

ATTEMPTO!

Ausgabe Issue → 59 | 2023
Forschungsmagazin der
Universität Tübingen
University of Tübingen magazine



Jessica Heesen erforscht digitale Unsterblichkeit

Jessica Heesen
Explores Digital
Immortality

Mikroskopie: Immunzellen bei der Arbeit zugeschaut

Microscopy:
Watching Immune
Cells at Work

Wie Bauschutt zur Ressource wird

How Construction
Waste Becomes
a Resource



Gestalten Sie Ihre Zukunft – in den Rems-Murr-Kliniken

Das 2014 neu erbaute Rems-Murr-Klinikum Winnenden ist ein Haus der Zentralversorgung in unmittelbarer Nähe zur Landeshauptstadt Stuttgart. Mit seinen medizinischen Schwerpunkten, Zertifizierungen und Zentren agiert das Klinikum nicht nur auf dem neusten medizinischen Stand, sondern zeichnet sich auch als akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen und somit als attraktiver Ausbildungsort für Studentinnen und Studenten der Medizin aus.

Die Rems-Murr-Kliniken unterstützen Sie in Ihrem Praktischen Jahr mit zahlreichen Zusatzangeboten, unter anderem mit einem Mentorenprogramm, der Teilnahme am internen Fort- und Weiterbildungsprogramm, einer monatlichen Vergütung in Höhe von 400 Euro, einer Auswahl von Sachleistungen, wie z.B. Wohnen in Kliniknähe, Verpflegung in der klinikeigenen Cafeteria oder einem Zuschuss zum öffentlichen Nahverkehr mit bis zu 325 Euro monatlich.

PRAKTISCH NUR NOCH EIN JAHR!

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

In Ihrem **Praktischen Jahr** legen wir Wert auf eine individuelle, persönliche Betreuung durch engagierte Mentoren und fachbezogene Fortbildungen.

Pflichtfächer: Chirurgie (Allgemeinchirurgie mit Viszeralchirurgie, Thoraxchirurgie, Gefäßchirurgie, Unfallchirurgie) Innere Medizin (Allgemeine Innere Medizin mit Gastroenterologie und Geriatrie, Kardiologie, Pneumologie, Hämatologie mit Onkologie und Palliativmedizin)

Wahlfächer: Gynäkologie mit Brustzentrum, Geburtshilfe, Kinder- und Jugendmedizin, Anästhesie, Radiologie und Neurologie

Unsere Angebote für PJ-Studierende im Überblick:

- Eine monatliche Vergütung in Höhe von 400 Euro
- Auswahl von nicht auszählbaren Sachleistungen bis zu einer Höhe von monatlich 325 Euro (z. B. Wohnmöglichkeiten in Kliniknähe, Verpflegung in der Cafeteria, Parken/Zuschuss öffentlicher Nahverkehr)
- Eine persönliche Betreuung durch unser Mentorenprogramm
- Regelmäßiger und strukturierter Unterricht in den Pflicht- und Wahlfächern
- Ein zusätzliches Kursangebot (z. B. Sonografiekurs, EKG, Notfalltraining, Schnitt- und Nahtkurs)
- Zeit zum Eigenstudium im Umfang von einem halben Tag pro Woche
- Studienräume und Zugang zu Onlinebibliotheken
- Möglichkeit zur Teilnahme am internen Fort- und Weiterbildungsprogramm

Sie möchten mit uns durchstarten?

Bitte bewerben Sie sich direkt über die Universität Tübingen unter www.medizin.uni-tuebingen.de



Weitere Informationen finden Sie unter www.rems-murr-kliniken.de/praktisch1jahr

Rems-Murr-Kliniken Rems-Murr-Kliniken gGmbH | Am Jakobsweg 1 | 71364 Winnenden

Wir sind medizinischer Spitzenversorger für die Region

21 Fachkliniken

Über 51.000 Patienten/Jahr

Landkreis in reizvoller Lage mit hoher Lebensqualität

Rund 2.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

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



PHOTO: Valentin Marquardt/Universität Tübingen

Liebe Leserin, lieber Leser,

neue Technologien eröffnen Möglichkeiten, die früher unvorstellbar schienen: So kann die Krebsforscherin Bettina Weigelin mit einem Hochleistungsmikroskop live beobachten, wie T-Zellen des Immunsystems Tumore bekämpfen. Die Paläoanthropologin Katerina Harvati nutzt virtuelle Anthropologie und CT-Scans, um Funde menschlicher Fossilien neu zu analysieren – und die Menschheitsgeschichte umzuschreiben. Und das Start-up Optocycle trainiert eine KI darauf, Bauschutt zur Wiederverwertung aufzubereiten.

Gleichzeitig ist es auch Aufgabe der Wissenschaft, neue Entwicklungen kritisch zu begleiten. Die Ethikerin Jessica Heesen ist an einem Projekt zur „Digital Afterlife Industry“ beteiligt, die unter anderem Verstorbene als Avatare „weiterleben“ lassen will. Umso wichtiger, dass wir uns bewusst machen, inwiefern dies unsere Praxis des Trauerns verändert – und auch, welche rechtlichen Konsequenzen sich daraus ergeben.

Viel Vergnügen mit dieser Ausgabe wünscht

Professor Dr. Peter Grathwohl

Prorektor für Forschung und Innovation
Vice-President for Research and Innovation

Dear reader,

New technologies open up possibilities that previously seemed unimaginable: For example, cancer researcher Bettina Weigelin can use a high-performance microscope to observe live how T cells of the immune system fight tumors. Palaeoanthropologist Katerina Harvati uses virtual anthropology and CT scans to reanalyze finds of human fossils – and to rewrite human history. And the start-up Optocycle is training AI to process demolition waste for recycling.

At the same time science has to monitor new developments critically. Ethicist Jessica Heesen is involved in a project on the Digital Afterlife Industry, which, among other things, wants to let the deceased live on as avatars. This makes it all the more important for us to be aware of how this changes our practice of grieving – and also think about the legal consequences this will have.

We hope you enjoy this issue.

INHALT
CONTENTS

- 01** Editorial
- 02** Inhalt
Contents

- FORSCHUNG | RESEARCH**
- 04** Kurzmeldungen
Research News in Brief
- 06** **Der gläserne Tumor**
Seeing Through Tumors
- 18** **Puzzleteile der Evolution**
Pieces of the Evolution Puzzle
- 24** **Digital unsterblich**
Digital Afterlife
- 30** **Die andere Seite der Geschichte**
The Other Side of the Story
- 38** **Bauschutt als Ressource**
Rubble as a Resource

- INTERVIEW**
- 44** **Marco Krüger zum Begriff der Resilienz**
Marco Krüger
about Resilience

- 48** Ausblick | Impressum
Outlook | Imprint



06 **Der gläserne Tumor**
Seeing Through Tumors

Hochleistungsmikroskopie macht es möglich: T-Zellen des Immunsystems lassen sich live im Kampf gegen einen Tumor beobachten und Organe durchsichtig machen, um Metastasen aufzuspüren.

High-performance microscopy makes it possible: T cells of the immune system can be watched live as they fight a tumor, and organs can be made transparent to detect metastases.

GRAPHIC: Universitätsklinikum Tübingen/Bettina Weigelin

30 **Die andere Seite der Geschichte**
The Other Side of the Story

Literaturwissenschaftlerin Jacky Kosgei dokumentiert mündliche Erzählung und gibt so Kenias Volksgruppen eine Stimme.

Literary Scholar Jacky Kosgei documents oral histories to give voice to the people of Kenya.

PHOTO: Jacky Kosgei

24 **Digital unsterblich**
Digital Afterlife

Die Digital Afterlife Industry könnte Verstorbene künftig als Avatare weiterleben lassen. Ein Ethik-Projekt untersucht gesellschaftliche und rechtliche Konsequenzen solcher Entwicklungen.

The Digital Afterlife Industry could allow the deceased to live on as avatars. An ethics project is investigating societal and legal consequences of such developments.

GRAPHIC: salihkili, iStockphoto

18 **Puzzleteile der Evolution**
Pieces of the Evolution Puzzle

Das Forschungsprojekt FIRST STEPS analysiert Funde früher Menschen mit neuen Methoden und verändert unseren Blick auf die Besiedlung Europas.

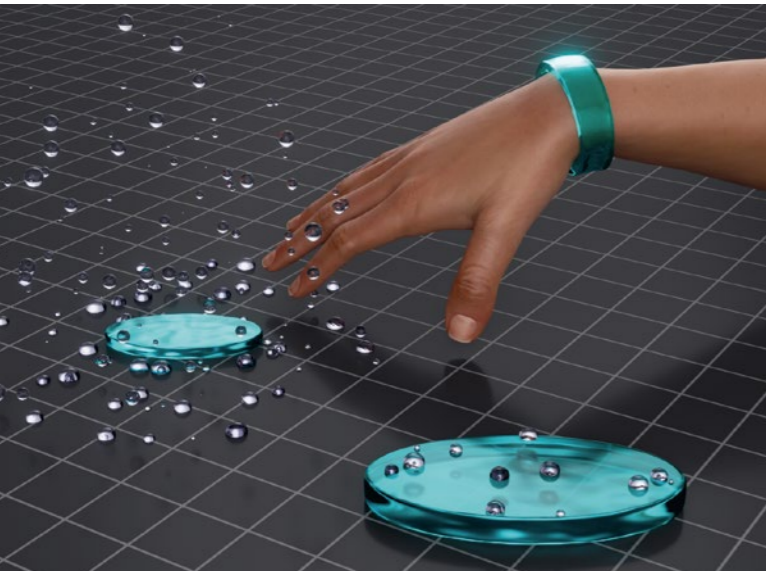
The Research project FIRST STEPS analyzes finds of early humans with new methods and changes our view of european settlement.

PHOTO: Berthold Steinhilber



KURZMELDUNGEN

RESEARCH NEWS IN BRIEF



Das intelligente Material passt seine Form an, beispielsweise am Handgelenk.

The intelligent material adapts its shape, for example on the wrist.

PHOTO: Universität Stuttgart, FSM-Labor/F. Sterl



Frauen in Aufsichtsräten verändern die Dynamik eines Gremiums positiv.

Women on supervisory boards positively change the dynamics of a board.

PHOTO: nd3000, iStockphoto



Die Sprache der südamerikanischen Tupi-Guarani wird auch nach mehr als 2.500 Jahren noch gesprochen.

The language of the South American Tupi-Guarani is still spoken, after more than 2,500 years.

PHOTO: dpa picture alliance



Schädel aus einer archäologischen Fundstätte

Skulls from an archaeological site

PHOTO: Osteologische Sammlung Universität Tübingen

Intelligentes Pflaster für die Haut

Intelligent Patch for the Skin

1 Intelligente Polymermaterialien, die sich an Bewegungen und wechselnde Umweltbedingungen anpassen: Eine Entwicklung der Universitäten Stuttgart und Tübingen könnte dies künftig möglich machen. Dominique Lunter aus der Pharmazeutischen Technologie arbeitet mit an der Entwicklung eines Polymermaterials, das autonom seine Steifigkeit verändert und sich elastisch verformt – abhängig von Luftfeuchte und Temperatur. Die extrem anpassungsfähigen Polymere könnten für Roboter aus weichen organischen Materialien (Soft Robotics) interessant sein, wie sie in der Biomedizin verwendet werden. Geeignet sind sie zudem für Hautanwendungen als Pflaster für die kontrollierte Arzneimittelfreigabe durch die Haut. Die Forschenden hatten hier mit dem Schmerzmittel Diclofenac in einem Hautmodell experimentiert. „Der Trick besteht darin, dass die Wirkstoff-Freisetzung vom Pflaster selbst gesteuert wird, indem es auf die veränderliche Feuchte der Wunde, also auf das Wundsekret, reagiert“, sagt Lunter.

Intelligent polymeric materials that adapt to movements and changing environmental conditions could be possible in the future thanks to an innovation at the universities of Stuttgart and Tübingen. Dominique Lunter from Pharmaceutical Technology is involved in the development of a polymer material that can change its stiffness and adjust its shape – depending on humidity and temperature. The extremely adaptable polymers could be of interest for robots made of soft materials (soft robotics), such as those used in biomedicine. The polymers are also suitable for skin applications such as patches for controlled drug release through the skin. In a recent study the researchers have experimented with the painkiller Diclofenac in polymer patches. “The trick is that the drug release is controlled by the patch itself by adapting to the moisture in the wound known as wound secretion,” says Lunter.

Frauen verändern Dynamik in Aufsichtsräten

Women Affect Dynamics of Supervisory Boards

2 Gehört Aufsichtsräten mindestens eine Frau an, ist die Teilnahmequote der Sitzungen höher als bei einer rein männlichen Besetzung, das hat die Wirtschaftswissenschaftlerin Kerstin Pull in einer Studie festgestellt. Zwei oder mehr Frauen im Aufsichtsrat stehen sogar im Zusammenhang mit der Profitabilität eines Unternehmens. Mit ihrem Team hatte Pull die Berichte 44 börsennotierter Unternehmen zu Aufsichtsräten analysiert und diese mit der Profitabilität der Unternehmen abgeglichen. Zudem führte sie Interviews mit 17 Aufsichtsratsmitgliedern. „Unterschiedliche Perspektiven im Aufsichtsrat führen dazu, dass mehr Alternativen abgewogen und bessere Entscheidungen getroffen werden können“, erklärt sie. Zudem beeinflussten eine „breitere Expertise“ und ein „produktiverer Umgangston“ die Diskussionen positiv. Ein anderer Grund für den positiven Effekt könnte sein, dass Frauen oft von extern in einen Aufsichtsrat berufen werden. „Aufsichtsräte sollen den Vorstand kontrollieren. Mit einem Blick von außen lässt sich diese Funktion leichter erfüllen.“

If supervisory boards include at least one woman, the participation rate in meetings is higher than with an entirely male board, the economist Kerstin Pull has determined in a study. Two or more women on the supervisory board have even been linked to the profitability of a company. Pull and her team analyzed the reports of 44 listed companies on supervisory boards and compared them with the profitability of the companies. In addition, she conducted interviews with 17 members of a supervisory board. “Different perspectives in a supervisory board mean that more alternatives can be weighed up and better decisions can be made,” she explains. In addition, “broader expertise” and a “more productive tone” positively influenced the discussions. Another reason for the positive effect could be that women are often appointed to a supervisory board from outside. “Supervisory board members should control the board of directors. With a view from outside this function can be fulfilled more easily.”

Südamerikanische Sprachfamilie älter als 2.500 Jahre

South American Language Family Older than 2,500 Years

3 Wörter wie „Jaguar“ und „Piranha“ verdanken wir der indigenen Tupi-Guarani-Sprachfamilie aus Südamerika, von der heute noch 40 Sprachen gesprochen werden. Ihren Ursprung hatte sie vor rund 2.550 Jahren im Becken der Flüsse Tapajós und Xingu, wie Computerlinguist Fabrício Ferraz Gerardi erstmals aufzeigt. Mit einem internationalen Team nutzte er eine molekularbiologische Verwandtschaftsanalyse, um die Entwicklung geografisch und chronologisch nachzuvollziehen. Das Team verglich dafür Vokabeln z.B. für Tiere oder Pflanzen. „Mutationen“ zeigten, wann sich zwei verwandte Arten von einem gemeinsamen Vorfahren abgespalten hatten – den Gen-Mutationen bei biologischen Arten entsprachen hier Lautverschiebungen oder Ersetzungen. Mit der Analyse von Vokabeln und Algorithmen aus der Molekularbiologie konnte ein Familienbaum erstellt werden. Zudem ordnete das Team archäologische Funde räumlich Einzelsprachen zu, z. B. die Beschreibung von Keramiken, um indirekt auf die zeitliche Sprachentwicklung zu schließen.

We owe words like “Jaguar” and “Piranha” to the indigenous Tupi-Guarani language family from South America, of which 40 languages are still spoken today. It originated about 2,550 years ago in the basin of the rivers Tapajós and Xingu, as computational linguist Fabrício Ferraz Gerardi shows for the first time. Together with an international team, he used molecular biological kinship analysis to understand the development geographically and chronologically. The team compared vocabulary for animals and plants. Mutations showed when two related species had split off from a common ancestor – the gene mutations in biological species corresponded to sound shifts or replacements. With the analysis of vocabulary and with algorithms from molecular biology, a family tree could be created. In addition, the team assigned archaeological finds spatially to individual languages, for example the description of ceramics, in order to indirectly draw conclusions about the development of language over time.

