportwissenschaft betreut. „Spitzensportlern, die in Tübingen studieren, geben wir die Möglichkeit, ihr Studium flexibler zu gestalten“, erzählt sie. „Im besten Fall sind sie durch das Studium bei Training und Wettkämpfen nicht eingeschränkt. Sie haben flexiblere Anwesenheitszeiten, müssen aber natürlich die gleiche Studienleistung erbringen wie ihre Kommilitonen.“ Voraussetzung für die Förderung: Der Studierende muss entweder Mitglied eines Bundeskaders sein oder einer Mannschaft in den 1. Bundesligen angehören. Pro Fach ist ein Prozent der Studienplätze für Spitzensportler reserviert.

Studierende, die neben ihrem Studium absolute Höchstleistungen im Sport bringen, sind in Tübingen in fast allen Fächern vertreten: unter anderem in Jura, Medizin und den Lehramtsstudiengängen. 2005 wurde die Spitzensportförderung eingeführt, pro Jahr melden sich zehn bis zwölf Studierende an. Warum tun sich viele Sportler überhaupt zusätzlich ein Studium an? „Wenn sie Handball in der Ersten Bundesliga spielen, können sie davon leben. Aber nicht so gut, dass sie nie wieder arbeiten müssen“, sagt Burk. „Da ist ein Studium für das ‚Leben nach dem Sport‘ sinnvoll.“

**03** Basketballer Leon Schöneberg paukt für sein Medizinstudium. // Basketball player Leon Schöneberg studying for his degree in medicine.

**04** Beim Rollstuhl-Basketball spielte Leon Schöneberg 2013 den Weltmeister-Titel ein. // In 2013 Leon Schöneberg won the World Championship title in wheelchair basketball.  
Photo: privat

### Beim Rollstuhlbasketball knallt es manchmal

Acht Spieler trainieren an einem Dienstag ihr Basketballspiel in der Sporthalle des Universitätsklinikums. Alle sitzen in Rollstühlen. Der junge Mann mit der Nummer 13 auf dem Rücken versenkt fast jeden Wurf im Korb. Die Rollstühle knallen manchmal aneinander, das Geräusch durchschneidet die Rufe der Spieler. Leon Schöneberg, die Nummer 13, fährt einen eleganten Bogen und macht noch einen Korb.

Der 20-Jährige spielt seit seinem neunten Lebensjahr Rollstuhl-Basketball, er saß vier Jahre im Rollstuhl. Damals war er an der Hüfte erkrankt, heute kann er wieder normal laufen und studiert Medizin in Tübingen. Er erklärt nach dem Spiel verschwitzt: „Ich spiele weiterhin gern Rollstuhl-Basketball.“ Ist das nicht schräg für die anderen Spieler? „Nein“, erklärt er, „wir kennen uns seit Jahren – für die anderen macht es keinen Unterschied, dass ich sonst Fußgänger bin.“ Er hatte beim Rollstuhlbasketball schon diverse Erfolge: Europameister 2012, Weltmeister 2013.

Nach dem Abi war er ein halbes Jahr in Hannover, spielte in der Ersten Bundesliga Basketball im Rollstuhl, mit internationalen Spielern aus Australien und Amerika. Nebenher machte er sein Pflegepraktikum, das Pflichtteil des Medizinstudiums ist. Dann begann er sein Studium im Sommersemester 2016. Er erklärt dazu: „Aufgrund meiner Hüfterkrankung habe ich viel Zeit in Krankenhäusern verbracht. Deshalb wollte ich danach immer Medizin studieren, um anderen Menschen zu helfen – so wie mir damals geholfen wurde.“ In welche Richtung er später genau will, weiß er noch nicht. „Kardiologie oder Neurologie könnte ich mir im Moment gut vorstellen.“ →



