

Jule Rombey
Tischlerin

Was ich tue, macht mich
selbstbewusst.

Wir wissen, was wir tun.

 Handwerkskammer
Reutlingen

DAS HANDWERK
DIE WIRTSCHAFTSMACHT. VON NEBENAN.

WWW.HWK-REUTLINGEN.DE/AUSBILDUNG

HANDWERK.DE

ATTEMPTO!

Ausgabe Issue → 52 | 2020
Forschungsmagazin der
Universität Tübingen
University of Tübingen magazine

**Tödliche Gefahr:
Arsen im Reisfeld**
Dangerous:
Arsenic in Rice Fields

**Der Parkinson-
Erkrankung
davonlaufen?**
Outrunning
Parkinson's Disease?

**Ein Skelett außerhalb
des Körpers**
A Skeleton Outside
the Body

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN





PJ IM KLINIKVERBUND SÜDWEST - EINE GUTE IDEE?

DR. THOMAS ENZ ERLÄUTERT, WARUM EINE ENTSCHEIDUNG FÜR DEN KLINIKVERBUND SÜDWEST ALS AUSBILDER TATSÄCHLICH EINE GUTE IDEE IST.

Dr. Thomas Enz ist Ltd. Oberarzt der Klinik für Innere Medizin I Gastroenterologie/Onkologie an den Kliniken Nagold, die zum Klinikverbund Südwest gehören. Er ist Mitglied in der DGVS, der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen, der DGE-BV - Deutsche Gesellschaft für Endoskopie und Bildgebende Verfahren sowie der DEGUM - Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin. Darüber hinaus ist er Sonographie-Ausbilder der DEGUM (DEGUM Stufe II).

Herr Dr. Enz, was sollte man, wenn man eine PJ-Stelle sucht, bedenken?

Das PJ dient dazu, die Studenten auf den beruflichen Alltag vorzubereiten. Man sollte sich also eine PJ-Stelle suchen, wo man das lernt, was man in der Anfangszeit als Arzt benötigt. Dazu gehören vor allem praktische Fähigkeiten wie die klinische Untersuchung, Punktionstechniken, Erkennen und Behandeln von Notfallsituationen und zum Beispiel auch Ultraschalldiagnostik. Uns im Verbund ist es wichtig, all diese Fertigkeiten zu vermitteln. Wir legen beispielsweise Wert darauf, dass die Studenten in die Sonographie eingearbeitet werden und im Laufe der Ausbildung auch selbstständig unter Supervision eines erfahrenen Mentors Ultraschall-Untersuchungen durchführen können.

Und was sollte man über den Klinikverbund wissen?

Der Klinikverbund Südwest ist ein Verbund aus fünf Krankenhäusern. Zwei davon, die Kliniken Sindelfingen-Böblingen und die Kliniken Nagold sind akademische Lehrkrankenhäuser. Die Häuser haben unterschiedliche Schwerpunkte mit vielen zertifizierten Zentren. Wir alle arbeiten eng zusammen, um einen guten fachlichen Austausch und ein hohes Niveau in der Patientenversorgung zu ermöglichen.

Sie selbst arbeiten beispielsweise im zertifizierten Darmkrebszentrum auf absolut hohem Niveau, worauf achten Sie bei der Auswahl Ihrer PJ-Studenten?

Wir suchen Studenten, die bei uns im Alltag sofort mitarbeiten und die dadurch auch viel lernen. Wir freuen uns, wenn wir interessierte Studenten haben, die uns als Ausbilder herausfordern. Wir integrieren unsere Studenten ins Team, das schafft eine hohe Motivation – eine Grundvoraussetzung für erfolgreiches Lernen.

Wie können PJ-Stellen-Suchende schon vorab einmal Kontakt mit dem Verbund aufnehmen?

Am einfachsten ist es, sich im Internet über die jeweiligen Häuser zu informieren und dann per Mail die jeweiligen Kontaktpersonen anzuschreiben, am besten uns PJ-Beauftragte.

Mehr unter www.karriere-kvsw.de.

Ihre Vergünstigungen im PJ bei uns

- Das umfangreiche interne **Fortbildungsangebot** für Ärzte des Klinikverbundes steht auch unseren PJ-Studenten offen.
- Attraktive monatliche **Vergütung** von 400 Euro.
- Die Mahlzeiten in unseren Cafés und Kantinen werden bezuschusst. Zusätzlich erhalten Sie ein monatliches **Essensgeld** in Höhe von derzeit 82 Euro.
- Die **Dienstkleidung** wird für Sie kostenlos bereitgestellt und gewaschen.
- Die für das PJ vorgeschriebene **Haftpflichtversicherung** tragen selbstverständlich wir.
- **Parkplätze** an unseren akademischen Lehrkrankenhäusern stehen Ihnen kostenlos zur Verfügung.