Gebissvergleich statt DNA-Analyse

Comparing Teeth Instead of DNA Analysis

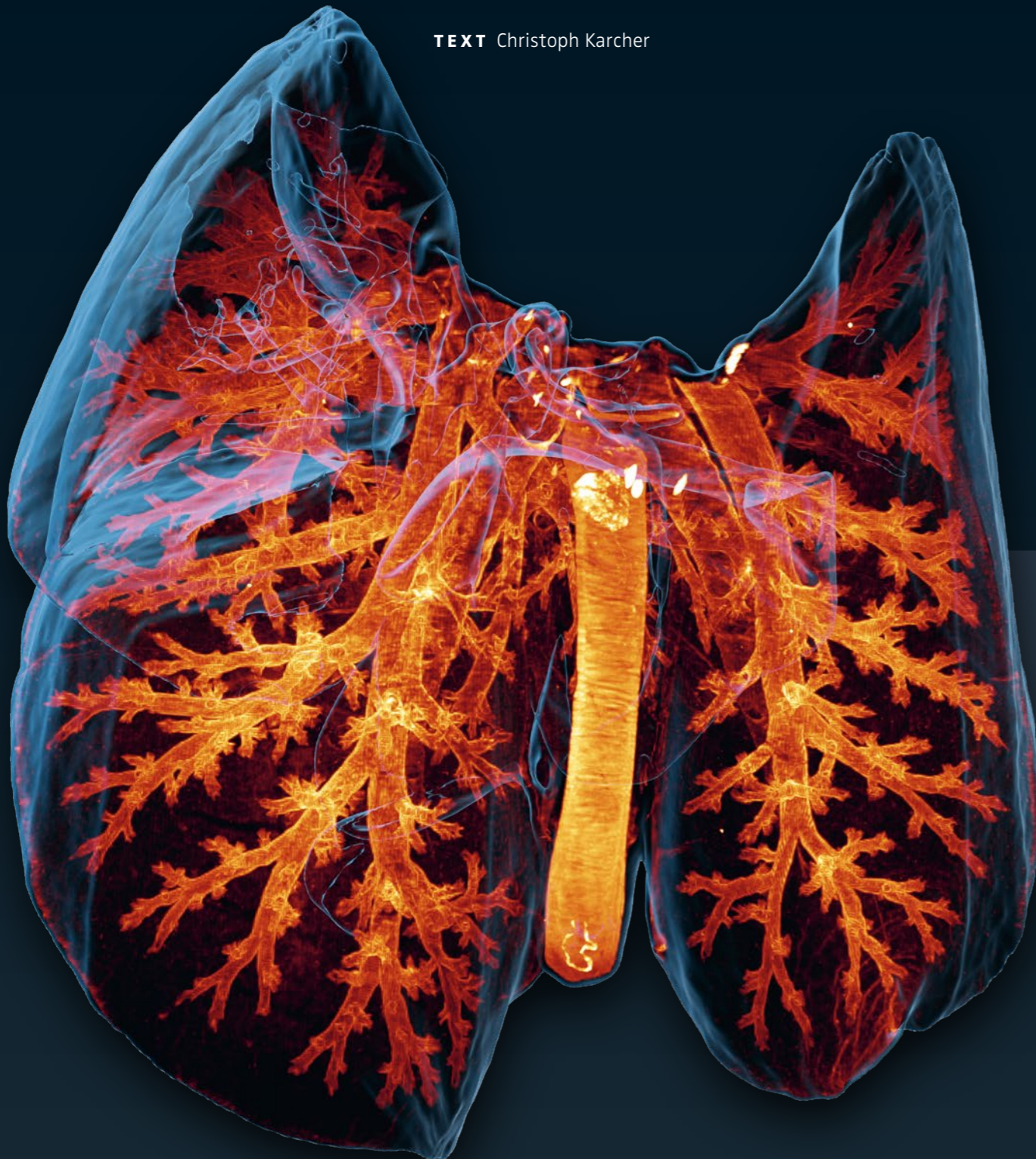
4 Erbgutanalysen menschlicher Knochen stoßen an Grenzen, wenn die DNA schlecht erhalten ist oder die Proben nicht zerstört werden dürfen. Alternativ können die Vergleiche von Struktur und Form bestimmter Skeletteile Informationen über Verwandtschaftsverhältnisse liefern. Das zeigen die Paläoanthropologen Hannes Rathmann und Katerina Harvati mit einem internationalen Forschungsteam auf. Durch computergestützte Verfahren hatten sie in Datenbeständen überprüft, inwieweit sich die genetische Diversität von Menschen weltweit in der Struktur und Form von Skeletteilen, der Morphologie, widerspiegelt. Die besten Ergebnisse erzielte das Team beim Vergleich von Schädel- und Gebisselementen, aufschlussreich sind vor allem kleinere morphologische Eigenschaften wie Rillenmuster in Zahnkronen, die relative Größe der Zahnspitze, die Anzahl der Wurzeln und Weisheitszähne. In archäologischen und forensischen Untersuchungen könnte dies künftig helfen, die Geschichte einer Population zu rekonstruieren oder Verwandtschaftsprofile zu erstellen.

Genetic analyses of human bones reach their limits if the DNA is poorly preserved or if the samples may not be destroyed. An alternative is to make comparisons of the structure and shape of certain skeletal parts, which may yield information about family relationships. This has been demonstrated by the palaeoanthropologists Hannes Rathmann and Katerina Harvati, along with their international research team. They analyzed large data sets to determine the extent to which the genetic diversity of people worldwide is reflected in the morphology – i.e. the structure and shape – of skeletal parts. The team obtained the best results when comparing cranial and jaw elements, revealing tiny morphological features such as groove patterns in tooth crowns, the relative size of the tooth tip, the number of roots and wisdom teeth. In future archaeological and forensic investigations, this technique could help to trace the history of a population or to establish kinship profiles.

DER GLÄSERNE TUMOR

SEEING THROUGH TUMORS

TEXT Christoph Karcher



Die „Lichtblatt“-Mikroskopie durchleuchtet Organe. Forschende können so einzelne Krebszellen entdecken, wie hier das Geschwür auf dem mittleren Strang einer Mäuselunge.

Light sheet microscopy shines a light through organs. Researchers can detect individual cancer cells, such as the ulcer on the middle lobe of a mouse lung shown here.

PHOTO: Universitätsklinikum Tübingen/
Bettina Weigelin

DE

Das PET-Bild zeigt den Körper des Mannes im Querschnitt. Und es zeigt deutlich Schatten in der Lunge, im Bauch und im Bereich der Arme und Beine: Krebs-Metastasen. „Schwarzer Hautkrebs im letzten Stadium“, erläutert Bettina Weigelin das Bild, das sie auf einem großen Monitor im Werner Siemens Imaging Center (WSIC) am Universitätsklinikum Tübingen aufgerufen hat. Sie klickt die nächste Aufnahme an, aufgenommen einige Wochen später. Fast alle bedrohlichen Schatten sind verschwunden, bis auf drei Tumoren im Bein und am Arm.

Ein eindrucksvolles Ergebnis einer Immuntherapie, die innerhalb von zwölf Wochen die körpereigene Abwehr gegen den Krebs entfesselt hat. Für den Patienten stehen die Chancen dennoch nicht gut: „Diese drei Metastasen führen mit großer Wahrscheinlichkeit zum Tode“, so die ernüchternde Feststellung. „Es reicht nicht, wenn man 99 Prozent der Tumorzellen erwischt. Wir müssen sie alle kriegen.“

Die Zellbiologin Bettina Weigelin ist Professorin für „Preclinical Imaging of the Immune System“ an der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen. Ihre Arbeit ist Teil des einzigen onkologischen Exzellenzclusters Deutschlands, „Image-Guided and Functionally Instructed Tumor Therapies (iFIT)“. Forschende entwickeln hier neue, individualisierte Krebstherapien.

Mit ihrer Arbeitsgruppe am WSIC ist sie der Frage auf der Spur, warum die vorhandenen Immuntherapien oft nicht ausreichend anschlagen. Dazu untersucht sie Immunreaktionen gegen Tumoren mit einem hochmodernen Intravitalmikroskop: in Reihe geschaltete optische Linsen, Spiegel und hochauflösende Objektive kombiniert mit drei Hochenergie-Infrarotlasern. Was dieses Hochleistungsgerät ermöglicht, ist eine kleine Sensation: Hier lässt sich live und in Echtzeit beobachten, was in lebendem Gewebe geschieht – daher das „intra vital“ im Namen –, sowohl in Zellkulturen als auch in lebendigen Mäusen.

Immuntherapien setzen T-Zellen gezielt gegen Tumore ein. Krebsforscherin Bettina Weigelin kann dabei sogar live zusehen – Dank modernster Bildgebung.

Immunotherapies use T cells to target and attack tumors. With state-of-the-art imaging, cancer researcher Bettina Weigelin can even watch this happening in real time.

EN

The PET scan shows a cross-section of a man's body with shadows in the lungs, abdomen, arms and legs: cancer metastases. "Here you can see a stage IV melanoma," Bettina Weigel explains the image on a large monitor at the Werner Siemens Imaging Center (WSIC) at the University Hospital Tübingen. In the next image, taken a few weeks later, almost all the shadows have disappeared, except for three tumors in the arm and leg.

An impressive result for immunotherapy that has unleashed the body's own defense against cancer within twelve weeks. However, the chances are still not good for the patient: "These three metastases are very likely to lead to death," is the sobering prognosis. "It's not enough to catch 99 percent of the tumor cells. We have to get them all."

Molecular cell biologist Bettina Weigel is Professor of Preclinical Imaging of the Immune System at the Faculty of Medicine and belongs to the only oncological cluster of excellence in Germany: "Image-Guided and Functionally Instructed Tumor Therapies (iFIT)", where scientists are researching new, individualized cancer therapies.

In her group at the WSIC, Weigel is working towards finding out why immunotherapies often do not work adequately. She is investigating immune reactions against tumors using a state-of-the-art intravital microscope with optical lenses connected in series, mirrors, high-resolution objectives, and three high-energy infrared lasers. Researchers can use the astounding device to observe what is happening in living tissue both in cell cultures and in mice in real time – which is why it is called "intravital".

Behind the scenes

One floor lower into the laboratory area of the WSIC, we put on a protective suit, hood and mask and pass through an airlock. Since 2021, this space houses the intravital microscope system which costs around one million euros. With the lasers, it covers several square meters.

Weigel uses controllers to adjust the laser light to the correct wavelength. It can show individual cells in tissue labeled with fluorescent proteins. Scientists can look up to two millimeters deep into the tissue using the microscope. "We are not limited to the surface which is the advantage over other microscopy methods," she explains.

Although images of the body can also be produced with Magnetic Resonance Imaging (MRI) or Positron Emission Tomography (PET) – this method uses



Professorin Bettina Weigel kann mit neuer Mikroskopie-Technik unserem Immunsystem bei der Arbeit zusehen.

Professor Bettina Weigel can watch our immune system at work with new microscopy technology.

PHOTO: Verena Müller/Universitätsklinikum Tübingen

”

Es reicht nicht, wenn man 99 Prozent der Tumorzellen erwischt. Wir müssen sie alle kriegen.

It's not enough to catch 99 percent of the tumor cells. We have to get them all.

“



Diese Mäuseleber ist mit Metastasen befallen, die zur besseren Sichtbarkeit eingefärbt sind. Aus einzelnen extrem dünn-schichtigen Aufnahmen eines „Lichtblatt“-Mikroskops baut die Wissenschaftlerin eine Abbildung der inneren Struktur von Organen auf. Die äußere Silhouette errechnet der Computer.

This mouse liver is infested with metastases that have been marked with dye for better visibility. From individual thin-slice images taken by a light sheet microscope, the scientist builds a picture of the internal structure of organs. The computer calculates the outer silhouette.

PHOTO: Universitätsklinikum Tübingen/Bettina Weigel

Wie ein Krater wirkt diese einzelne Metastase (magenta) im Gewebe einer Mäuseleber (blau). Blutgefäße (grün) umlagern die Krebszelle und T-Zellen (gelb) beginnen ihre Attacke.

This single metastasis (magenta) in the tissue of a mouse liver (blue) looks like a crater. Blood vessels (green) surround the cancer cell and T cells (yellow) begin their attack.

PHOTO: Universitätsklinikum Tübingen/
Bettina Weigelin

Unter die Oberfläche geschaut

Will man der Krebsforscherin ein Stockwerk tiefer in den Laborbereich des WSIC folgen, muss man erst Schutzanzug, Haube und Maske anlegen und eine Schleuse passieren. Hier steht es seit 2021, das rund eine Million Euro teure Intravitalmikroskopsystem. Zusammen mit den dazugehörigen Lasern nimmt es mehrere Quadratmeter ein.

Bettina Weigelin, ebenfalls in Labormontur, dreht an Reglern, um das Laserlicht auf die richtige Wellenlänge einzustellen. Mit ihm können einzelne Zellen in Gewebeproben gezielt sichtbar gemacht werden, wenn sie vorher mit fluoreszierenden Proteinen markiert wurden. Bis zu zwei Millimeter tief lässt sich so mit dem Mikroskop ins Gewebe blicken. „Wir sind nicht auf die Oberflächen beschränkt, das ist der Vorteil gegenüber anderen bildgebenden Verfahren.“

Zwar lässt sich der Körper im Ganzen auch durch Magnetresonanztomographie (MRT) darstellen oder per Positronenemissionstomographie (PET) – diese nutzt radioaktiv-markierte Tracer, um beispielsweise Stoffwechselprozesse oder bestimmte Zellen im Körper zu untersuchen. Doch stößt man bei beiden Methoden schnell an Grenzen, was die Auflösung angeht.

„Man erkennt den Tumor, aber nicht dessen einzelne Zellen. Das brauchen wir, wenn wir die Wirksamkeit von Immuntherapien untersuchen wollen, die auf zellulärer Ebene ansetzen. Die Intravitalmikroskopie schließt eine Lücke in der Bildgebung“, sagt Weigelin. „Diese Kombination von PET/MR und Intravitalmikroskopie ist weltweit nur an wenigen Einrichtungen möglich.“

Hoffnungsträger Immuntherapie

In der Krebsforschung hat sich viel getan: Seit 2011 wurden durch Immuntherapien riesige Fortschritte erreicht, erzählt Bettina Weigelin. Etwa die sogenannten Checkpoint-Inhibitoren, die das Immunsystem in die Lage versetzen, Tumoren zu stoppen. „Die Therapie wirkt aber nicht bei jedem, dauerhafte Tumorremission wird derzeit nur bei wenigen Patienten erreicht.“

Auch bei zellbasierten Immuntherapien sieht die Wissenschaftlerin noch Luft nach oben. Bei einer T-Zelltherapie gegen Krebs werden Erkrankten T-Zellen entnommen. Im Körper haben sie die Aufgabe, schädliche Zellen zu erkennen und zu zerstören. Nun werden sie mit genetischen Verfahren oder modifizierten Viren so verändert, dass sie den Krebs zielgenau erkennen oder im Körper dafür aktiviert werden können. Danach werden sie wieder injiziert und auf die Tumoren losgelassen. „Diese Therapien werden erfolgreich eingesetzt“, sagt Weigelin. „Nur könnte es aus wissenschaftlicher Sicht noch viel besser funktionieren.“

Die Schwierigkeit bei Immuntherapien ist, dass Tumorzellen körpereigene Zellen sind. Normal verhindern komplexe Mechanismen, dass sich das Immunsystem gegen den eigenen Organismus richtet. Zwar gelingt es der Medizin inzwischen, diese Mechanismen beim Kampf gegen Krebszellen gezielt auszuschalten, bei einigen Krebsarten funktioniert das auch relativ gut. „In Studien konnte bei Melanomen im fortgeschrittenen Stadium durch Immuntherapie erreicht werden, dass ca. 20 Prozent der Patienten mindestens zehn Jahre länger lebten. Die Ansprechrate war noch höher, also der Krebs wurde vorübergehend weniger. Doch es gibt Krebsarten, da funktioniert es gar nicht.“

Immun-Kampf in Echtzeit

Bettina Weigelin wählt auf ihrem Tablet Aufnahmen aus dem Intravitalmikroskop. Eindrucksvoll zeigt ein Film, wie grün eingefärbte, äußerst lebhaft Klümpchen – die T-Zellen – rote Gebilde attackieren, die Tumoren. So lange, bis diese in kleine Teile zerfallen. Ist der Feind erledigt, schwimmen die T-Zellen zielgerichtet zum nächsten Opfer. „In dieser Zellkultur zerstören therapeutisch veränderte T-Zellen Melanomzellen“, erklärt sie. „Die T-Zellen erkennen bestimmte Moleküle auf der Tumoroberfläche und töten die Krebszellen dann wirkungsvoll.“

Eine Abfolge mehrerer Aufnahmen zeigt, wie T-Zellen einzelne Tumorzellen umringen, die eine rote schlierige Masse bilden – ein Melanom in der Haut einer lebenden Maus. „Die T-Zellen wurden hier außerhalb des Körpers so verändert, dass sie Tumorzellen effizient erkennen, und dann der Maus gespritzt. Man sieht, dass sie die passenden Moleküle des Tumors finden – wie gewünscht.“ Die Wissenschaftlerin stellt das nicht zufrieden: „Es reicht noch nicht, um den Tumor ganz abzutöten.“

In den letzten Jahren habe sich die Forschung auf die Veränderung der T-Zellen konzentriert, erklärt sie. „Aber das ist nur die halbe Miete. Ein entscheidender Punkt ist, das sogenannte Tumor-Mikromilieu zu verstehen. Im Tumor gibt es sämtliche Reaktionen, die unser Körper hat, um eine Immunreaktion zu verhindern. Wir müssen jede einzelne Hürde erkennen und verstehen. Dazu ist ein differenzierter Blick nötig.“

Im Zoom macht sie einzelne Bereiche des Mäuse-Tumors sichtbar. In einigen docken mehr T-Zellen an als in anderen. „Die Lasermikroskopie ermöglicht solche detaillierten Beobachtungen auf zellulärer Ebene. Das gibt wertvolle Anknüpfungspunkte, an denen wir uns weiter vorantasten.“



”

Im Tumor gibt es sämtliche Reaktionen, die unser Körper hat, um eine Immunreaktion zu verhindern. Wir müssen jede einzelne Hürde erkennen und verstehen.

In the tumor, there are many strategies that our body uses to prevent an immune reaction against the body's own cells. We need to recognize and understand every hurdle.