04

## Null Euro für den Deutschland-Sieg

Lara Füller sitzt am Mittwoch am Tisch einer Back-Kette in Stuttgart. Vor dem blonden, zierlichen Mädchen steht eine Cola, Füller kommt aus der Vorlesung „Höhere Mathematik 1“. Sie ist im ersten Semester im Fach Medizintechnik, einem Kooperations-Studiengang der Universitäten Tübingen und Stuttgart. Der Tag war lang für die 18-Jährige – und doch ist sie nicht müde. Nach nur einer Frage kommt sie auf ihre Leidenschaft zu sprechen. „Eigentlich klingt es albern: in einer Turnhalle Kunststücke auf dem Rad vollführen. Aber dafür brenne ich.“ Bis zu vier Mal pro Woche trainiert sie drei Stunden. Vor einem Jahr fuhr sie einen Junioren-Weltrekord, der mittlerweile schon wieder eingeholt wurde. „Von einer Österreicherin“, meint sie seufzend.

Zur Liste ihrer Erfolge gehören die Titel Vize-Europameisterin (2015) und Deutsche Juniorenmeisterin im Kunstradfahren (2017). Im Moment versucht sie, ein Gleichgewicht zwischen Studium und Training zu finden, erzählt sie. „Noch geht das gut.“ Medizintechnik war die Wahl, weil sie Technik „schon immer mochte“ – die Kombination mit Medizin erschien ihr noch reizvoller. Das Berufsziel ist offen: „Ich werde auf jeden Fall den Master machen und später möglichst vielen Menschen mit meinem medizinisch-technischen Wissen helfen.“

Welche Prämie erhält eigentlich eine Deutsche Meisterin ihres Metiers? Füller grinst: „Null Euro. Mit Kunstradfahren kann man kein Geld verdienen. Es geht einfach nur um den Sport.“ Sie trainiert mit ihrem Verein beim RKV Poppenweiler, die Turnhalle steht keine fünf Minuten vom Haus ihrer Eltern entfernt. „Umziehen hätte da für mich nicht wirklich Sinn gemacht.“ Ein YouTube-Video zeigt ihre Kür bei der Deutschen Juniorenmeisterschaft: Sie springt vom Sattel auf den Lenker, während das Fahrrad fährt, bäumt das Vorderrad in die Luft auf und dreht enge Pirouetten. Dann setzt sie das Vorderrad elegant auf, steigt ab und macht einen Knicks Richtung Publikum. Tosen der Applaus. \_\_\_\_\_ //



05

&gt; english

// \_\_\_\_\_ February 4, 2007 changed the life of Louisa De Bellis forever. At 6:39 pm in Cologne, the German men's handball team scored its 29<sup>th</sup> goal against Poland and became World Champion. "I was electrified by the match and just a few days later I had signed up for the handball team VfL Waiblingen", says De Bellis, who is now 19 and studies Psychology at the University of Tübingen. She still plays handball – but now in European championships.

### Studying for life after sport

The program, which also supports De Bellis, is supervised by Verena Burk at the Institute of Sports Science. "We give top athletes, who also study in Tübingen, the opportunity to make their studies more flexible," she says. "At best, they should not be restricted by studying during training and competitions. They have more flexible attendance requirements, but still have to do the same work as their fellow students." To take part, the student must either be a member of a German national squad or belong to a German premier league team. For each subject, one percent of study places are reserved for top athletes.

Students, who are top athletes in addition to their studies, come from almost all subjects at the University of Tübingen, including Law, Medicine and teacher training programs. The support program for top athletes was introduced in 2005, and ten to twelve students enroll in the program each year. If they are already successful in what they do, why do many athletes start studying at all? "Athletes, who play handball in a national team, can make a living but not the extent where they will never work again – studying is an investment for life after sport," says Burk.

### Wheelchair basketball

is a high adrenaline sport

Eight wheelchair basketball players train on a Tuesday in the sports hall of the University Hospital. Number 13, Leon Schöneberg, scores a basket on almost every attempt. The 20 year-old has been playing wheelchair basketball since he was nine years old and spent four years in a wheelchair due to a hip disorder. Now he is able to walk again and studies Medicine at the University of Tübingen. After the game he explains that it doesn't make a difference to his team that he is now not permanently in a wheelchair and that they have played together for many years. The team was awarded the European Championship title in 2012 and World Championship title in 2013.