Je nach Verfügbarkeit bieten wir Ihnen Unterkunftsmöglichkeiten in unseren **Personalwohnheimen**. Wenn Sie für die Dauer des PJ eine Unterkunft mieten, gewähren wir Ihnen hierfür einen monatlichen **Wohnzuschuss** in Höhe von 150,- Euro.



Klinikverbund
Südwest

Kliniken Sindelfingen
Arthur-Gruber-Str. 70
71065 Sindelfingen
Tel.: 07031 98-0
www.klinikverbund-suedwest.de



Photo: Friedhelm Albrecht

Liebe Leserin, lieber Leser,

// _____ 140 Millionen Menschen weltweit sind arsenbelastetem Trinkwasser ausgesetzt, das aus dem Untergrund stammt. Von dort gelangt es auch in Reisfelder und damit in die Nahrung – ein Effekt, der sich durch den Klimawandel verstärken könnte, wie Geowissenschaftler der Universität Tübingen zeigen. Sie erforschen deshalb die Ursachen sowie Wege zu einer besseren Wasserqualität in den betroffenen Ländern.

Weitere Projekte, die wir in dieser Ausgabe vorstellen, widmen sich der Gesundheit: Mediziner und Genetiker arbeiten daran, die Parkinson-Erkrankung besser zu verstehen: Inwiefern kann ausreichend Bewegung den Krankheitsprozess verlangsamen? Zudem testen Tübinger Arbeitsmediziner, ob sogenannte Exoskelette bei Arbeitsabläufen die Bandscheiben entlasten.

Manchmal führt eine neue Perspektive zu überraschenden Erkenntnissen. So werten Wirtschaftshistoriker gemeinsam mit Archäologen Daten von Skeletten europaweit aus. Knochen- und Zahnanalysen zeigten beispielsweise, dass Wikinger-Frauen ähnlich wohlgenährt und gesund waren wie ihre Männer – ein Hinweis auf gesellschaftliche Gleichstellung und möglicherweise auch Grundlage für den heutigen Wohlstand Skandinaviens. _____//

Mit diesen und weiteren Themen wünschen wir wieder viel Vergnügen!

Professor Dr. Peter Grathwohl

Prarektor für Forschung und Innovation

// Vice-President for Research and Innovation

Dear reader,

// _____ 140 million people worldwide are exposed to drinking water contaminated with arsenic from underground sources. From there, it also reaches rice fields and enters the food supply – an effect that could be intensified by climate change, as geoscientists at the University of Tübingen have shown. They are investigating the causes and ways of improving drinking water in the affected countries.

Other projects that we present in this issue are concerned with health: Physicians and geneticists are working to better understand Parkinson's disease: To what extent can sufficient exercise slow down or help to prevent the disease? Occupational physicians in Tübingen are testing whether exoskeletons relieve the intervertebral discs in the work environment.

Sometimes a new perspective leads to surprising insights. Economic historians, together with archaeologists, are examining data from skeletons across Europe. Bone and tooth analysis have shown that Viking women were as well nourished and healthy as their men – an indication of social equality and possibly also a basis for Scandinavia's current prosperity. _____//

We hope you enjoy reading about these and other topics!

Inhalt Contents

08

Tödliche Gefahr im Trinkwasser

Dangerous Drinking Water

→ Geowissenschaftler erforschen, warum Millionen Menschen arsenverseuchtem Trinkwasser ausgesetzt sind – und was sich dagegen tun lässt. // Geoscientists want to understand why millions of people are exposed to drinking water contaminated with arsenic – and what can be done about it.

Photo: Andreas Kappler



03 Editorial

04 Inhalt
Contents

→ FORSCHUNG RESEARCH

06 Kurzmeldungen
Research News in Brief

08 Tödliche Gefahr im Trinkwasser
14 Dangerous Drinking Water

18 Der Parkinson-Erkrankung davonlaufen?
22 Outrunning Parkinson's Disease?

26 Ein Skelett außerhalb des Körpers
30 A Skeleton Outside the Body

32 Staatsurkunden aus Metall
35 State Documents Struck in Metal

38 Wenn Knochen eine andere Geschichte erzählen
42 When Bones Tell a Different Story

→ DREI FRAGEN ZU ... THREE QUESTIONS ON ...