“

Erst am Computer ist eine Analyse der Mikroskop-Aufnahmen möglich.

Analyzing microscope images is only possible on the computer.

PHOTO: Universitätsklinikum Tübingen/
Beate Armbrust

Durchsichtige Lunge

Weigelins Team hat vor vier Jahren ein weiteres modernes Verfahren zur Bildgebung am WSIC etabliert: die Lichtblattmikroskopie. Damit untersucht das Team die Entstehung und Therapiemöglichkeiten von Metastasen. „Diese sind oft tief in einem Organ versteckt“, erklärt sie. „Es wäre schön, wenn man ein Organ wie etwa die Lunge durchsichtig machen könnte. So könnte das Licht eines Mikroskops tief hineingehen und uns die Tumorzellen dort zeigen.“

Bei der Lichtblattmikroskopie werden große Gewebestücke durchsichtig gemacht, indem mit Chemikalien die lichtreflektierenden Fette, Farbstoffe und Proteine herausgelöst werden. Die so präparierten Organe lassen sich im Ganzen durchleuchten. Weigelin vergrößert die Aufnahme einer Mäuse-Lunge, bis eine vereinzelt Tumorzelle aufleuchtet. „Solche Zellen, die eine Therapie überlebt haben und scheinbar resistent sind, sind häufig dafür verantwortlich, dass der Krebs wiederkommt.“

Die Lichtblattmikroskopie macht solche versteckten Zellen sichtbar. So lässt sich in Modellen – etwa mit Mäusen – testen, wie Immuntherapien einzelne Tumorzellen beeinflussen. „Daraus gewinnen wir zum Beispiel die Erkenntnis, welche Therapien kombinierbar wären. Indem wir etwa sehen, dass bei einer

bestimmten Therapie einzelne Tumorzellen in der Lunge verschwinden, in der Leber aber überleben. Bei einer anderen Therapie ist es vielleicht umgekehrt.“

Neben Krebs sind die Mikroskopieverfahren auch für die Erforschung anderer Erkrankungen geeignet, wie Entzündungen oder Autoimmunerkrankungen. Die Bildgebung hat hier den gleichen Ansatz, das Interesse liegt umgekehrt: Die Immunreaktion soll nicht entfesselt, sondern unterdrückt werden.

„Wir tappen nicht mehr ganz im Dunkeln“, verortet Weigelin den Kampf gegen Krebs. „Mein Gefühl ist, dass wir genug verstanden haben, um die vorhandenen Therapien zu verbessern und neue entwickeln können.“ Sie will deshalb nicht damit zufrieden sein, den Krebs für ein paar Monate in Schach zu halten. „Zumindest in der Grundlagenforschung sollte unser Ziel heute sein, herauszufinden, wie wir Krebs heilen können.“



radioactive tracers to examine metabolic processes or track specific cells in the body – there are limits to both methods when it comes to resolution. “We can detect the tumor, but not its individual cells which we need to investigate the efficacy of immunotherapies which happen at the cellular level. Intravital microscopy closes a resolution gap in imaging.”

Promising immunotherapy

Since 2011, impressive advances have been achieved by immunotherapies. Checkpoint inhibitors enable the immune system to attack tumors. “This does not work for every patient, long-term tumor remission is currently only achieved in a few patients,” says Weigelin.

Also with cell-based immunotherapies, Weigelin sees room for improvement. To treat cancer using T-cell therapy, T cells are first harvested from the patients' blood. They have the task of recognizing and destroying harmful cells, such as tumor cells. Once those T cells have been modified with genetic methods or modified viruses to identify cancer cells, they are injected back into the body.

The difficulty with immunotherapies is that tumor cells are the body's own cells. Normally, complex mechanisms prevent the immune system from targeting the body's own cells. Eliminating

these mechanisms works relatively well for some types of cancer. “In studies of advanced melanoma, immunotherapy has allowed about 20 percent of patients to live at least ten years longer. The response rate, where cancer growth was transiently decreased, was even higher. But there are types of cancer where it doesn't work at all.”

Immune cells battle in real time

Weigelin shows us a film from the intravital microscope. We watch how lively green spots – the T cells – target tumors which are shown in red until the tumor disintegrates into small pieces. Once the enemy is destroyed, the T cells swim to the next victim. “In this cell culture, therapeutically modified T cells are destroying melanoma cells,” she explains. “The T cells recognize certain molecules on the tumor surface and then effectively kill the cancer cells.”

Another film shows how T cells surround individual tumor cells – from a melanoma in the skin of a mouse. “The T cells were altered to recognize tumor cells efficiently, and then injected into the mouse. From there, they were able to target certain molecules in the tumor as intended. But it's not enough to kill the tumor completely.”

Modifying the T cells is only half the battle, as Weigelin says. A crucial point is understanding the tumor microenvironment. In the tumor, there are many strategies that our body uses to prevent an immune reaction against the body's own cells. "We need to recognize and understand every hurdle. This requires different strategies." When she zooms in, we can see that more T cells dock in individual areas of the mouse tumor than in others. "Laser microscopy allows us to make detailed observations at the cellular level."

Transparent lungs

Four years ago, Weigelin's team established another method for imaging at the WSIC: light sheet microscopy. It is used to investigate the development and treatment options for metastases. "Metastases are often hidden deep inside of an organ," she explains. "It would make things easier if we could make the organ transparent. Then we could use a microscope to show us the tumor cells there."

In light sheet microscopy, large pieces of tissue are first made transparent by dissolving out the light-reflecting lipids, dyes and proteins by using chemicals. Weigelin zooms in on an image of a mouse lung until an isolated tumor cell lights up. "These cells have survived the therapy and are apparently resistant. They are often responsible for the cancer coming back."

Light sheet microscopy makes these hidden cells visible. Scientists can use models – such as mice – to test how immunotherapies affect individual tumor cells. "We can use this method to learn which therapies could be combined. We might observe that with a certain therapy, individual tumor cells disappear in the lungs, but survive in the liver. With other therapies, it may be the other way around."

In addition to cancer, microscopy methods are also suitable for research into other diseases, such as inflammation or autoimmune diseases. Imaging has the opposite interest here: The immune response should not be unleashed but suppressed.

"We are no longer completely in the dark in the fight against cancer," summarizes Weigelin. "My feeling is that we have understood enough to improve existing therapies and develop new ones." She doesn't want to be content with keeping the cancer at bay for a few months. "At least in basic research, our goal today should be to find out how we can cure cancer."

”

In der Grundlagenforschung sollte unser Ziel heute sein, Krebs zu heilen.

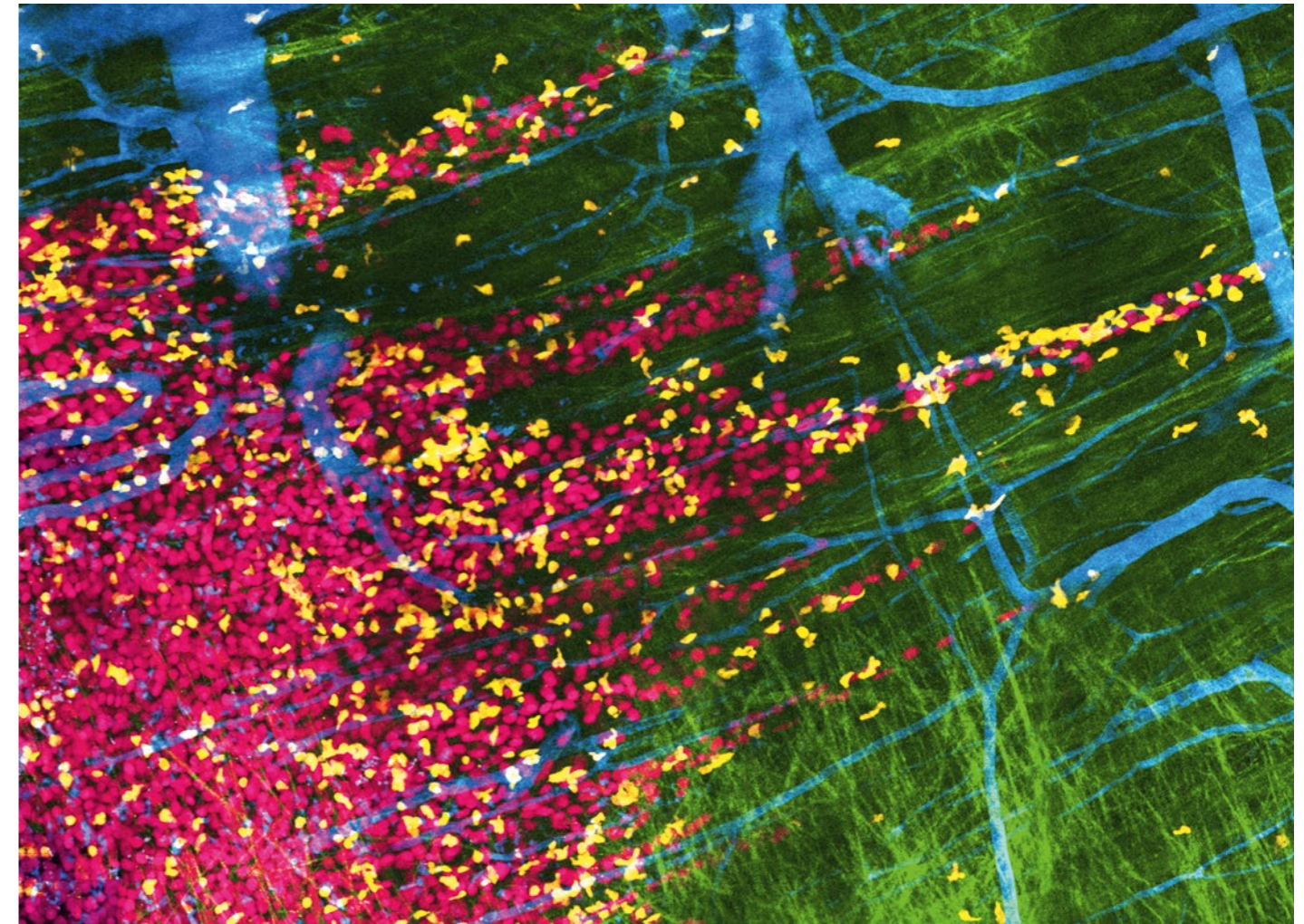
In basic research, our goal today should be, to cure cancer.

“

T-Zellen (gelb) attackieren Tumorzellen (in Magenta). In der Brust einer Maus kann die Immunreaktion live unter einem sogenannten Intravitalmikroskop beobachtet werden.

T cells (yellow) attack tumor cells (magenta). In the breast of a mouse, the immune reaction can be observed live under an intravital microscope.

PHOTO: Universitätsklinikum Tübingen/
Bettina Weigelin



WERNER SIEMENS IMAGING CENTER (WSIC)

Das WSIC gehört zur Abteilung für Präklinische Bildgebung und Radiopharmazie der Radiologie am Universitätsklinikum Tübingen und wird von der Schweizer Werner Siemens-Stiftung gefördert. Es hat sich in mehr als 15 Jahren zu einem führenden internationalen Zentrum für präklinische Bildgebung und Bildgebungstechnologie entwickelt.

Forschung: Ein interdisziplinäres Team kombiniert verschiedene bildgebende Verfahren und modernste Methoden. Ziel ist es, die Lücke zwischen biomedizinischer Forschung und nicht-invasiver In-vivo-Bildgebung zu schließen. Die Anbindung an das Klinikum ermöglicht eine direkte Umsetzung der Erkenntnisse in der klinischen Praxis.

Der WSIC-Forschungsschwerpunkt „individuelle Tumortherapien“ ist Teil des onkologischen Exzellenzclusters iFIT der Universität Tübingen.

The WSIC belongs to the Department of Preclinical Imaging and Radiopharmacy at the University Hospital Tübingen and is funded by the Swiss Werner Siemens Foundation. It has become a leading international center for preclinical imaging and imaging technology for more than 15 years.

Research: An interdisciplinary team combines different imaging techniques and state-of-the-art methods. The aim is to close the gap between biomedical research and non-invasive in vivo imaging. The Collaboration with the hospital departments enables findings to be transferred directly into practice.

The WSIC research focus "Individual tumor therapies" is part of the oncological Cluster of Excellence iFIT at the University of Tübingen.



AOK 

AOK@Campus
Gesund studieren

Jetzt noch näher: Keplerstraße 1, 72074 Tübingen



Austausch & Netwerken



AOK Infos & Beratung



Prävention & Gesundheit

GESUNDNAH
AOK Baden-Württemberg
Die Gesundheitskasse.

ELEKTRO KÜRNER

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM GMBH

-  *Intelligente Elektrotechnik, Komfortinstallationen*
-  *Brand-, Einbruch-, Videoüberwachung*
-  *Ökologische Energie- und Gebäudetechnik*
-  *Automatisierungs- und Datentechnik*
-  *Beratung, Planung, Montage, Service*



Premium
E-MARKEN
BETRIEB



Vds

• Errichter
EMA BMA SAA

Partnerbetrieb im besten Sicherheitsnetzwerk



TELENOT
Technik für Sicherheit
AUTORISIERTER STÜTZPUNKT

Handwerkerpark 9
72070 Tübingen
Tel.: 07071-943800
info@elektro-kuerner.de
www.elektro-kuerner.de

SICHERHEIT IST SPEZIALWISSEN WEITERGEBEN und von der Erfahrung anderer profitieren.



Das Klinikum Friedrichshafen bietet Ihnen als Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen viele Möglichkeiten in der Ausbildung sowohl theoretisch als auch am Krankenbett und im OP-Saal. Ihr PJ ist möglich in den Fächern Allgemein- und Viszeralchirurgie, Unfallchirurgie und Endoprothetik, Gefäßchirurgie, Anästhesiologie und Intensivmedizin, Innere Medizin, Frauenheilkunde, Pädiatrie und Radiologie.

Wir bieten Ihnen außerdem Fortbildungsveranstaltungen verschiedener Abteilungen, eine reizvolle Lage am Bodensee mit hohem Freizeitwert, eine Aufwandsentschädigung (300 €), subventioniertes Wohnen im Personalwohnheim, ein Lese- und Studierzimmer sowie eine direkte Anbindung an den ÖPNV (Bus).



KLINIKUM FRIEDRICHSHAFEN

MEDIZIN CAMPUS BODENSEE

Mehr unter www.medizin-campus-bodensee.de

WIR SUCHEN DICH

rudolfstorz
Medizintechnik direkt vom Lohnfertiger

Bachelorarbeit zu vergeben - Marktanalyse

Deine interessante Aufgabe

- ✓ Verfassen einer Bachelorarbeit zum Thema: Analyse und Bewertung der medizintechnischen Rudolf Storz Produktinnovation MF- Kopfhältesystem

Dein ideales Profil

- ✓ Betriebswirtschaftliches, wirtschaftswissenschaftliches oder vergleichbares Studium
- ✓ Interesse an Marketing und Forschung
- ✓ Erfahrung mit Datenanalysen

Beschäftigungsgrad: mind. 3-monatiges Praktikum

Beginn: ab sofort oder nach Deiner Verfügbarkeit





jobs@rudolf-storz.de

Wir freuen uns auf Deinen Lebenslauf! Ein Bewerbungsanschreiben benötigen wir nicht von Dir.
Aktiv mitgestalten – beat today!





Friedrich-Wöhler-Str. 13 | 78576 Emmingen | Germany | Telefon +49 (7465) 926 146 15 | www.rudolf-storz.de

PUZZLETEILE DER EVOLUTION

PIECES OF THE EVOLUTION PUZZLE

TEXT
Chris Cordy

PHOTOS
Berthold Steinhilber

Professorin Katerina Harvati entlockt alten Schädeln und Knochen neue Informationen. Sie ist überzeugt: Die Geschichte des Menschen birgt noch viele unentdeckte Geheimnisse.

Professor Katerina Harvati elicits new information from old skulls and bones. She is convinced that the history of mankind still holds many undiscovered secrets.

Das Forschungsprojekt FIRST STEPS wirft einen neuen Blick auf die Wanderbewegungen des frühen *Homo sapiens* – und könnte unser Bild von der Besiedlung Europas verändern.

Research Project FIRST STEPS takes a new look at the migration of early *Homo sapiens* – and could reshape our understanding of human settlement of Europe



DE

In der vernetzten Welt von heute eröffnen uns Internet-Suchmaschinen, Soziale Medien und Künstliche Intelligenz Zugang zu Unmengen an Wissen. Und dennoch wissen wir immer noch wenig über die Ursprünge unserer frühen menschlichen Vorfahren und darüber, wie sie sich über die Welt verbreiteten und dauerhaft niederließen. In ihrem Forschungsprojekt FIRST STEPS verfolgt die Paläoanthropologin Katerina Harvati die Spuren des frühen *Homo sapiens* in Süd- und Südosteuropa. Sie kombiniert dafür modernste Technologien mit herkömmlichen Analysetechniken, sucht nach unbekanntem Grabungsstellen und wirft einen neuen Blick auf alte Funde: All dies gibt ihr Hinweise auf die Wanderungen und Lebensweise unserer frühen Vorfahren.