### National victory

for artistic cyclist

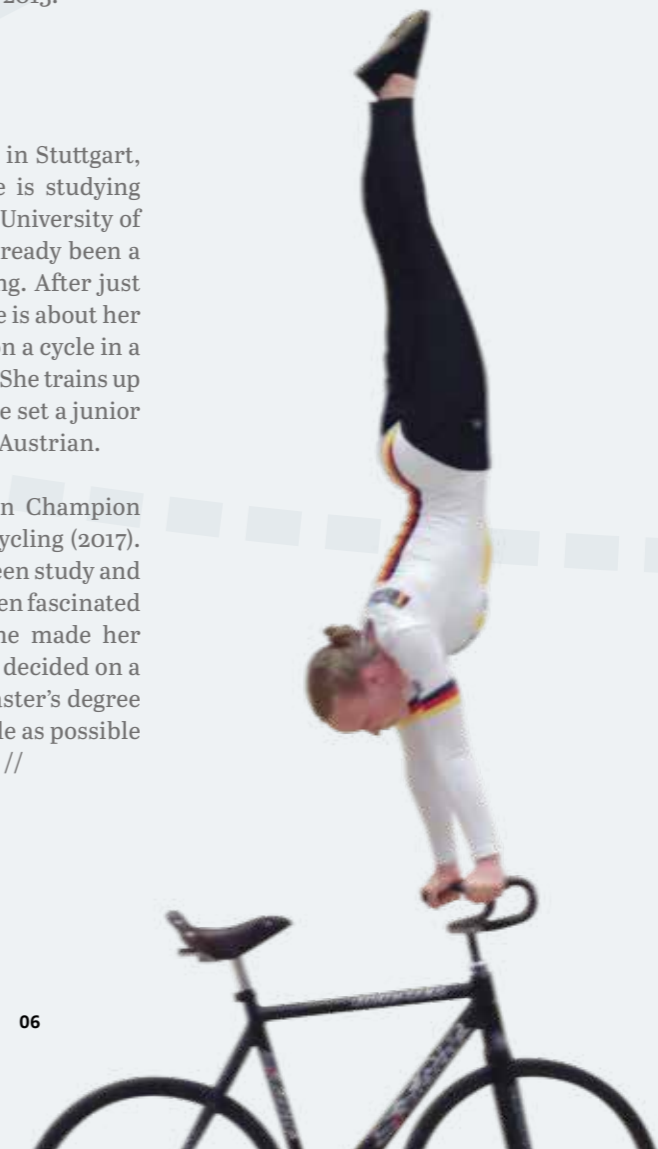
Attempo! caught up with Lara Füller at a bakery in Stuttgart, after her lecture "Advanced Mathematics 1". She is studying Medical Technology which is joint program at the University of Tübingen and the University of Stuttgart. It has already been a long day for Füller but she shows no signs of tiring. After just one question she makes it clear how passionate she is about her sport. "It may seem strange to perform exercises on a cycle in a sports hall, but artistic cycling gives me a real kick." She trains up to four times a week for three hours. A year ago she set a junior world record, which has since been claimed by an Austrian.

Her list of achievements includes Vice European Champion (2015) and German Junior Champion in Artistic Cycling (2017). At the moment she is trying to find a balance between study and training. "It's going well so far." Füller has always been fascinated by technology and combining this with medicine made her study choice even more appealing. She has not yet decided on a specific future career: "I will definitely study a Master's degree and pursue a career when I can help as many people as possible with my knowledge of medical technology." \_\_\_\_\_ //

05 Kunstradprofi Lara Füller studiert Medizintechnik in Tübingen und Stuttgart. // Artistic cyclist Lara Füller studies medical technology in Tübingen and Stuttgart.