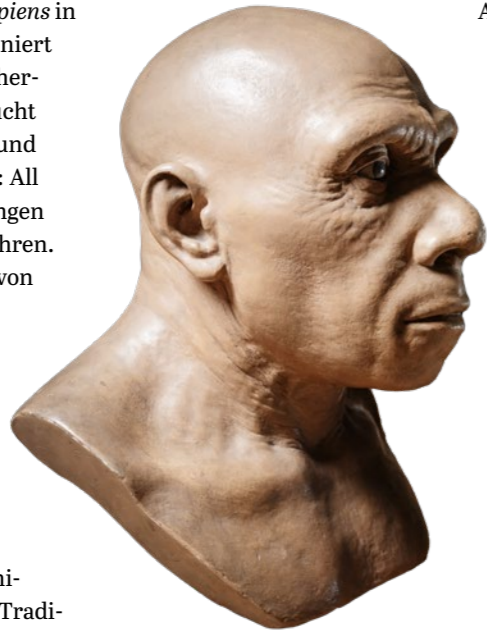
FIRST STEPS wird für fünf Jahre von der Europäischen Kommission (ERC) gefördert. Die Tübinger Professorin Harvati arbeitet hier eng mit Stefano Benazzi, Professor an der italienischen Universität Bologna, und seinem Labor zusammen. Zudem sind Teams aus Griechenland und vom Balkan beteiligt. „Die Universität Tübingen hat eine sehr starke Tradition in der Erforschung der menschlichen Evolution und der paläolithischen Archäologie“, erzählt Harvati. Dieses Projekt ist das jüngste einer Reihe von Forschungsvorhaben, die sie mit ihrem Team in den vergangenen zehn Jahren durchführte, um unser Wissen über die frühen Menschen in Europa zu erweitern.

Knotenpunkt für Migration

In früheren ERC-Projekten konzentrierte sich das Forschungsteam auf Südeuropa und besonders Griechenland. Diese Region spielte während der Eiszeiten eine zentrale Rolle für die Wanderungen und das Überleben der Menschen. „Hier war das Klima angenehm, für Pflanzen, Tiere und vermutlich auch menschliche Populationen“, erklärt die Wissenschaftlerin.

Gleichzeitig liegt die Region an einem Wanderungskorridor, hier führten die Migrationspfade zwischen Europa, Afrika, dem Nahen Osten und an Asien vorbei. Diese Bedeutung wurde für viele Jahre nicht erkannt, so Harvati. Paradoxerweise sei gerade diese wichtige biogeografische Region an der Kreuzung dreier Kontinente in Bezug auf die paläolithische Archäologie und die menschliche Evolution noch wenig erforscht. „Das mag zum Teil an historischen Forschungsvorurteilen liegen.“

In ihren Projekten konzentrierte sich die Paläoanthropologin auf sehr frühe Zeiträume. Sie untersuchte menschliche Fossilien aus bestehenden Sammlungen, die bislang nicht näher analysiert



wurden, und stellte sie in einen größeren vergleichenden Rahmen. Als sie in Südgriechenland solche Fossilien untersuchte, stieß sie auf eine Sensation: Die Funde zeigten, dass *Homo sapiens* schon vor mehr als 210.000 Jahren in Europa unterwegs war. „Dies stellte die Vorstellung infrage, es habe damals in Europa nur Neandertaler gegeben.“ Die Ergebnisse wurden im Magazin *Nature* veröffentlicht – und waren Geburtsstunde des FIRST STEPS-Projekts.

Anhand dieser Entdeckung begann das Team nachzudenken, was möglicherweise noch übersehen worden war – vielleicht nur, weil es im Widerspruch zur gängigen Lehrmeinung stand. „Wir fragten uns, ob wir Nachweise gar nicht in Betracht gezogen hatten, weil sie nicht in den Rahmen passten“, erzählt Harvati. Neben der Untersuchung vorhandener Sammlungen begann das Team auch neue Feldforschungen in Griechenland, Bosnien und Italien. Kooperationen mit Forschenden auf dem Balkan und in Italien ermöglichten Vergleiche über eine größere Region.

Neue Technologien bereichern traditionelle Analysen

Geht es um die sehr frühe Menschheitsgeschichte, ist das wenige Material oft auch noch schlecht erhalten. „Je fragmentierter und verformter ein Fund, desto schwieriger die Analyse – deshalb versuchen wir dies so weit wie möglich zu korrigieren“, sagt Harvati. Neben herkömmlichen Datierungs- und Analyseinstrumenten nutzt das Team dafür eine breite Palette modernster technischer Methoden: aus der virtuellen Anthropologie wie auch CT- oder Mikro-CT-Scans.

So konnte beispielsweise ein Neandertalerschädel namens „Apidima 2“ aus Südgriechenland mithilfe von Scans virtuell rekonstruiert werden. „Wir konnten jedes Knochenfragment aus dem CT-Scan virtuell zerlegen, Ablagerungen aus Rissen entfernen und die Knochenfragmente in ihre ursprüngliche Position bringen“, erklärt die Wissenschaftlerin. Zudem gelang es, fehlende Stücke einer Seite des Schädels von der besser erhaltenen anderen Seite zu spiegeln. Am Ende hatte das Team einen wesentlich vollständigeren Schädel für die statistischen Analysen.

Manchmal allerdings seien Fossilien sogar für diese Arbeit zu klein. Harvati erzählt von einem zerbrochenen Teilstück aus dem Oberkiefer eines Kindes, das aus der nordafrikanischen Grabungsstätte El Aliya geborgen wurde. „Hier entwickelte mein Team selbst Methoden, um dieses kleine Stück analysieren zu können. Wir konnten seine 3-D-Form in einem vergleichenden Kontext analysieren und feststellen, dass es von einem frühen modernen Menschen stammt.“



EN

In today's linked-in world, Internet search engines, social media and AI seem to put vast amounts of knowledge at our fingertips. Yet we know little about the origins of our early human ancestors and how they spread and settled around the world. In her research project FIRST STEPS, Palaeoanthropologist Katerina Harvati is adopting a new approach, combining new technologies with conventional analysis, seeking new sites and re-examining old finds in her search for evidence of prehistoric *Homo sapiens* in Southern and Southeastern Europe. Her work provides valuable new information about the migration and lifestyle of our early ancestors.

FIRST STEPS is funded by the European Research Council (ERC) for five years. In the project, the Tübingen researcher is working closely with Stefano Benazzi from the University of Bologna and his lab team. Researchers from Greece and the central Balkans are also involved. “The University of Tübingen has a strong tradition in human evolutionary studies and Palaeolithic archaeology,” says Harvati. The project is the most recent in a series of large-scale projects that she and her team have conducted over the last ten years, progressively building up what we know about early humans in Europe.

A crossroads for migration

Harvati's previous ERC-funded projects focused on Southeastern Europe and specifically on Greece. The region played a central role in human migration and survival during the Ice Ages. “The climate and environment would have been very friendly, not only to plants and animals but also to human populations,” she explains.

At the same time, Southeastern Europe is part of a corridor for migration between Europe, the Near East and Africa, as well as Asia, making it an important stop on any migration path, according to Harvati. Yet she says this significance went unrecognized for many years: “We have very little data. The paradox here is that until recently, and partly because of historical research biases, a very important

biogeographical region at the crossroads of three continents remained largely unexplored in terms of Palaeolithic archaeology and human evolution.”

The researcher's projects have focused on very early prehistory, revisiting existing collections of early human remains that may have been neglected in the past, and incorporating them into a larger comparative framework. While re-examining some fossil finds from southern Greece, Harvati and her team made a sensational discovery – that *Homo sapiens* had been present in Europe more than 210,000 years ago. It challenged the belief that Neanderthals were the only human species in Europe at that time. The study was published in the scientific journal *Nature*, giving rise to the FIRST STEPS project.



Modell eines Neandertalers
Model of a Neanderthal

”
Die Funde zeigen, dass *Homo sapiens* schon vor mehr als 210.000 Jahren in Europa unterwegs war.

*Fossil finds show that *Homo sapiens* had been present in Europe more than 210,000 years ago*

“



Schädel im CT-Scanner. Die Aufnahmen von unvollständigen Knochen werden anschließend im Computerbild ergänzt.
Skull in the CT scanner. Images of incomplete bones are then added to the computer image.

Geht es um bearbeitete Objekte, sucht das Team wiederum Hinweise auf die verwendeten Materialien, die Art der Herstellung sowie nach verräterischen Abnutzungs-Spuren. „Beispielsweise nutzen wir bei Steinwerkzeugen traditionelle Analysemethoden von Steinwerkzeugen und deren Herstellung, aber interessieren uns auch dafür, wie diese Werkzeuge eingesetzt wurden“, erklärt Harvati.

Manche Ergebnisse können dazu führen, dass die Zeitlinien der technologischen Entwicklung neu gezeichnet werden. „Kürzlich entdeckten meine Kollegen in Italien Beweise für eine sehr frühe Verwendung von Pfeil und Bogen – wir hatten bislang angenommen, dass diese erst später im Paläolithikum zum Einsatz kamen.“

Viele Disziplinen bringen sich ein

Erkenntnisse wie diese sind auch dem interdisziplinären Ansatz der modernen Paläoanthropologie zu verdanken. „Zu einem Grabungsteam gehören Spezialistinnen und Spezialisten aus der Geologie, Archäologie und Paläontologie, Zoologie und sogar Botanik“, erklärt Harvati.

Besonders von einer aktuell laufenden Ausgrabung in Apidima, Griechenland, erwartet sich das Team wichtige Erkenntnisse. „Das sehr anspruchsvolle Gelände liegt an einer Klippe und ist nur über das Wasser erreichbar“, erzählt Harvati. „Wir werden

dort von Kletterexperten unterstützt. Nach ersten Ausgrabungen im September 2022 wird es nun im September 2023 vor Ort weitergehen.“

Vielversprechend war auch eine Grabung in Bosnien im Mai 2023, deren Ergebnisse noch ausgewertet werden. „Es sieht nach einem Fundort aus dem späten Paläolithikum aus“, sagt die Forscherin.

Das Vorhaben hat noch einen langen Weg vor sich. „Jedes Projekt wirft so viele neue Fragen auf und liefert so viele neue Erkenntnisse, dass der nächste Schritt im Prozess klar wird“, sagt Harvati. „Das ist das Schöne an der Wissenschaft. Unerwartete Ergebnisse öffnen neue Türen und ermöglichen Dinge, die man vorher nicht für möglich gehalten hat.“

Ihr Team wird weiterhin die Zusammenarbeit mit Forschenden vor Ort wie auch den Blick über den Tellerrand suchen. „Wir stehen erst am Anfang dieses regionalen Vergleichs. Wir sprechen von Migrationsprozessen, und da diese frühen Menschen nicht durch kulturelle und staatliche Grenzen eingeschränkt wurden, ergeben einzelne Datensätze noch kein vollständiges Bild.“ Doch gerade diese winzigen Schnappschüsse des prähistorischen Lebens sind nötig, um das große Bild zu erstellen. Katerina Harvati freut sich darauf, weitere Teile des Puzzles zu finden, das unsere frühen Vorfahren hinterlassen haben.

The discovery prompted the team to wonder what else had been missed, as findings may have been overlooked because they were at odds with current orthodoxy. “We wondered if we were missing evidence because we had a completely different framework into which it didn’t fit,” says Harvati. In the search for more evidence, the team started to carry out systematic fieldwork at Palaeolithic sites in Greece, Bosnia and Italy. “Our collaborations in the central Balkans and Italy now enable us to make comparisons across a broader region,” Harvati explains.

New technologies support conventional analysis

When it comes to this kind of very early human history, the little existing material is usually in a poor state of preservation. “The more fragmented and distorted a find is, the more difficult the analysis is – so it needs to be corrected as far as possible,” Harvati says. In addition to more familiar dating and analytical tools, the team uses a wide range of state-of-the-art technical resources.

“In studying the fossil record, we use virtual anthropology techniques and CT- and micro-CT scanning to try to correct distortions and broken parts,” Harvati notes. “For example, we employed virtual reconstruction based on CT scanning for the Apidima 2 Neanderthal from Southern Greece, which was distorted and broken. We were able to virtually dissect each bone fragment from the CT scan, remove sediment from cracks and put the bone fragments in their original position.” The team also managed to mirror-image cranial parts that were missing on one side from the better-preserved other side. In this way it ended up with a much more complete cranium, which was then used in their statistical analyses.

“But sometimes fossils are too small even for this,” Harvati warns. For example, the broken piece of a fossil upper jaw of a child from the El Aliya site in North Africa: “Here we developed methods to help analyse this small piece. We were able to analyse its 3-D shape in a comparative context and ascertain that it was from an early modern human.”

When it comes to artefacts, the team looks for clues as to the materials used, how objects were made, and for tell-tale signs of wear and tear. “For stone tool industries, we employ traditional lithic and production analysis, but we’re also interested in how these tools were used,” Harvati explains. What the researchers discover can end up redrawing the timelines of technology development. “Recently my colleagues in Italy identified possible evidence suggesting very early use of bow and arrows, which we didn’t think happened until later in the Palaeolithic.”

Input from many disciplines

Harvati stresses that results like this depend on modern palaeo-anthropology’s interdisciplinary approach. “A team in the field includes all kinds of specialists, from geologists to archaeologists to palaeontologists and zoologists, even botanists,” she says.

FIRST STEPS is expecting to gather important information from an ongoing excavation at Apidima in Greece. “It’s an extremely challenging site, located on a cliff and only accessible by water,” she says. “We have climbing experts there to support us.” After its first campaign there in September 2022, a second is planned for September 2023. A first excavation in Bosnia in May 2023 also showed potential for new finds. “This looks like a late Palaeolithic site,” Harvati notes, “it’s too early to tell, but first results are very promising.”

The Project still has a long way to go. “Each project generates so many new questions and so much new evidence that the next step becomes clear in the process,” says Harvati. “That’s the beauty of doing science. Unexpected results open up new doors and things that you didn’t imagine were possible before.”

Her team will continue to collaborate with regional colleagues and to think outside the box. “We’re only just starting this regional comparison. We’re talking about migrations, and these early people weren’t limited by our own cultural and state borders, so we can’t get the full picture from individual data sets.” Yet it is these tiny snapshots of prehistoric life that are needed to create the big picture. Katerina Harvati is looking forward to finding more pieces in this puzzle left by our early ancestors.

DIGITAL UNSTERBLICH

DIGITAL AFTERLIFE

TEXT Wolfgang Krischke

Verstorbene könnten als Avatare mit uns weiter kommunizieren. Was solche KI-Anwendungen bedeuten, erforscht das Tübinger Zentrum für Ethik in den Wissenschaften.

Deceased persons could continue to communicate with us as avatars. What such AI applications could mean is being researched by the International Center for Ethics in the Sciences and Humanities (IZEW).



Auch Ethikerin Dr. Jessica Heesen könnte als digitaler Avatar für immer weiterleben. Ihr Forschungsprojekt untersucht, wie "Digital Afterlife" unsere Gesellschaft verändert.

Ethicist Dr. Jessica Heesen could also live on forever as a digital avatar. Her research project is investigating how "digital afterlife" changes our society.

PHOTO: Berthold Steinhilber

DE

Im Juni 2022 starb Marina Smith mit 87 Jahren. Doch bei ihrer Beisetzung schien sie sehr lebendig. Die Trauergäste konnten sogar mit ihr sprechen – genauer gesagt mit ihrem digitalen Abbild. Die gerade Verstorbene – Mitgründerin einer Holocaust-Gedenkstätte im britischen Nottinghamshire – nahm als Video-Hologramm an ihrer eigenen Trauerfeier teil. Die Datengrundlage ihrer digitalen Nach-Tod-Präsenz bildeten zu Lebzeiten gemachte Kameraaufnahmen und die Antworten auf 250 Fragen zu ihrer Biografie, die sie vor ihrem Hinscheiden beantwortet hatte.

Produziert hatte die postmortale Videoexistenz die Start-up-Firma Story-File ihres Sohnes Stephen, die zuvor schon interaktive Hologramme von Holocaust-Überlebenden für die Shoah Foundation der University of Southern California kreiert hatte. Das digitale „Weiterleben“ der Marina Smith steht für einen Trend, der sich in den USA, Großbritannien und einigen ostasiatischen Ländern gerade abzuzeichnen beginnt.

Dort etabliert sich eine eigene Branche, deren Geschäftsmodell die digitale Fortsetzung der Existenz über den Tod hinaus ist. Zu dieser „Digital Afterlife Industry (DAI)“ gehören kleine Start-ups ebenso wie große Datenkonzerne. Sie versprechen den Nutzern eine Interaktion mit Verstorbenen über Kommunikationsplattformen, Chatbots oder Avatare. Das virtuell unsterbliche Abbild kann ein hüftenschwingender Elvis ebenso sein wie die verstorbene Großmutter, die ihren Enkeln auch nach ihrem Tod Geschichten vorliest.

Interviews mit Trauerbegleitern

Das postmortale Weiterleben im digitalen Raum wirft tiefgreifende Fragen auf: Welchen Einfluss haben solche Entwicklungen künftig auf unseren Umgang mit Tod und Trauer? Wie vertragen sie sich mit der Würde der Verstorbenen und dem Bedürfnis nach Pietät? Wird die Digitaltechnik das religiöse Leben beeinflussen? Wie können die Rechte Verstorbener und Hinterbliebener gegenüber kommerziellen Interessen der digitalen Postmortal-Industrie gewahrt werden? Und wie ist all dies mit dem Datenschutz vereinbar?

Diesen Fragen widmet sich das Projekt „Edilife“ des Internationalen Zentrums für Ethik in den Wissenschaften (IZEW) der Universität Tübingen. Dass die Entwicklung erst am Anfang steht und in Deutschland noch kaum Fuß gefasst hat, ist für die Projektmitglieder kein Hinderungsgrund – im Gegenteil. „Wir wollen keine Reparaturoethik betreiben, die erst einsetzt, wenn das Kind in den Brunnen gefallen ist. Stattdessen möchten wir rechtzeitig ein öffentliches Problembewusstsein schaffen und Handlungsempfehlungen für die Politik geben“, sagt die Philosophin Jessica Heesen, die das Projekt gemeinsam mit der Theologin Regina Ammicht Quinn leitet.

Dabei geht es auch darum, auszuloten, wie das Konzept des digitalen Weiterlebens in unterschiedlichen Bereichen der Gesellschaft aufgenommen wird und auf welche moralischen und

”

Die Vorstellung von virtuellen Repräsentanten der Toten finden viele eher gruselig.

Many find the idea of posthumous avatars rather creepy.

“

EN

In June 2022, Marina Smith died at the age of 87. But at her funeral, she seemed very much alive. The mourners were even able to talk to her – more precisely: with her digital avatar. The recently deceased – co-founder of a Holocaust memorial in Nottinghamshire, UK – attended her own memorial service as a video hologram. Her posthumous avatar was based on camera footage taken during her lifetime and answers to 250 questions about her biography given before she passed away.

The avatar was produced by her son’s start-up company Story-File, which previously created interactive holograms of Holocaust survivors for the Shoah Foundation of the University of Southern California. The posthumous digital avatar of Marina Smith stands for a trend that is just beginning to emerge in the USA, Great Britain and some East Asian countries with companies specializing in offering a digital afterlife.



The Digital Afterlife Industry (DAI) includes small start-ups and large data companies. It promises interaction with the deceased via communication platforms, chatbots or avatars. With this technology, Elvis could swing his hips from beyond the grave or a deceased grandmother could read stories to her grandchildren.

Interviews with mourners

Posthumous life in digital spaces raises profound questions: What influence will such developments have on how we handle death and grief in the future? How do they relate to the dignity of the deceased and the need for reverence and respect? Will digital technology affect religion? How can the rights of the deceased and survivors be protected against the commercial interests of the digital afterlife industry? And how is all this compatible with data protection and privacy?

The Edilife project of the International Center for Ethics in the Sciences and Humanities (IZEW) at the University of Tübingen is considering these questions. Although the digital afterlife is in its infancy and has barely gained a foothold in Germany, this isn’t seen as a problem.

“We don’t want to start thinking about ethical perspectives after the worst has already happened. Instead, we want to create public awareness of potential issues in good time and give recommendations for ethical policy,” says philosopher Jessica Heesen, who coordinates the project together with theologian Regina Ammicht Quinn.

The project also aims to explore how the concept of digital afterlife affects different areas of society and which moral and religious attitudes it might encounter. Social scientist Matthias Meitzler conducted extensive interviews with mourners and grief counselors, including clergy, psychologists, and undertakers. Many initially reacted to the topic in surprise although a few had already encountered the concept of a digital afterlife.

“For some, the interview reinforced their initial rejection, others took a wait-and-see attitude,” reports Meitzler. “Most respondents reacted with reservation; many found the idea of posthumous avatars rather creepy.” Beliefs of contacting the deceased through a spiritual medium or reincarnation must also play a role. “In a way, in the Digital Afterlife Industry, we are dealing with a secularized, data-based form of afterlife concepts.”

Can the digital afterlife become part of the practice of mourning?

Whether skepticism will continue in society is an open question for the research team: The majority of those who are currently facing death and grief belong to the older generation. Their lives are not yet as digitalized as a younger generation who grew up with the Internet and social networks. Once digital natives grow older, the concept of digital afterlife could find more acceptance, and perhaps even become part of mourning practices, like visiting graves or keeping photographs of the deceased.

However, Jessica Heesen draws attention to a crucial difference: Dialog with an avatar goes far beyond the projection of individual thoughts and feelings onto objects of remembrance. Interactions with avatars of the deceased can develop a life of their own, blurring the boundaries between this world and the hereafter in the mourners’ consciousness.

“Digital avatars could act like a painkiller in preventing the bereaved from accepting and dealing with their loss. Grief counselors pointed this out in our interviews,” says Heesen. Constant smartphone contact with digital avatars prevents the grieving process from reaching its true completion.



religiösen Einstellungen es trifft. Um das herauszufinden, führte der Sozialwissenschaftler Matthias Meitzler ausführliche Interviews mit Trauernden und Trauerbegleitern, unter anderem Geistlichen, Psychologen und Bestattern. Viele reagierten auf das Thema zunächst überrascht, einige hatten sich schon mit dem digitalen „Weiterleben“ auseinandergesetzt.

„Bei manchen verstärkte das Interview ihre bestehende Ablehnung, einige nahmen eine abwartende Haltung ein“, berichtet er. „Doch die Mehrheit reagierte reserviert, viele fanden die Vorstellung, dass es virtuelle Repräsentanten der Toten gibt, eher gruselig.“ Überlieferte Vorstellungen vom Kontakt zu Verstorbenen durch spiritistische Sitzungen oder Begegnungen mit Wiedergängern spielen mit hinein. „In gewisser Weise haben wir es bei der Digital Afterlife Industry mit einer säkularisierten, datenbasierten Form von Jenseitsvorstellungen zu tun.“

Digitales Weiterleben als Teil der Trauerkultur?

Ob die Skepsis in der Gesellschaft anhalten wird, ist für das Tübinger Forschungsteam eine offene Frage: Diejenigen, die momentan mit Tod und Trauer konfrontiert sind, gehören mehrheitlich der älteren Generation an. Ihr Leben ist noch nicht so digitalisiert wie das der Jüngeren, die mit dem Internet und den Sozialen Netzwerken aufgewachsen sind. Kommen diese „Digital Natives“ erst einmal „in die Jahre“, könnte das Konzept des digitalen „Weiterlebens“ auf mehr Akzeptanz stoßen, ja vielleicht sogar Teil der Trauerkultur werden, so wie heute das Zwiegespräch am Grabmal oder mit dem Foto der Verstorbenen.

Allerdings macht Jessica Heesen auf einen entscheidenden Unterschied aufmerksam: Der Dialog mit einem Avatar geht über die Projektion der eigenen Gedanken und Gefühle auf Erinnerungsobjekte weit hinaus. Die Interaktion mit den Avataren Verstorbener kann ein Eigenleben entwickeln, das im Bewusstsein der Trauernden die Grenzen zwischen Diesseits und Jenseits verschwimmen lässt.

„Solche digitalen Stellvertreter können wie eine betäubende Droge wirken, die verhindert, dass die Hinterbliebenen den Verlust akzeptieren. Darauf haben einige interviewte Trauerbegleiter hingewiesen“, sagt Heesen. Der auf Dauer gestellte Smartphone-Kontakt mit den vermeintlich Weiterlebenden verhindert, dass der Trauerprozess wirklich vollzogen wird.

Avatare mit Eigenleben

Diese Tendenz könnte zunehmen, wenn die Künstliche Intelligenz verstärkt Einzug hält. Hologramme wie das von Marina Smith bewegen sich noch im Rahmen sprachlicher Äußerungen, die das verstorbene „Original“ tatsächlich gemacht hat. Doch maschinell lernende KI-Systeme nach dem Muster von ChatGPT entwickeln sich schnell zu eigenständigen Gesprächspartnern. Was, wenn der Großvater-Avatar beginnt, Familienmitglieder zu beschimpfen, Beschuldigungen zu verbreiten oder Hetzreden zu schwängen?

„Man muss überlegen, welche Konsequenzen solche Risiken für die historische Überlieferung und die Erinnerungskultur haben können“, gibt Meitzler zu bedenken. Stalin- oder Hitler-Avatare, die im Netz propagandistisch manipulierte Existenzen führen und als „Zeitzeugen“ oder „Ratgeber“ befragt werden, sind keineswegs undenkbar. Nicht einmal eine Kennzeichnungspflicht für solche Wesen aus der Digital-Retorte gibt es bislang, und es ist auch unklar, wie sie durchzusetzen wäre.

Gesetzliche Regelung nötig

Nicht nur hier sieht Heesen beträchtlichen Regulierungsbedarf auf den Gesetzgeber zukommen: So ist zum Beispiel nicht geregelt, wer überhaupt unter welchen Bedingungen Avatare von Verstorbenen erstellen darf. Bislang können sie auch ohne vorherige Zustimmung der Verstorbenen erzeugt werden. „Das postmortale Persönlichkeitsrecht muss dieser neuen Situation angepasst werden“, findet die Forscherin.

Zur Regelung des digitalen Nachlasses könnte auch gehören, dass man im Testament festhält, ob von der eigenen Person ein digitales Abbild erstellt werden darf. Welchen juristischen Handlungsbedarf die Geschäftsmodelle der digitalen Postmortal-Branche im Detail erzeugen, wird im Darmstädter Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie (SIT) erforscht, das mit den Tübingern kooperiert. Für den Abschluss des Projekts im Frühjahr 2024 ist eine gemeinsame Veranstaltung geplant, bei der Politik und Öffentlichkeit die Ergebnisse und Handlungsempfehlungen vorgestellt werden.

Digitale Stellvertreter nach dem Tod können trösten – aber auch verhindern, dass man einen Verlust akzeptiert.

Digital surrogates after death can comfort – but also prevent people from accepting a loss.

GRAPHIC: salihkiliic, iStockphoto

Avatars with life of their own

This trend could increase as artificial intelligence becomes more prevalent. Holograms such as Marina Smith’s are still based on recordings the original person actually made. However, machine-learning AI systems based on ChatGPT quickly develop independent dialog. What if a grandfather avatar starts insulting family members, spreading accusations or inciting hate speech? “We have to consider the consequences such risks may have for historical tradition and the culture of remembrance,” says Meitzler. Stalin or Hitler avatars spreading propaganda on the Internet as “contemporary witnesses” or “advisors” are by no means inconceivable. So far, there is not even a registration obligation for such creatures and it is also unclear how it would be enforced.

Not only here does Heesen see considerable need for regulation on the part of the legislator: For example, there are no rules

on who can create avatars of the deceased and when. Digital avatars can also be produced without prior consent of the deceased. “Posthumous personality rights must be adapted to this new situation”.

In future, people might be able to manage their digital estate by stating in their will whether a digital avatar may be created. The need for regulating the digital afterlife industry is being researched at the Fraunhofer Institute for Secure Information Technology (SIT) in Darmstadt in partnership with the Tübingen researchers. A joint event is planned on the project’s completion in spring 2024 where results and recommendations will be presented to politicians and the public.

ÜBER DAS PROJEKT | ABOUT THE PROJECT

Das Projekt „Ethik, Recht und Sicherheit des digitalen Weiterlebens (Edilife)“ erforscht ethische Fragen in Bezug auf Techniken des digitalen „Weiterlebens“ und wird durch das BMBF gefördert (Juli 2022 – Februar 2024).

Zentrale Fragen sind u. a. Trauer und Pietät in diesem soziotechnischen Kontext; Manipulations- und Missbrauchsmöglichkeiten; Datenschutz und die Rechte Betroffener gegenüber kommerziellen Interessen.

Team: Professorin Regina Ammicht Quinn, PD Dr. Jessica Heesen, Matthias Meitzler, Dr. Martin Hennig; Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie (SIT).

The project “Ethics, Law and Security in the Digital Afterlife (Edilife)” investigates ethical issues with regard to methods of digital posthumous avatars and is funded by the BMBF (July 2022 – February 2024).

It focuses on issues such as grief and reverence in this socio-technological context; possibilities of manipulation and abuse; data protection and the rights of data subjects in relation to commercial interests.

Team: Professor Regina Ammicht Quinn, PD Dr. Jessica Heesen, Matthias Meitzler, Dr. Martin Hennig; Fraunhofer Institute for Secure Information Technology (SIT).



DIE ANDERE SEITE DER GESCHICHTE

THE OTHER SIDE OF THE STORY

TEXT Antje Karbe
PHOTOS Jacky Kosgei

Kenias Schulbücher erzählen die offizielle Geschichte der Kolonialzeit. Die mündlichen Überlieferungen der Volksgruppen kommen darin selten vor. Literaturwissenschaftlerin Jacky Kosgei reist durchs Land und bewahrt ihr Wissen vor dem Vergessen.

Kenya's textbooks tell the official story of the colonial era. The oral traditions of ethnic groups rarely appear in them. Literary scholar Jacky Kosgei travels the country to preserve this knowledge.



Radiomoderatorin Bahati Ngazi an einem Strand in Kenia: Sie nützt mündliche Formen wie eigene Gedichte und Songs, um für den Meeresschutz zu werben.

Radio host Bahati Ngazi on a beach in Kenya: She uses oral forms such as her own poems and songs to promote marine conservation.

DE

Ihre Liebe zum Indischen Ozean entdeckte Jacky Kosgei in Mombasa. Als Masterstudentin kam sie 2017 für Feldforschung in Kenias Küstenstadt. „Wir beschäftigten uns mit ‚Storytelling‘ und führten Interviews mit Dorfbewohnern“, erinnert sie sich. „Ich selbst wuchs im Innenland Kenias auf. Erst damals wurde mir bewusst, wie stark der Ozean und die Erzählungen dieses Landes miteinander verknüpft sind. Ich begann, Wasser als ein Medium für das Erzählen von Geschichten zu sehen.“

Seitdem lässt sie die Faszination für beides nicht los: das Meer und die Macht der Geschichten – und ihre enge Verzahnung mit Kenias Geschichte und Kultur. Heute forscht sie an der Schnittstelle von Literatur, Kultur, Geschichte und Anthropologie, seit April 2023 als Juniorprofessorin am Tübinger Lehrstuhl „Anglophone Literary Cultures and Global South Studies“.

Als Literaturwissenschaftlerin arbeitet Jacky Kosgei mit Texten. Doch geht es um Kenias Kultur und Geschichte, bevorzugt sie die „Oral History“. Die Erzählungen, die sie interessierten, finde sie nicht in den offiziellen Texten, sagt sie.

Heiligtümer als Waffenlager

Die Küste Kenias ist schon viele Jahrhunderte Umschlagplatz für Händler, ein „Begegnungsort“, wie Kosgei sagt. Im Lauf der Jahrhunderte wurde die Region unter anderem von den Portugiesen, den omanischen Arabern und der britischen Krone beansprucht. 1963 wurde Kenia unabhängig.

Doch auch 60 Jahre später sind die Spuren von Ausbeutung und Unterdrückung sichtbar. „In Schulen wird bis heute die Historie gelehrt, die von den ehemaligen Besatzern verordnet wurde. Geschichte und Kultur der einheimischen Bevölkerung werden weitgehend zugunsten arabisch und europäisch geprägter Erzählungen verdrängt“, sagt Kosgei.

Seestern aus dem Indischen Ozean. Das Meer prägt Alltag wie auch Spiritualität der Küstenvölker.
Starfish from the Indian Ocean. The sea shapes everyday life as well as the spirituality of coastal peoples.

Sie untersuchte dies am Beispiel der Festung „Fort Jesus“, das UNESCO-Weltkulturerbe liegt auf der Insel Mombasa. Vor 430 Jahren von Portugiesen erbaut, diente das Fort als Verwaltungstützpunkt für die kenianische Küste. Besucher erfahren im Nationaldenkmal vieles zu Architektur und Nutzung von kenianischen Guides, die die offizielle Geschichte auswendig parat haben.

Mzee Nyembwe erzählt zu diesem Ort eine andere Geschichte. Der 82-Jährige Geschichtenerzähler aus dem Volk der Digo hütet Berichte, die ihm von Großvater und Vater überliefert wurden. Immer wieder saß Jacky Kosgei bei ihm und dokumentierte seine Erzählungen auf Suaheli.

”

Die Spiritualität der Digo ist eng mit dem Meer verbunden, für sie ein Ort des Spirits, Geschenk Gottes, Schutzraum und Nahrungsquelle.

The spirituality of the Digo people is closely connected to the ocean, they believe it is a place of spirits, a gift from god, a protected space and a source of food.

“

Mit Bauten an Orten wie diesem sollten damals die Spiritualität und Kultur indigener Einwohner zerstört und ihre Gesellschaften destabilisiert werden, sagt Kosgei. So konnten Macht und auch eine neue Religion etabliert werden. Kein Zufall also, dass die Form des Forts einen Gekreuzigten darstellt und in der besagten Höhle Waffen gelagert wurden.

Kulturaktivisten sammeln traditionelles Wissen

Die Aufarbeitung von Kenias Kolonialgeschichte ist andernorts auf einem besseren Weg. Kosgei forschte auch an den „Shimoni Slave Caves“, von deren Strand aus Sklavinnen und Sklaven aus allen Landesteilen nach Sansibar verschifft und auf dem Markt verkauft wurden. Männer und Frauen wurden zu Tausenden in die fünf Kilometer langen, dunklen Höhlen gepfercht und musste auf allen Vieren zur Ablegestelle krabbeln.



EN

Jacky Kosgei discovered her love for the Indian Ocean in Mombasa. She arrived in the coastal town of Mombasa, Kenya, in 2017 to do field research for her Master's degree. „We held interviews with people in the villages near Mombasa and listened to their storytelling,“ she remembers. „I grew up in Kenya's inland. I only then started to realize how strongly the ocean and the stories of the nation are connected. I began to see water as a form of storytelling.“

Jacky Kosgei has been fascinated with the ocean ever since, with the power of storytelling and how closely both are woven into Kenyan history and culture. Her current research is located at the borders of literature, cultural studies, history and anthropology and she is Junior Professor of Anglophone Literary Cultures and Global South Studies at the University of Tübingen.