06 Vier Mal wöchentlich zum Training: Lara Füller brennt für das Kunstradfahren. // Training four times a week: artistic cycling is a real commitment for Lara Füller.

Photo: Thomas Füller



06



## Kunstliebhaber mit Geschäftssinn

### An Art Lover with Business Sense

**Philipp Herzog von Württemberg hatte schon als Jugendlicher eine Liebe für schöne Gegenstände und Spaß am Handel. Heute versteigert er im Auktionshaus Sotheby's millionenschwere Kunst zu Rekordpreisen. Seine kunsthistorische Ausbildung absolvierte er an der Universität Tübingen.**

**TEXT**  
Carsten Hauptmeier

**PHOTOS**  
Sandra Hauer

// Even from an early age, Philipp Herzog von Württemberg had a love for art and business. He studied Art History at the University of Tübingen and today he auctions million-dollar art at record prices for Sotheby's.



01

&gt; deutsch

// \_\_\_\_\_ Philipp Herzog von Württemberg arbeitet mit den Händen. Er greift in die Luft, als wolle er kräftig zupacken, klopft auf den Holztisch vor ihm. „Ich liebe es, zu Hause der Handwerker zu sein“, verrät der Europa-Chef des Auktionshauses Sotheby's im Gespräch in seinem Frankfurter Büro. Möbelrestaurateur wollte er einst werden, heute würde er als Künstler am liebsten „etwas mit Stahl und Metall“ machen, „schweißen, richtig kräftig rangehen“.

Doch seine Arbeit lässt kaum Zeit für eigenes Handwerk. Als Kunsthändler trifft er fast jede Woche Kunden in aller Welt, besucht Galerien und Museen oder hat selbst bei Auktionen den Hammer in der Hand. Gerade war er in Mailand, am nächsten Tag geht es weiter nach Paris, als er an einem trüben Dezembertag an einem langen Holztisch im Besprechungszimmer bei Sotheby's sitzt. An den Wänden hängt moderne Kunst, und Philipp von Württemberg sagt: „Nur mit grauen Wänden und Stühlen, mit grauen Anzügen und Schuhen zu leben, ist ein bisschen langweilig.“

Er selbst sammelt zeitgenössische chinesische Kunst. Vor fast 20 Jahren weckte eine Ausstellung in Düsseldorf seine Begeisterung dafür; ein Anknüpfungspunkt war für ihn auch seine Doktorarbeit, die er an der Universität Tübingen zum Thema „Das Lackkabinett im deutschen Schlossbau. Zur Chinarezeption im 17. und 18. Jahrhundert“ schrieb. Von 1988 bis 1993 hatte er dort zuvor Kunstgeschichte und Geschichte studiert. Der Universität blieb er von 2000 bis 2008 noch als Mitglied des Universitätsrats verbunden.



02

01 Dr. Philipp Herzog von Württemberg schloss in Tübingen seine Promotion zur Kunstgeschichte ab. // Dr. Philipp Herzog von Württemberg completed his doctorate in Art History in Tübingen.

02 Heute ist er Europa-Chef des Auktionshauses Sotheby's. // Today he is head of Sotheby's in Europe.

03 Sein Werkzeug für Auktionen: Alberto Giacomettis Plastik „L'homme qui marche I“ wurde für 104 Millionen Dollar verkauft. // He auctioned Alberto Giacometti's sculpture "L'homme qui marche I" for 104 million dollars.