As a literary scholar, Jacky Kosgei works with texts. However, when her work is concerned with Kenya's culture and history, she turns to oral history, as the stories that she is interested in often cannot be found in official texts.

Munitions stored in a holy cave

Kenya's coast has been an important region where tradespeople have met and exchanged goods for centuries, a „place of encounter“, as Kosgei says. Arab merchants were among the first to arrive and the region has been claimed by the Portuguese, the Omani Arabs, and the British crown among other foreign powers. In 1963, Kenya was declared independent.

Yet, sixty years later exploitation and repression are still visible. „Schoolchildren are still being taught the version of history that was written by the foreign powers. In these accounts, the history and culture of the local people is largely repressed in favor of Arab- and European-oriented narratives,“ says Kosgei.

In a prominent example, Jacky Kosgei investigated the history of Fort Jesus, a UNESCO World Heritage Site on Mombasa island. The Fort was built by the Portuguese 430 years ago to secure the port and establish a point of administering power over the Kenyan coast. Visiting the national monument, one can learn much about its use and architecture from Kenyan guides, who have memorized the official history.

But Mzee Nyembwe has another version of history to tell about this place. The 82-year-old man from the Digo community is an indigenous knowledge expert and a storyteller. He has memorized indigenous knowledge as told to him by his grandfather and father. Jacky Kosgei visited him many times and recorded his accounts spoken in Swahili.

For the Digo people, the site of the fort was a spiritual place with a cave that was „God's own creation“ and honored with a shrine. Nyembwe explained that the Portuguese drove the Digo people away from the site and dishonored the cave. Since then historical accounts of Fort Jesus have erased the role of the Digo people and their history – they are not even included in the guided tour of this World Heritage site.

Kosgei emphasizes that Fort Jesus is a typical example of how incomplete and biased histories continue to be told. „By seizing sites like this, the aim was to destroy the spirituality and culture of indigenous people and destabilize their societies. This was a way of establishing power and their own (foreign) religion,“ says Kosgei. It's hardly surprising that Fort Jesus was built in the shape of a crucified man and that the holy cave was used to store munitions.





Professorin Jacky Kosgei im Interview mit Mzee Nyembwe, Erzähler aus dem Volk der Digo: Der 82-Jährige gibt Traditionen weiter, die ihm von Vater und Großvater überliefert wurden.

Professor Jacky Kosgei interviews Mzee Nyembwe, a storyteller from the Digo people. The 82-year-old passes on traditions handed down to him by his father and grandfather.

Cultural activists collect oral histories

Attempts to reappraise Kenya's colonial history are faring better in other places. Kosgei also investigated the "Shimoni Slave Caves" where slaves captured from Kenyan inland were kept before they were shipped to the slave market in Zanzibar. The caves measure five kilometres long, dark and slaves were packed there in the thousands. They were forced to crawl along the passage.

Kosgei explains that the local community has established a successful remembrance project at this site in Shimoni. Local guides take tourists through the caves and donations benefit the community. One of the caves serves as a prayer room for traditional gods. "The local people and their perspective are at the heart of the project," says Kosgei.

This cannot yet be assumed for all historical contexts in Kenya. Jacky Kosgei wants to broaden perspectives to other aspects of history with oral histories in Swahili. Oral history is an important source of remembrance work in cultural studies and important for giving people a voice that have been previously silenced. Indigenous groups in Kenya are also reclaiming their official narratives and their cultural identity.

"It's about who we are," says Kosgei. She works with cultural activists in Kenya who are collecting indigenous knowledge and creating digital archives, like Pwani Tribune and Hekaya Arts Initiative. Many of the people she interviews diligently share their knowledge and are excited to hear about her progress. "I have the feeling that I have taken on a responsibility."

Towards a multiverse

In her seminar at the University of Tübingen, she teaches students how to approach African literary texts. But often she also asks them to put their books aside. "I want them to think about the traditions and stories they have encountered. I want to sharpen their awareness of diverse perspectives."

She will continue her research, for example by collecting oral stories about the Indian Ocean. Among other questions, she asks fishermen, sailors, divers and shell collectors what the ocean means to them. "The spirituality of the Digo people is closely connected to the ocean, they believe it is a place of spirits, a gift from god, a protected space and a source of food," she explains.

For these reasons, marine conservation is of utmost priority among coastal populations. Jacky

Kosgei also talked to Bahati Ngazi. The young woman is a radio presenter who is committed to conservation activism by writing songs and poetry: forms of oral history associated with a modern medium and an issue that concerns us all today.

When Kosgei speaks about her vision of integrating all perspectives into a "pluriverse", she smiles. "Pluriverse represents a world of endless possibilities. That's quite an ambitious goal." But at the least, she could contribute to establishing a "multiverse", she is sure of that. "If we include more voices and different forms of knowledge, including written and oral accounts, we will have achieved something."



Abendliche Gespräche: Oral History, die mündliche Überlieferung von Geschichte, ist wichtiger Bestandteil der indigenen Kulturen Kenias.

Evening conversations: Oral history is an important part of Kenya's indigenous cultures.

In Shimoni hat die Kommune ein erfolgreiches Erinnerungsprojekt aufgebaut, wie die Wissenschaftlerin erzählt. Ortsansässige Guides führen Touristen durch die Höhlen, Spenden kommen der Gemeinde zugute. Eine Höhle dient als Gebetsraum für traditionelle Gottheiten. „Die Menschen vor Ort und ihr Blick stehen im Mittelpunkt.“

Bewusst setzt die Wissenschaftlerin auf Erzählungen in Suaheli, um den Fokus wieder zu öffnen. „Oral History“ gilt bislang vor allem der Kulturwissenschaft als wichtige Quelle der Erinnerungsarbeit, gerade um Menschen eine Stimme zu geben, die zur Sprachlosigkeit verurteilt wurden. Auch in Kenia fordern Volksgruppen mit ihren traditionellen Erzählungen offizielle Narrative heraus – und ihre kulturelle Identität zurück.

„Es geht letztlich darum, wer wir sind“, sagte Kosgei. Sie arbeitet auch mit „Kulturaktivisten“ zusammen: In der „Pwani Tribune“ und der „Hekaya Arts Initiative“ sammeln Kenianerinnen und Kenianer indigenes Wissen und dokumentieren es in digitalen Archiven. Auch teilen viele Interviewte sehr bewusst ihr Wissen mit Kosgei und verfolgen ihre weitere Forschung. „Ich habe das Gefühl, Verantwortung übernommen zu haben.“

Auf dem Weg zum „Multiverse“

An der Tübinger Universität diskutiert Jacky Kosgei in ihren Seminaren, wie sich die Studierenden Texten aus der afrikanischen Literatur annähern können. Gelegentlich fordert sie aber dazu auf, die Bücher beiseite zu legen. „Die Studierenden sollen sich Gedanken machen, welche Traditionen und Erzählungen ihnen begegnet sind. Ich möchte ihr Bewusstsein für vielfältige Perspektiven schärfen.“

Sie selbst wird weiter danach suchen. In Interviews sammelt sie Erzählungen zum Indischen Ozean. Unter anderem erklärten ihr Fischer, Seefahrer, Taucher und Muschelsammler, was das Meer für sie bedeutet. „Die Spiritualität der Digo ist eng mit dem Meer verbunden. Es ist für sie ein Ort des Spirits, Geschenk Gottes, Schutzraum und Nahrungsquelle“, erzählt sie.

Allein deshalb habe für die Küstenbewohner die Bewahrung der Meere höchste Priorität. Zu ihren Gesprächspersonen gehört auch die junge Radiomoderatorin Bahati Ngazi, die sich für den Meeresschutz engagiert, indem sie Gedichte und Songs schreibt – Formen der „Oral History“, verbunden mit einem modernen Medium und einem hochaktuellen Anliegen.

Wenn die Wissenschaftlerin von ihrer Vision spricht, all diese Sichtweisen zu einem „Pluriverse“ zusammenzutragen, lächelt sie. „Das Pluriverse steht für eine Welt der unendlichen Möglichkeiten. Das ist sehr ehrgeizig.“ Zumindest aber ist sie sicher, zu einem „Multiverse“ beizutragen. „Wenn viele Stimmen gehört und unterschiedliche Wissensformen anerkannt werden, schriftliche wie mündliche, dann haben wir etwas erreicht.“



Jetzt jede Nacht feiern.

12 Linien. Ohne Aufpreis.

Nachtschwärmer kommen mit dem umfangreichen Nachtbus-Angebot voll auf ihre Kosten:

- täglich zwischen 0.00 und 3.00 Uhr
- Donnerstag bis Samstag sogar bis 4.00 Uhr
- gilt für alle Tickets im Stadttarif **ohne Aufpreis**

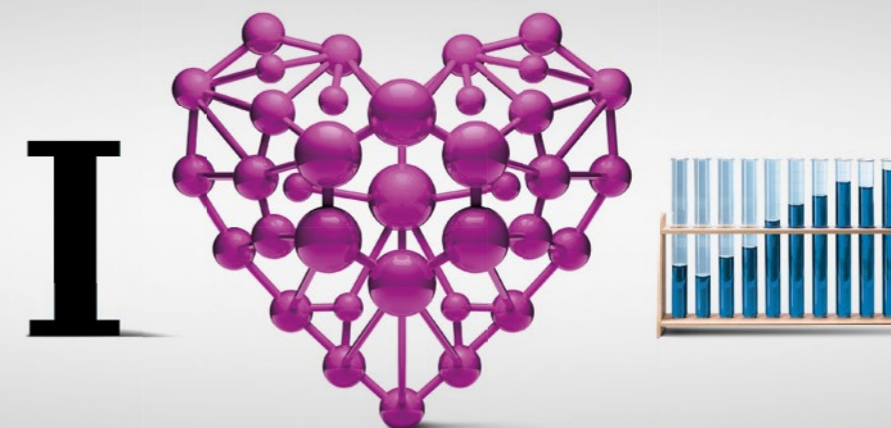


WIR WIRKEN MIT.



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



JUNEMATT/Neckar



www.klocke.com

Wir suchen:

**PRAKTIKANT (PFLICHTPRAKTIKA)/
STUDENTISCHE HILFSKRAFT FÜR**

1. die Qualitätskontrolle
2. das Qualitätsmanagement

QUALIFIKATION:

Student/in des Studiengangs
Verfahrenstechnik, Biotechnologie
oder ähnlicher Studiengang

Klocke Pharma-Service GmbH, Personalabteilung, Straßburger Str. 77, 77767 Appenweiler
susanne.bruder@klocke-pharma.de



SCIENCE & INNOVATION DAYS 2023



sidays.com

Resilienz.

Gemeinsam arbeiten wir dran.

Talk
Connect
Workshop
Entertainment

8.-11. November



BAUSCHUTT ALS RESSOURCE

RUBBLE AS A RESOURCE

TEXT & PHOTOS Tilman Wörtz

Ein Start-up aus Tübingen entwickelt eine Künstliche Intelligenz, um Bauschutt mithilfe einer Kamera zu analysieren. Der Markt ist riesig – der mögliche Beitrag zum Klimaschutz auch.

A start-up from Tübingen is developing an artificial intelligence, to analyse construction waste with the help of a camera. The market is huge – and so is the potential contribution to climate protection.

DE

Die Idee entstand beim Abendessen mit einem der größten Recycling-Unternehmer Deutschlands. Zwischen Tomatensalat und Zwiebelrostbraten erzählte dieser den vier Freunden von Lastern auf seinen Halden, die tonnenweise Bauschutt ankarren: „Wir wissen nicht genau, was sie auf der Kippe haben“, klagte er. Kiesel oder Keramik, Ziegel oder Zement, alles durcheinander. Dabei sei ein großer Teil eigentlich wiederverwertbar.

Da dachten die Freunde: ein Riesenproblem und keine Lösung – klingt nach einer Unternehmensidee. Sie hatten während des Studiums mit einer ersten Gründungsidee Experimente mit Kameras gemacht, die mithilfe Künstlicher Intelligenz Oberflächen-Strukturen von Obst unterscheiden konnten. Wahrscheinlich ließe sich das Verfahren auch auf Bauschutt anwenden. Also legten die vier Kapital für ein Start-up zusammen und setzten im Februar 2022 ihre Unterschriften unter einen GmbH-Vertrag.

Müll in Bewegung

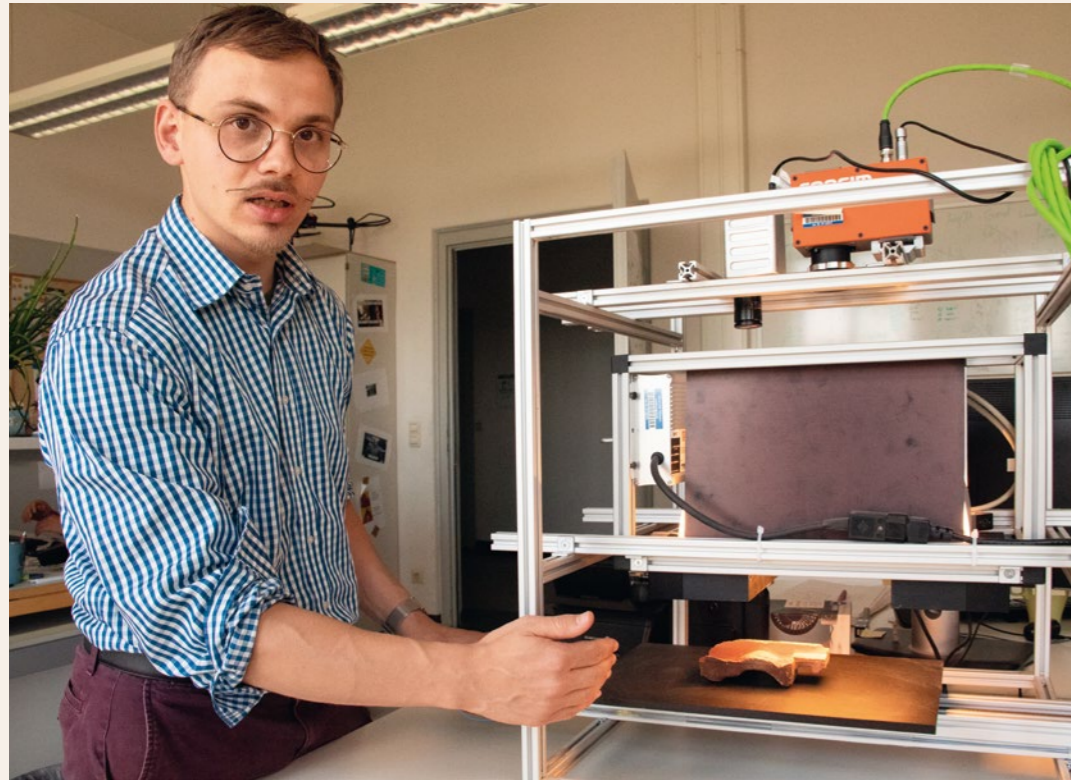
Mitten in Tübingen, am Holzmarkt gegenüber von Stiftskirche und Fachwerkhaus-Zeilen: das Büro von Optocycle. Darin: Schreibtische mit vielen Bildschirmen, auf dem Boden eine Kiste mit Kies und zerbrochenen Ziegeln. Eine Kamera hängt an einem Gerüst über dem Haufen. Die Apparatur ist aber lediglich ein Modell für Präsentationszwecke. Die eigentliche Anlage von Optocycle filmt im hessischen Lahnau einfallende Lkws auf einen Recyclinghof.

Erwachsene Menschen erkennen leicht den Unterschied zwischen einem Haus und einem Lastwagen und ob dieser beladen ist oder nicht. Eine KI muss sich diese Fähigkeit mithilfe von Trainingsdaten aneignen. Optocycle hat durch die

Lkw-Ladungen mit Bauschutt, von oben mit einer Kamera gefilmt. KI kann dabei die einzelnen Bestandteile der Ladungen erkennen und die entsprechenden Materialien analysieren.

Truckloads of building rubble, filmed from above with a camera. AI can recognise the individual components of the loads and analyse the corresponding materials.

PHOTO: Optocycle



Doktorand Leon Varga trainiert in seinem Labor eine KI und nutzt eine Kamera zur Erkennung von Bauschutt, der sich unter der Kamera bewegt.
 PhD student Leon Varga trains an AI and uses a camera in his lab to analyse the rubble moving beneath it.

Ein farbiges „Label“ erleichtert der KI die Arbeit. So lernt sie, blitzschnell Kiesel und Ziegel voneinander zu unterscheiden.
 A colored "label" makes the AI's job easier. It learns to distinguish gravel from brick fragments in a flash.
 PHOTO: Leon Varga/Lehrstuhl für Kognitive Systeme



Partnerschaft mit dem Recyclingunternehmen in Lahnau einen bisher weltweit einzigartigen Datensatz. „Wir erhalten jeden Tag hunderte Aufnahmen von der Mülldeponie und füttern damit die KI“, sagt Gründer Lars Wolff, 31, im Unternehmen der Informatik-Experte. 95 Prozent der Materialien erkennt die KI bereits korrekt. Der Rest Unsicherheit ist bald auch noch abtrainiert.

In einem zweiten Schritt muss das neuronale Netz die Bewegung der Lastwagen erkennen und ausgleichen, damit klare Bilder entstehen und ausgewertet werden können. „Die Lastwagen fahren schnell unter der Kamera hindurch und verwackeln das Bild“, sagt Wolff. Sein Blick folgt den Zeilen auf seinem Monitor voller Buchstaben, Zahlen und Zeichen. Immer wieder tippt er etwas in seine Tastatur. Eine Werkstudentin der Universität Tübingen hilft ihm bei der Weiterentwicklung des Codes.