„Ich habe es genossen“, sagt er über seine Studienzeit in Tübingen. Er mag, dass die Institute über die Stadt verteilt sind und die Uni nicht in einem „modernen, scheußlichen 60er-Jahre-Gebäude“ untergebracht ist; er erinnert sich an einen Antiquitätenhändler am Rathausplatz und an die „wunderschöne Bibliothek“. Doch eines eröffnete er dem damals in Tübingen lehrenden Kunsthistoriker Konrad Hoffmann schon vor Studienbeginn: „Ich gehe danach wieder in den Handel.“

Da hatte er gerade einen einjährigen Kurs bei einem Londoner Auktionshaus hinter sich. Sein Spaß am Handeln war allerdings schon viel früher aufgefallen. Auf Flohmärkten kaufte und verkaufte er als Jugendlicher in den 1980er-Jahren Kommoden, Schränke oder auch Bierkrüge. So habe er sein „Taschengeld aufgepolstert“, erinnert er sich. Seine Liebe zur Kunst wiederum weckten die Werke in den Häusern der Familie von Württemberg und die Zeit, die er als Kind im Atelier seiner Mutter verbrachte.

Nach dem Studium in Tübingen stieg Philipp von Württemberg 1996 bei Sotheby's als Möbelexperte ein. Schon zwei Jahre später führte er die Geschäfte des Auktionshauses in Deutschland, von 2004 bis 2007 stand er auch an der Spitze von Sotheby's in Frankreich. Seit 2011 ist der verheiratete Vater von vier Kindern Europa-Chef des Unternehmens.

”

**Ich garantiere, dass irgendwann die Milliarde erreicht wird – nur wann, kann ich nicht sagen.**

I am certain that we will reach a billion but I am not sure when.

“

In den vergangenen Jahren war er an einigen der größten Geschäfte seines Hauses beteiligt – zum Beispiel am Verkauf von Alberto Giacomettis Bronzeplastik „L'homme qui marche I“. Auf 20 bis 30 Millionen US-Dollar wurde die Skulptur zunächst geschätzt – bei der Auktion im Februar 2010 brachte sie letztlich 104,3 Millionen Dollar ein, damals das teuerste auf einer Auktion verkaufte Kunstwerk.

Dieser Rekord ist längst Geschichte. Im November 2017 ersteigerte ein Käufer das Gemälde „Salvator Mundi“ von Leonardo da Vinci für 450 Millionen Dollar. Ein Ende der Rekordpreise ist damit für Philipp von Württemberg aber längst nicht erreicht: „Es geht immer weiter nach oben. Ich garantiere, dass die Milliarde erreicht wird – nur wann es so weit ist, kann ich nicht sagen.“

Als Kunsthändler wird er jedenfalls weiter nach den besonderen, einzigartigen Werken suchen, die auch lukrative Geschäfte versprechen. Und manchmal finden sich die völlig überraschend. So erinnert er sich zum Beispiel, wie er vor Jahren auf dem Dachboden eines Schlosses in einem Stapel von Bildern auf ein Gemälde stieß, das die heilige Anna zeigt. Er fand es nicht sehr schön, doch sein Bauchgefühl sagte ihm: „Das Bild hat etwas.“ Es dauerte eine Zeit, bis Experten herausfanden, dass es sich um ein Werk des spanischen Malers Luis de Morales handelte. Das Prado-Museum kaufte es schließlich. Und wenn er jetzt in Madrid mit seinen Kindern oder Freunden vor dem Morales-Bild „The birth of the virgin“ stehe, sage er immer: „Das habe ich auf einem Dachboden gefunden.“ \_\_\_\_\_//



03

&gt; english

// \_\_\_\_\_ Philipp Herzog von Württemberg enjoys working with his hands. He reaches into the air as if he wants to grab something vigorously and brings his hands down with a crash on the wooden desk before him. “I love being the craftsman”, says the head of Sotheby's in Europe in an interview at his office in Frankfurt. He once wanted to become a furniture restorer, but today, as an artist, he would most like to do “something with steel and metal, weld, do really physical work”.