Unterdessen knüpft Gründerkollege Max-Frederick Gerken, 28, am Nebentisch für die Kamera-Tests Kontakte zu einem weiteren Recyclingunternehmen, näher bei Tübingen. An Bauschutt mangelt es nicht: 80 Millionen Tonnen Beton, Kies, Ziegel und sonstiger Schutt fallen auf Baustellen in Deutschland jedes Jahr an. Bauschutt ist damit die mit Abstand gewichtigste Abfallart in Deutschland.

„Es wird behauptet, der Bauschutt werde zum größten Teil recycelt, aber diese Aussage ist irreführend“, sagt Gerken. „Der Schutt wird zum großen Teil im Straßenbau verfüllt – eine wirkliche Kreislaufwirtschaft findet nur sehr begrenzt statt.“ Dabei sind Beton und Ziegel wertvolle Baumaterialien und ließen sich wiederverwerten – wenn die Laster und ihre Ladung bereits bei der Einfahrt auf den Recyclinghof eingeteilt werden könnten in: Beton, überwiegend Beton, gemischte Ladung. Nehmen die Arbeiter auf dem Recyclinghof mit bloßem Auge die Unterscheidung vor, unterlaufen zu viele Fehler. Selten scannen sie die gesamte Ladung, haben schlechte und gute Tage. Künstliche Intelligenz kann das schneller und treffsicherer.

Die Technologie wäre ein Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel. „Acht Prozent der Treibhaus-Gase stammen aus der Produktion von Zement“, sagt Gerken. „Wenn wir das Recycling-Problem von Bauschutt lösen, können wir aktiv zur Reduktion von CO₂-Emissionen beitragen.“

Einsatz des Datenwürfels

Gerken sagt im Gespräch häufig, dass er „Probleme lösen“ möchte. Der Satz klingt gut gelaunt, fast ein wenig verspielt. Dabei knetet er einen Reifen aus einem Lego-Baukasten. Der Kasten steht griffbereit auf dem Tisch. „Lego regt mich beim Denken an und entspannt“, sagt Gerken. Nicht der Profit, sondern der „Impact“, die positive Wirkung seines Unternehmens, habe ihn zur Gründung gereizt. Er müsse immer wieder Neues ausprobieren und umsetzen.

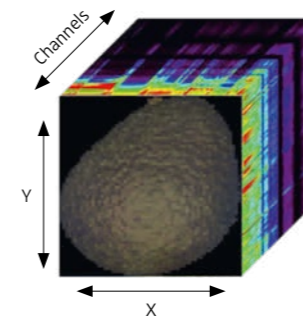
An der Universität Tübingen studierte er zunächst Wirtschaftswissenschaften, später besuchte er auch Vorlesungen in Informatik. Nach dem Studium leitete er für Lidl fünf Verkaufsstellen mit insgesamt hundert Mitarbeitern. Jetzt ist er in der Firma für die Geschäftsleitung zuständig. Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Kognitive Systeme der Universität Tübingen beantragte er über eine halbe Million Euro bei Invest BW, einem Förderprogramm für Innovationen des baden-württembergischen Wirtschaftsministeriums. Die Informatiker um Lehrstuhl-Inhaber Andreas Zell entwickeln ein neues Verfahren zur optischen Analyse von Oberflächen und Materialien mithilfe Künstlicher Intelligenz: sogenannte hyperspektrale Datenwürfel. Wie so ein Würfel funktioniert, wird am nächsten Tag am Institut für Informatik deutlich.

Gerken und Wolff wuchten Kisten mit Bauschutt aus dem Kofferraum auf ein Wägelchen und karren die Ware durch das Institut für Informatik

EN

The idea came at dinner with a recycling entrepreneur in Germany. Between tomato salad and onion roast beef, he told the four friends about the truckloads of construction waste that are dumped at his facilities. “Pebbles, ceramics, bricks and cement are all mixed up. But a large part of rubble is actually recyclable.”

His friends quickly identified the business potential of solving this problem. During their studies, they experimented with cameras that could distinguish surface structures from fruit with the help of artificial intelligence. There was no reason that this method could not be applied for sorting construction waste. After raising capital, the four signed the startup contract in February 2022.



Ein „Hyperspektral-Würfel“ setzt sich aus vielen einzelnen Aufnahmen zusammen, die von einem Gegenstand entlang des elektromagnetischen Wellenspektrums gemacht wurden, auch jenseits des sichtbaren Lichts.
 A "hyperspectral cube" is composed of many individual images taken of an object along the electromagnetic wave spectrum, even beyond visible light.

GRAPHIC: Leon Varga/Lehrstuhl für Kognitive Systeme

Adults can easily tell the difference between a building and a truck, and whether a truck is loaded or not. Algorithms must learn this ability with the help of training data. Optocycle has a unique data set worldwide through its partnership with the recycling company in Lahnau. “Every day we get hundreds of images from the landfill and feed the AI,” says founder Lars Wolff, 31, who is the computer science expert in the team. 95 percent of the materials are already correctly recognized by the AI. The rest of the uncertainty will soon be gone.

In a second step, the neural network must detect and compensate for the movement of the trucks so that clear images can be created and evaluated. “The trucks pass quickly under the camera and distort the image,” says Wolff. His gaze follows the lines on his monitor full of letters, numbers and characters. He types something on his keyboard. A student intern at the University of Tübingen helps him to refine the code.

Meanwhile, cofounder Max-Frederick Gerken, 28, is at the camera testing desk talking to another recycling company based closer to Tübingen. There is no shortage of construction waste: 80 million tons of concrete, gravel, bricks and other debris are generated on construction sites in Germany every year. This makes construction waste by far the most important type of waste in Germany.

“The construction industry claims that construction waste is recycled, but this statement is misleading,” says Gerken. “The rubble is largely filled in road construction – it’s not really a circular economy.” Concrete and bricks are valuable building materials and could be recycled – if the trucks and their cargo could be divided into concrete, mainly concrete and mixed rubble. If this is done by human eye, too many mistakes are made. They rarely check the entire cargo and have bad and good days. Artificial intelligence can do this faster and more accurately.

Technology would be a contribution in the fight against climate change. “Eight percent of greenhouse gases come from the production of cement,” says Gerken. “If we solve the recycling problem of construction waste, we can actively contribute to the reduction of CO₂ emissions.”

Garbage in motion

Optocycle’s office is based in the middle of Tübingen, on the Holzmarkt opposite the church and half-timbered houses. Inside there are desks with many screens, and a box with broken bricks and gravel on the floor. A camera hangs on a scaffold above the pile. The apparatus is a demonstration model. Optocycle’s actual facility in Lahnau, Hesse, films trucks entering a landfill.

bis ins Labor von Leon Varga und Hannah Frank. Dort stellen sich Unternehmer und Forschende um die Kisten: „Bitumen, Ziegel, Zement mit Kies, nur Kies ... Reicht Euch das?“ „Vorerst“, antwortet Varga, ein Informatiker mit kunstvoll gezwirbeltem Oberlippen-Bart. „Wir machen Aufnahmen und labeln die Bestandteile in unterschiedlichen Farben.“

Das Label zeigt dem neuronalen Netz, an welcher Stelle des Bildes Ziegel, Kiesel oder Beton liegen. Wie ein Lehrer, der Schülern die richtige Antwort für eine Aufgabe verrät. Im Anschluss lernt das Netz selbständig, welche elektromagnetischen Wellenlängen, Formen und Oberflächenstruktur charakteristisch für das Label sind. So trainiert es sich selbst die Fähigkeit zur Unterscheidung an.

Kamera soll erschwinglich sein

Für die Aufnahmen wird Leon Varga einzelne Brocken aus den Kisten auf eine Kunststoff-Platte unter seiner Kamera legen. Die Kamera wird Aufnahmen machen, sowohl im Wellenlängen-Spektrum des sichtbaren Lichts zwischen 350 und 750 Nanometern als auch darüber hinaus bei bis zu 1.700 Nanometern Wellenlänge. „Das Spektrum jenseits des sichtbaren Lichts ist vermutlich besser geeignet, Bestandteile von Bauschutt voneinander zu unterscheiden“, erklärt er.

Die Zuversicht schöpft er aus durchgeführten Experimenten seines Lehrstuhls. Professor Zell und sein Team sind auf die Hyperspektralanalyse von Nahrungsmitteln spezialisiert. Sie entwickeln Verfahren zur visuellen Analyse von Pilzbefall auf Nutzpflanzen oder des Reifegrads von Obst und Gemüse und wissen, wie reichhaltig die Informationen im Wellenspektrum jenseits des sichtbaren Lichts sind.

Nun also Bauschutt. Leon Varga und Hannah Frank hoffen auf eine Veröffentlichung ihrer Messergebnisse in einem Fachjournal. Alle Erkenntnisse werden öffentlich zugänglich sein – zu dieser Offenheit sind sie als Wissenschaftler verpflichtet. Optocycle wird die Erkenntnisse jedoch im Anschluss nutzen können,



Gründer-Duo: Lars Wolff (links) und Max-Frederick Gerken gründeten Optocycle Anfang 2022 mit weiteren Freunden.

Founding duo: Lars Wolff (left) and Max-Frederick Gerken founded Optocycle with two friends in early 2022.

nen, um eine erschwingliche Kamera für Mülldeponien zu entwickeln. Die Kamera in Vargas Labor kostet mehrere Zehntausend Euro und erstellt hyperspektrale Würfel in sehr vielen Wellenlängenbereichen des Bauschutts.

Optocycle wird nach der Versuchsreihe genau wissen, welche Wellenlängen für die Unterscheidung von Bauschutt überhaupt wichtig sind. Eine spezialisierte Kamera ist viel günstiger entwickelbar. „Unsere Kamera darf nicht mehr als ein paar hundert Euro kosten“, sagt Gerken. In eineinhalb Jahren, da ist er zuversichtlich, wird Optocycle das Produkt bereits verkaufen.

Begleitung durch Start-up-Center

Für diesen letzten Schritt der Gründungsphase hat Gerken eine weitere Geldquelle aufgetan: eine sogenannte PreSeed-Finanzierung in Höhe von 200.000 Euro durch die L-Bank und einen Co-Investor, in diesem Fall das Stuttgarter Bauunternehmen Wolff & Müller. Für Beantragung und Abwicklung des Geldes steht ihm das Start-up-Center der Universität (*siehe Kasten*) zur Seite. „Sie übernehmen für uns die Kommunikation mit der Bank und bringen ihre Expertise ein.“ Ist die Unternehmung erfolgreich, kann das Land den Kredit in Anteile am Unternehmen umwandeln – ein Fördermodell, das in Israel entwickelt und erfolgreich angewandt wurde.

Gerken vertraut darauf, dass der Aufbau seines Start-ups nach Plan verlaufen wird: eineinhalb Jahre bis zur Marktreife, sechs Jahre bis zum „Hidden Champion“, dann kommt etwas Neues. Dass Konkurrenten schneller sein könnten, bedrückt ihn nicht.

„Bevor Mark Zuckerberg Facebook gründete, hätte er sicher eine lange Liste machen können, warum sein Vorhaben scheitern könnte“, sagt er. „Hat er aber nicht. Stattdessen hat er losgelegt.“

Using the data cube

Together with the Cognitive Systems group at Tübingen University, led by Professor Andreas Zell, Gerken applied for more than half a million euros from Invest BW, an innovation funding program offered by the Baden-Württemberg Ministry of Economic Affairs. The computer scientists around Zell are developing a new method for the optical analysis of surfaces and materials with the help of artificial intelligence: so-called hyperspectral data cubes. How this works we see at the Department of Computer Science the next day. Gerken and Wolff heave boxes with rubble from the trunk on a trolley and drive the goods to the lab of Leon Varga and Hannah Frank. “Bitumen, bricks, cement with gravel, gravel only... Is that enough?” “For now,” answers Varga, a computer scientist. “We take pictures and label the components in different colors.”

The label shows the neural network at which point of the image brick, pebble, concrete are located. Like a teacher telling students the right answer to a task. Afterwards, the network learns independently which electromagnetic wavelengths, shapes and surface structure are characteristic of the label.

Camera needs to be affordable

For the recordings, Varga places individual chunks from the crates on a plastic tray under his camera. The camera records both in the visible light wavelength spectrum between 350 and 750 nanometers and beyond up to 1,700 nanometers. “The spectrum beyond visible light is probably better suited to sorting construction waste,” he says.

Varga knows from experience. Professor Zell and his team are specialized in the hyperspectral analysis of food. They develop methods for the visual analysis of fungi on crops or the ripeness of fruits and vegetables and know how rich the information in the wave spectrum is beyond visible light.

This time it's about rubble. Leon Varga and Hannah Frank hope to publish their results in a scientific journal. All findings will be publicly available – as scientists they are committed to open research. However, Optocycle can use the findings to develop an affordable camera for landfills. The camera in Varga's laboratory costs several tens of thousands of euros and creates hyperspectral cubes in many wavelength ranges of the rubble.

After the experiments, Optocycle will know exactly which wavelengths are important for sorting construction waste. A specialized camera is much cheaper to develop. “Our camera should not cost more than a few hundred euros,” says Gerken. In a year and a half, he is confident that Optocycle will already sell the product.

Support from startup center

For this last step of the founding phase, Gerken has tapped pre-seed financing in the amount of 200,000 euros from L-Bank and a co-investor, a construction company based in Stuttgart. The startup center at the University (*see box*) helped him to apply for the funding. “If the company is successful, the state can convert the loan into shares in the company – a funding model that was developed and successfully applied in Israel.

Gerken trusts that the construction of its start-up will proceed according to plan: one and a half years to market maturity, six years to the “Hidden Champion” and then something new. The fact that competitors could be faster does not bother him. “Before Mark Zuckerberg founded Facebook, he could have listed many reasons he might fail,” he says. “But he did not. Instead, he started.”

DAS STARTUP CENTER TÜBINGEN

Das Startup Center der Universität Tübingen unterstützt Studierende und Forschende bei der Gründung eines Unternehmens. Fachleute sprechen vom „Transfer“ wissenschaftlicher Ergebnisse in die Gesellschaft. Dafür gibt es ein vielfältiges Angebot: In individuellen Beratungen hilft das Startup Center bei der Entwicklung und Validierung der Geschäftsidee. Es begleitet die Beantragung und Abwicklung von Fördermitteln und stellt sein Netzwerk an Experten, Investoren und Industriepartnern zur Verfügung. In Workshops vermittelt es gründungsrelevantes Basiswissen zum Beispiel in den Bereichen Finanzierung, Marketing oder Recht. Eine regelmäßig stattfindende Gründermesse, die Startup:con Tübingen, bringt Gründungsinteressierte, Startups und Partner aus unterschiedlichen Branchen zusammen. 2022 erreichte die Universität Tübingen im Ranking „Die besten Unis für Start-ups“ Platz drei. Das Ranking beurteilt die Universität nach den eingeworbenen Startup-Förderungen und der Bewertung des Unterstützungsangebotes aus der Sicht der Gründer.

The Startup Center at the University of Tübingen supports students and researchers in founding a company. Experts speak of the "transfer" of scientific results into society. There is a wide range of services for this: In individual consultations, the Startup Center helps with the development and validation of the business idea. It supports the application and processing of funding and makes its network of experts, investors and industry partners available. In workshops, it imparts basic knowledge relevant to start-ups, e.g. in the areas of financing, marketing or law. A regular start-up fair, Startup:con Tübingen, brings together people interested in starting a business, start-ups and partners from different sectors. In 2022, the University of Tübingen achieved third place in the ranking "The best universities for start-ups". The ranking assesses the university according to the start-up funding acquired and the evaluation of the support offered from a founder's point of view.

INTERVIEW

MENSCHEN FÜR KRISEN STARK MACHEN

MAKING PEOPLE STRONG FOR CRISIS

Für eine resiliente Gesellschaft braucht es staatliche Unterstützung, aber auch Vertrauen in das Potenzial jedes Einzelnen, sagt Ethiker Marco Krüger.

A resilient society requires state support but also trust in the potential of each individual, says ethicist Marco Krüger.



PHOTO: Friedhelm Albrecht/Universität Tübingen



attempto!: Herr Krüger, was bedeutet „Resilienz“?

Marco Krüger Grundsätzlich eine Art von Widerstands- oder Anpassungsfähigkeit. Die Grundidee ist, dass man nicht weiß, was in der Zukunft passiert. Klassische Krisenkonzepte arbeiten mit einem Bedrohungsszenario wie z.B. Erdbeben, Waldbrand oder Krieg. Der Resilienz-Ansatz will Ressourcen schaffen, damit wir für möglichst viele Szenarien anpassungsfähig sind.

Was interessiert Sie als Ethiker an Resilienz?

MK Ich untersuche aus sicherheitsethischer Perspektive, wie Resilienz ein brauchbares Konzept für unsere Gesellschaft sein kann. In der Politik gilt sie heute als Allheilmittel, manchmal mit der Aufforderung „werdet resilient“. Kritische Stimmen aus der sozialwissenschaftlichen und psychologischen Auseinandersetzung sagen, Resilienz kann nicht bloß Forderung sein, sondern muss aktiv gefördert werden.

Wie kann Resilienz aktiv gefördert werden?