But his work leaves little time for his own creative projects. As an art dealer, he meets customers around the world almost every week, visits galleries and museums or even holds the hammer at auctions himself. He was just in Milan, and tomorrow he's off to Paris. Sitting at a long wooden table in a meeting room at Sotheby's Frankfurt on a dreary December morning von Württemberg remarks on the modern art on the walls: “It would be boring if the walls and furniture were gray to match the suits.” Personally, von Württemberg is fascinated by contemporary Chinese art, which he was inspired to start collecting at an exhibition in Düsseldorf 20 years ago. →



04 Sotheby's erzielt mit Kunstwerken Rekordpreise. // Sotheby's achieves record prices at auctions.

05 Eine zu 100 Prozent abgeschlossene Auktion wird als „White Glove“ bezeichnet: Der Auktionator erhält als Würdigung ein Paar weiße Handschuhe. // If all items are sold in an auction, the auctioneer is awarded a pair of white gloves in recognition of their achievement.

Von Württemberg discovered his passion for trade at an early age where he brought and sold cabinets, cupboards and beer tankards at flea markets as a teenager in the early 1980s. “It was a way of earning a little extra money”, he remembers. His love for art originated from his appreciation for the works in the homes of the von Württemberg family and the time he spent as a child in his mother’s studio.

After studying in Tübingen, Philipp von Württemberg joined Sotheby’s in 1996 as a furniture expert. Two years later, he managed Sotheby’s Germany, from 2004 to 2007, he was also at the helm of Sotheby’s in France. Since 2011, the married father of four children is head of Sotheby’s in Europe.

In recent years, he has been involved in some of the largest deals at Sotheby’s, including the sale of Alberto Giacometti’s bronze sculpture “L’homme qui marche I”. The sculpture was initially valued at USD 20 million to USD 30 million – at the February 2010 auction, it ultimately raised USD 104.3 million, then the most expensive artwork ever to be auctioned.

However, this record is long since history. In November 2017, the painting “Salvator Mundi” by Leonardo da Vinci was sold for EUR 450 million. However, an end to the record prices is far from being reached for Philipp von Württemberg: “It keeps on going up. I am certain that we will reach a billion but I am not sure when.”

As an art dealer, he will continue to search for special and unique works that promise lucrative business. Sometimes his findings come as a complete surprise. For example, he remembers years ago, he came upon a painting depicting St. Anne while searching through a castle attic. He did not find it particularly visually appealing, but his gut feeling told him he had something special. It took a while for experts to find out that it was painted by Luis de Morales and it was purchased by the Prado Museum. If he is with his children or friends in Madrid, he takes great pleasure in passing the Morales painting “The Birth of the Virgin” and telling them: “I found that one in an attic.” \_\_\_\_\_//

His doctoral research on “Painted cabinets in German castles. On the reception of China in the 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> century” was also a point of reference for him. From 1988 to 1993, he studied Art History at the University of Tübingen and served as a member of the University Board of Trustees from 2000 to 2008.

Looking back at his time in Tübingen, von Württemberg says: “I enjoyed it very much – especially as the institutes are spread out across the town and are not housed in ugly 1960s buildings. I have particularly fond memories of an antique dealership on Rathausplatz and the wonderful library.” But even before he was enrolled at the university, he remarked clearly to art historian Konrad Hoffmann, who taught in Tübingen at the time, that his ambition was to return to art dealing as he had just completed a year-long course at an auctioneers in London.

## Ingrid Hornberger-Hiller Rechtsanwältin

Tätigkeitsschwerpunkte:  
Vertragsrecht  
Familienrecht  
Markenrecht

Stöcklestraße 20  
72070 Tübingen

Telefon 07071 44515  
Telefax 07071 410808

info@hornberger-hiller.de  
www.hornberger-hiller.de

## Gutes Aussäen ist alles.

Wer sich selbst ernähren kann,  
führt ein Leben in Würde.  
brot-fuer-die-welt.de/saatgut



Mitglied der actalliance

Würde für den Menschen.