MK Unter anderem durch eine gute Sozialpolitik. Armut beispielsweise ist ein klassischer Vulnerabilitätsfaktor. Wer arm ist, hat nicht die materiellen Ressourcen, sich auf Herausforderungen vorzubereiten.

Wichtig ist auch, bei politischen Entscheidungen die Gesellschaft als Netzwerk im Blick zu haben. Wird ein Bereich vulnerabel, hat dies Folgen für andere. Fällt beispielsweise die staatliche Kinderbetreuung aus, können Eltern weniger arbeiten, das betrifft wiederum Arbeitgeber und – je nach Beruf – die Gesellschaft als Ganzes. Das haben wir während Corona gesehen, erleben es aber gerade erneut aufgrund des Personalmangels in Kitas. Da nützt es nichts, Resilienz ausschließlich vom Einzelnen einzufordern.

Dr. Marco Krüger koordiniert den Forschungsschwerpunkt Sicherheitsethik am Internationalen Zentrum für Ethik in den Wissenschaften (IZEW) der Universität Tübingen und ist Mitglied der Enquete-Kommission „Krisenfeste Gesellschaft“ des Baden-Württembergischen Landtags.

Die Kommission diskutiert „Resilienz“ in den vier Handlungsfeldern Gesundheit, Staat und Verwaltung, gesellschaftlicher Zusammenhalt und Wirtschaft. Sie erarbeitet, wie wir auf Krisen vorbereitet sein können und was „wirksame Maßnahmen“ bedeuten. Auf Einladung sprechen Expertinnen und Experten zu einzelnen Themen, es gibt eine Bürger- und Jugendbeteiligung.

Dr. Marco Krüger coordinates the research focus on security ethics at the International Center for Ethics in the Sciences and Humanities (IZEW) of the University of Tübingen and is a member of the survey committee “Crisis-Resilient Society” of the Baden-Württemberg State Parliament.

The Commission discusses “resilience” in the four fields of action health, state and administration, social cohesion and economy. It works out how we can be prepared for crises and what “effective measures” mean. Experts are invited to speak on individual topics and there is also citizen and youth participation.



Wie meinen Sie das?

MK Nehmen Sie die Einkaufsliste des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe: Um bis zu 10 Tage durch eine Krise zu kommen, empfiehlt diese pro Person allein 20 Liter Wasser und mehrere Kilo Nahrungsmittel zu lagern. Nicht jeder kann sich das leisten oder hat dafür ausreichend Platz. Solche staatlichen Empfehlungen gehen an der Lebensrealität vieler vorbei. Hürden hoch zu legen dient nicht der gesellschaftlichen Resilienz.

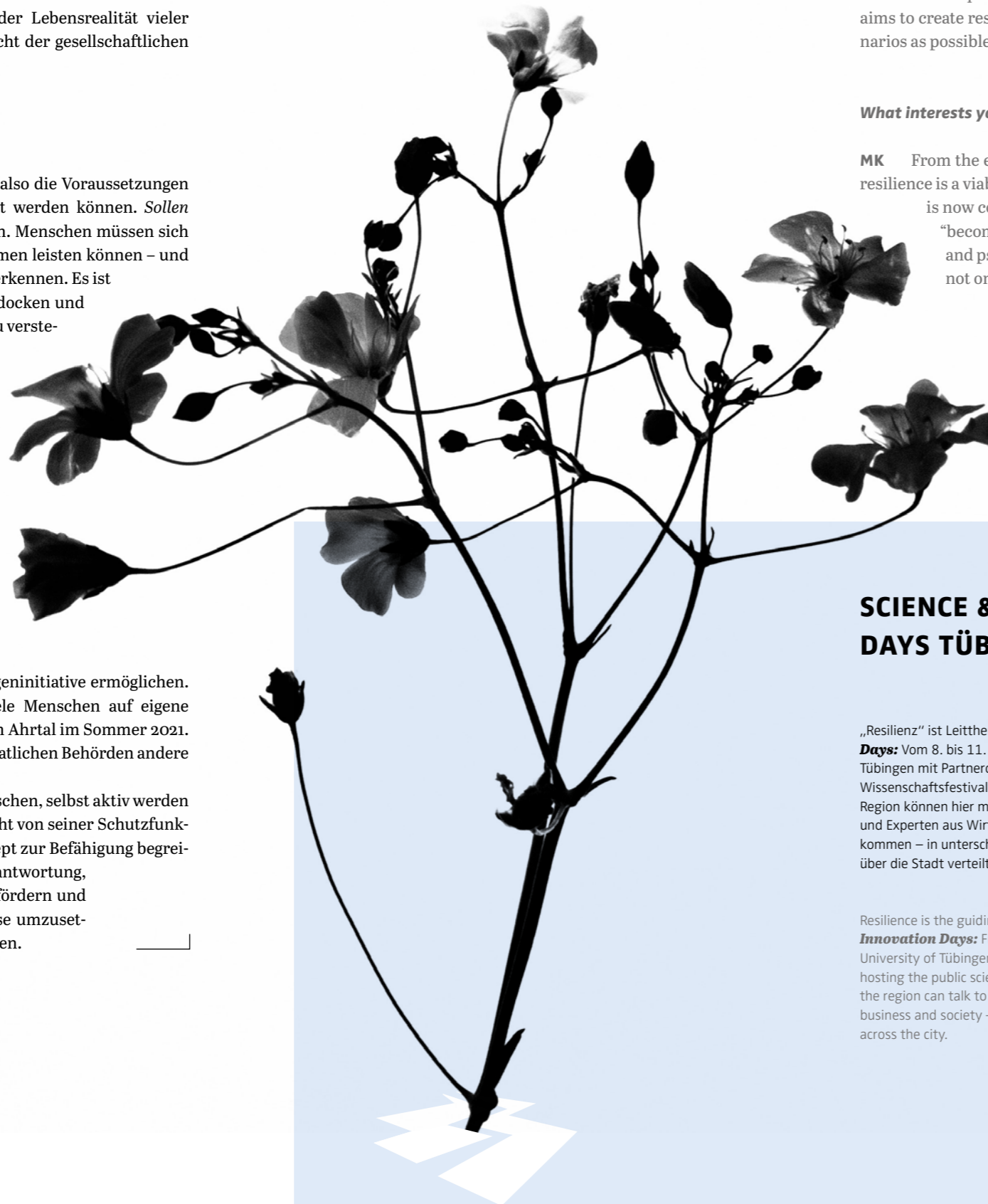
Was wäre stattdessen sinnvoll?

MK Die Gesellschaft mitzunehmen, also die Voraussetzungen zu schaffen, damit Menschen resilient werden können. *Sollen* muss hier mit *Können* unterlegt werden. Menschen müssen sich einerseits die Umsetzung von Maßnahmen leisten können – und diese andererseits für sich als sinnvoll erkennen. Es ist wichtig, am Alltag der Menschen anzudocken und sie als Experten ihres eigenen Lebens zu verstehen. Insofern müssen Resilienzpolitiken ideell vermittelt werden und materiell unterlegt sein, durch zur Verfügung stehende Ressourcen.

Letztlich kann sich jeder einbringen, Resilienz ist nicht nur Staatsaufgabe, richtig?

MK Auf jeden Fall, das tun ja viele Menschen. Das deutsche Katastrophenschutzsystem wird überwiegend von Ehrenamtlichen getragen. Staatliche Strukturen müssen auch Eigeninitiative ermöglichen. Gerade nach Katastrophen helfen viele Menschen auf eigene Faust, denken wir an die Bilder aus dem Ahrtal im Sommer 2021. Das ist großartig, erfordert aber von staatlichen Behörden andere Formen des Managements.

Optimalerweise befähigen wir Menschen, selbst aktiv werden zu können. Das entbindet den Staat nicht von seiner Schutzfunktion. Wenn wir Resilienz aber als Konzept zur Befähigung begreifen und nicht als Delegation von Verantwortung, kann dies gesellschaftliche Potenziale fördern und einbinden, statt nur Top-down-Prozesse umzusetzen. Das fände ich ein schönes Umdenken.



attempto!: Mr. Krüger, what does "resilience" mean?

Marco Krüger Basically, a kind of resistance or adaptability. The idea is that we don't know what will happen in the future. Classic crisis concepts work with a threat scenario such as earthquake, forest fire or war. The resilience approach aims to create resources so that we are adaptable to as many scenarios as possible.

What interests you as an ethicist about resilience?

MK From the ethical perspective of security, I investigate how resilience is a viable concept for our society. In politics, resilience is now considered a panacea, sometimes with the call to "become resilient". Critical voices from social science and psychological discourse say that resilience should not only be a demand, but must be actively promoted.

SCIENCE & INNOVATION DAYS TÜBINGEN

„Resilienz“ ist Leitthema der Tübinger **Science & Innovation Days**: Vom 8. bis 11. November 2023 lädt die Universität Tübingen mit Partnerorganisationen zu dem öffentlichen Wissenschaftsfestival ein. Menschen aus Tübingen und der Region können hier mit Forschenden wie auch mit Expertinnen und Experten aus Wirtschaft und Gesellschaft ins Gespräch kommen – in unterschiedlichen Veranstaltungsformaten und über die Stadt verteilt.

Resilience is the guiding theme of the Tübingen **Science & Innovation Days**: From November 8–11, 2023, the University of Tübingen and its partner organizations are hosting the public science festival. People from Tübingen and the region can talk to researchers as well as experts from business and society – in different event formats and spread across the city.

www.sidays.com

How can resilience be actively promoted?

MK Among other things, through good social policy. Poverty, for example, is a classic vulnerability factor. Those who are poor don't have the material resources to prepare for challenges.

It is also important to keep an eye on society as a network when making political decisions. If one area becomes vulnerable, this has consequences for others. If, for example, state childcare fails, parents can work less, which in turn affects employers and – depending on the profession – society as a whole. We saw this during the pandemic but are currently experiencing it again, given by the shortage of staff in daycare centers. There is no point in demanding resilience exclusively from the individual.

What do you mean?

MK Take the shopping list of the Federal Office for Civil Protection: To get through a crisis for up to 10 days, it recommends to stockpile 20 liters of water and several kilos of food per person alone. Not everyone can afford this or has enough space. Such state recommendations ignore the reality of life for many. Putting up hurdles does not serve societal resilience.

What would make sense instead?

MK To create the conditions for people to become resilient. *Recommendations* should be underpinned with *capabilities* here. People must be able to afford to implement measures on the one hand and recognize them as meaningful for themselves on the other. It's important to dock onto people's everyday lives and to understand them as experts in their own lives. In this respect, resilience policies must be communicated ideally and be underpinned materially by available resources.

In the end, everyone can contribute, resilience is not just a state task, right?

MK In any case, a lot of people do. The German civil protection system is mainly supported by volunteers. State structures must also enable initiative. Especially after disasters, many people help on their own, let's think of the pictures from the Ahr valley in summer 2021. This is great, but requires different forms of management from state authorities.

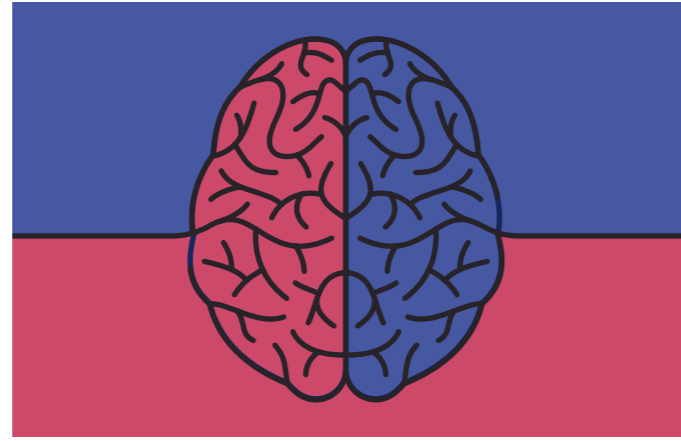
Ideally, we enable people to become active themselves. This does not relieve the state of its protective function. However, if we understand resilience as a concept of empowerment, and not as a delegation of responsibility, this can contribute to promoting and integrating societal potential, rather than just implementing top-down processes. I think that would be a nice rethink.

AUSBLICK – IN DER NÄCHSTEN AUSGABE

OUTLOOK – IN THE NEXT EDITION:



PHOTO: Andreas Kappler



GRAPHIC: filo, istockphoto

Rohstoffgewinnung durch Mikroben

Der spanische Fluss Rio Tinto verdankt seine rote Farbe speziellen Mikroorganismen, die Eisen und Schwermetalle aus dem Untergrund freisetzen. Menschen nutzten diese Mikroben über Jahrtausende, um Metalle wie Kupfer zu gewinnen. Geomikrobiologe Andreas Kappler erforscht diese Mechanismen und schlägt vor, sie auch zur Gewinnung wertvoller Metalle aus Müllschlacken einzusetzen.

Microbes Harvest Resources

The Spanish Rio Tinto River owes its red color to microorganisms releasing iron and heavy metals from the ground. Humans used these microbes over millennia to extract metals such as copper. Geomicrobiologist Andreas Kappler is researching such mechanisms and proposes to use them to reclaim valuable metals from waste slags.

Stress und Geschlecht

Frauen und Männer reagieren unterschiedlich auf Stress. Tübinger Neurowissenschaftlerinnen erforschen, inwiefern unser Gehirn und Hormone damit zu tun haben – und wie sich Unterschiede auch auf Erkrankungen, Symptome und Krankheitsverläufe auswirken könnten.

Stress and Gender

Women and men react differently to stress. Neuroscientists from Tübingen are investigating the extent to which our brains and hormones are involved – and how differences could also affect diseases, symptoms and the course of a disease.

IMPRESSUM | IMPRINT

attempto! ist das Magazin der Eberhard Karls Universität Tübingen

Herausgeber	Professorin Dr. Karla Pollmann	Auflage	7.500 Exemplare, gedruckt auf FSC-zertifiziertem Papier
Redaktion	Antje Karbe, Dr. Karl Guido Rijkhoek (verantwortlich)	Anzeigen	vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg
Übersetzung	Daniel McCosh	ISSN	1436-6096
Titelfoto	Berthold Steinhilber	Adresse	Eberhard Karls Universität Tübingen, Hochschulkommunikation Wilhelmstr. 5, 72074 Tübingen
Layoutkonzeption	In Medias Rees Werbeagentur		
Redesign & Satz	Daniela Leitner, Design trifft Wissenschaft		
Lektorat	Korrekturbüro Burger, www.korrekturburger.de		
Druck	W. Kohlhammer Druckerei GmbH + Co. KG		

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



srh

Leidenschaft fürs Leben.

SRH Kliniken Landkreis Sigmaringen

Wir machen Ärzte

Das können wir

- Allgemein- und Viszeralchirurgie
- Anästhesie, Intensivmedizin, Schmerzmedizin
- Gynäkologie und Geburtshilfe
- Medizinische Klinik
- Neurologie
- Psychiatrie und Psychotherapie
- Psychosomatische Medizin
- Diagnostische und interventionelle Radiologie
- Sportmedizin
- Unfallchirurgie, Orthopädie und Sporttraumatologie
- Urologie, Kinderurologie und Uroonkologie
- Schlaflabor
- Zertifizierte Zentren

Allgemeine Angebote

- Appartement neben der Klinik
- Betriebssport
- Einführungstag
- Fitness Center
- Mensa

Fachspezifische PJ-Angebote

- Echokurs
- Gipskurs
- Nahtkurs
- PJ-Unterricht, täglich
- Sonokurs
- Tapekurs
- Weiterbildung Alpine Notfallmedizin
- Weiterbildung Wassersport
- Fortbildung Selbstverteidigungskurs

Sie haben Fragen?



SRH Kliniken Landkreis Sigmaringen GmbH
Tel. 07571 100-0
www.kliniken-sigmaringen.de

IM TAUMEL DES ZORNIS

7 EPISODEN – 5 FIGUREN – 1 WAHRE BEGEBENHEIT

Der Einbruch in die Krankenhausapotheke läuft anders als erwartet. Ove, Enno und Holle sind nicht allein. Die ehemalige Apothekenleiterin und eine Angestellte haben sich ebenfalls Zugang verschafft. Als der Einbruch kurzerhand zur Geiselnahme wird, erwacht das Interesse der Öffentlichkeit. Schnell wird klar: Hier sind größere Machenschaften im Gange, denen niemand so leicht entkommt. Es beginnt ein Spiel mit der Zeit. Verhandlungen mit der Polizei verhärten sich. Ein geplantes Geständnis entfaltet ungeahnte Sprengkraft. Die Machtverhältnisse geraten ins Wanken.

Wer hat hier in Wahrheit wen zur Geisel?
Und wer setzt sich am Ende durch?

Alle Uraufführungen erzählen, beruhend auf einer wahren Begebenheit, zusammen eine Geschichte.

Alle Episoden werden die ganze Spielzeit gezeigt, der Einstieg ist jederzeit möglich.

EPISODE 1
Uraufführung
07. Oktober 2023

EPISODE 2
Uraufführung
18. November 2023

EPISODE 3
Uraufführung
06. Januar 2024

EPISODE 4
Uraufführung
17. Februar 2024

EPISODE 5
Uraufführung
23. März 2024

EPISODE 6
Uraufführung
04. Mai 2024

EPISODE 7
Uraufführung
08. Juni 2024

Ab Oktober im ITZ Einstieg jederzeit möglich!
7er-Episodenabo und 7er-Premierenabo verfügbar.

itz-tübingen.de



IM TÜBINGER
ZIMMERTHEATER