## Gemeinsam stark für Orang-Utans



www.orangutan.de

## Ausblick – in der nächsten Ausgabe

Outlook – in the next edition



Photo: Humboldt Foundation/Elbmotion

### Aus Abfallprodukten wird Biokraftstoff

Waste products Become Bio-Fuel and Bio-Chemicals

→ Lars Angenent setzt Mikroben ein, um Ressourcen zu recyceln: So kann Strom aus Sonne und Wind durch Kohlendioxid aus Biogasanlagen als Methan gespeichert werden. Eine andere Quelle für die Produktion von Kraftstoffen und Chemikalien sind organische Verbindungen in Abwässern wie aus der Milchwirtschaft. Der Humboldt-Professor will so zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft beitragen.

// Lars Angenent uses microbes for recycling resources: This way solar and wind electricity is stored as methane by using carbon dioxide in biogas from digesters. Another source of carbon for fuel and chemical production is organic compounds in wastewaters as from the dairy industry. With his research, the Humboldt-Professor wants to contribute to a circular economy.

### Impressum

Imprint

attempto! ist das Magazin der Eberhard Karls Universität Tübingen

Herausgeber **Professor Dr. Bernd Engler**  
Redaktion **Antje Karbe, Dr. Karl Guido Rijkhoek (verantwortlich)**  
Übersetzung **Daniel McCosh**  
Titelfoto U1+4 **@Kateryna\_Kon / Fotolia**  
Layout **In Medias Rees Werbeagentur**  
Satz **NORDSONNE IDENTITY, Berlin**  
Lektorat **Korrekturbüro Burger, www.korrekturburger.de**  
Druck **Stengel + Partner**  
Auflage **7.000 Exemplare, gedruckt auf FSC®-zertifiziertem Papier**  
Anzeigen **vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg**  
ISSN **1436-6096**  
Adresse **Eberhard Karls Universität Tübingen,  
Hochschulkommunikation,  
Wilhelmstr. 5, 72074 Tübingen**

Namentlich gekennzeichnete Artikel stimmen nicht unbedingt mit der Auffassung der Redaktion überein. Nachdruck des Heftes oder einzelner Artikel nur mit Zustimmung der Redaktion.



Photo: @Bernd Wolter/Fotolia

### Fledermäuse: Meister der Ortung

Bats: Experts in Echolocation

→ Fledermäuse sind Meister darin, sich im Dunkeln per Echoortung zu orientieren und ihre Beute zu finden. Angepasst an ihren Lebensraum evolvierte jede Art ein ganz eigenes Repertoire an Signaltypen und Verhaltensweisen. Dr. Annette Denzinger und ihr Team am Lehrstuhl für Tierphysiologie erforschen weltweit das Ortungsverhalten der fliegenden Säugetiere.

// Bats are experts at finding their way in the dark by echolocation and hunting their prey. Each species has adapted to its habitat and evolved its own repertoire of signal types and behaviors. Dr. Annette Denzinger and her team at the Department of Animal Physiology research the tracking behavior of bats around the world.



# Hacken im Wald: anstrengend.

# Hacken bei uns: aufregend!

## Wir

- testen IT-Systeme und hacken in simulierten Angriffen
- sind Marktführer im Bereich Penetrationstest
- führen interessante, anspruchsvolle Projekte basierend auf unserer Berufsethik durch
- schreiben Zusammenhalt groß in einem kreativ-dynamischen Team und
- bieten Ihnen eine Karriere als **IT Security Consultant**

## Sie

- sehen den Wald vor lauter Bäumen und führen alle Schritte bis zur Lösung durch
- möchten IT-Systeme durchdringen und die Schwachstellen finden
- sind ein Querdenker, reisebereit, flexibel und kundenorientiert
- suchen ein aufstrebendes Unternehmen mit freundschaftlichem Arbeitsklima und
- stehen auf der guten Seite?

Dann bewerben Sie sich: [jobs@syss.de](mailto:jobs@syss.de)



**SySS GmbH** · Schaffhausenstraße 77 · 72072 Tübingen  
Tel.: +49 - (0)7071 - 407856-77 · [www.syss.de](http://www.syss.de)