44 Populismus und Angst
45 Populism and Fear

46 Ausblick | Impressum
Outlook | Imprint

26

Ein Skelett außerhalb des Körpers

A Skeleton Outside the Body

→ Entlasten Exoskelette beim Heben oder bei Fließbandarbeiten? Arbeitsmediziner und Neurowissenschaftler haben nachgemessen. // Do exoskeletons provide relief during lifting or assembly line work? Occupational physicians and neuroscientists have taken measurements.

Photo: Christoph Jücker



18

Der Parkinson-Erkrankung davonlaufen?

Outrunning Parkinson's Disease?

→ Sport scheint das Risiko für die Nervenkrankheit Parkinson zu senken. Die Tübinger Genetik erforscht, welche Veränderungen Lifestyle- und Umwelteinflüsse im Gehirn bewirken. // Exercise seemingly reduces the risk of Parkinson's disease. Tübingen geneticists are investigating how lifestyle and environmental factors can affect the brain.

Photo: Berthold Steinhilber



38

Wenn Knochen eine andere Geschichte erzählen

When Bones Tell a Different Story

→ Wirtschaftshistoriker Jörg Baten analysiert Daten von Skeletten quer durch die Jahrhunderte – und gewinnt so neue Erkenntnisse zu Gesundheit und Wohlstand von Gesellschaften. // Economic historian Jörg Baten analyzes data from skeletons across centuries and thus gains new insights into the health and prosperity of societies.

Photo: istockphoto/tuulmaa

01

Fische orten Fressfeinde durch Licht

Fish Reflect on Their Enemies

→ Kleine Fische nutzen „aktive Lichtortung“, um potenzielle Räuber frühzeitig zu entdecken. So kann der vier Zentimeter große „Gelbe Spitzkopf-Schleimfisch“ (*Tripterygion delaisi*) Sonnenlicht durch Drehen und Kippen des Auges seitlich mit seiner Iris weiterleiten und so seine direkte Umgebung ausleuchten. Dies nutzt er für seinen Selbstschutz, wie der Biologe Nico Michiels nun erstmals nachweisen konnte: Trifft das umgelenkte Licht auf einen nahezu perfekt getarnten Drachenkopf, ein häufig vorkommender Raubfisch, wird es von dessen retroreflektierenden Augen zurückgeworfen – der Spitzkopf-Schleimfisch ist gewarnt und hält Abstand. Im Experiment hatte das Team Spitzkopf-Schleimfische durch schattierende Hütchen an der Umlenkung von Licht gehindert. Prompt kamen sie einem (hinter Glas) lauernernden Drachenkopf wesentlich näher als ihre Artgenossen ohne Hütchen. (Proceedings of the Royal Society B)

// Small fish use active sensing to detect potential predators. The Yellow Black-faced Triplefin (*Tripterygion delaisi*), which is four centimeters long, can reflect downwelling sunlight sideways with its iris, illuminating its immediate surroundings. A team headed by Professor Nico Michiels from the Institute of Evolution and Ecology at the University of Tübingen has now shown that the fish actively reflects light to protect itself. When the deflected sunlight hits the eyes of a scorpionfish, it is reflected back – and warns the triplefin to keep a safe distance. The Tübingen biologists attached tiny hats to the fish to prevent them from redirecting sunlight. Treated like this, triplefins approached a scorpionfish (waiting behind glass) closer than their hatless counterparts in the control group did. (Proceedings of the Royal Society B)



Hütchen hinderten die Fische daran, Sonnenlicht umzulenken – prompt hielten sie weniger Abstand zum Fressfeind. // Hats prevented the fish from redirecting sunlight and they kept less distance from their predator.

Photo: Nico Michiels



Das neu entdeckte Molekül verhindert Gewebeverhärtungen, beispielsweise an der Leber. // The newly discovered molecule prevents tissue hardening, for example on the liver.

Photo: Getty Images/iStockphoto

02

Neu entdeckte Moleküle verhindern Fibrosen

Newly Discovered Molecules Prevent Fibrosis

→ Molekularbiologen haben in einer deutschlandweiten Studie Moleküle identifiziert, die die Entstehung von Fibrosen verhindern: Die krankhaften Verhärtungen in Organen beeinträchtigen deren Funktion und treten unter anderem bei Patienten mit Leberzirrhose und Krebs auf. Dabei lagern sich in den Zellen des Organgewebes Proteine, vor allem Kollagene, ab, die zu einer Verhärtung des Gewebes und bis zum Organversagen führen. Bei Krebs geht der Bildung von Tumoren oft eine Fibrose am betroffenen Organ voraus, besonders bei Leberkarzinomen. Alfred Nordheim hatte mit zwei Doktorandinnen den Leberkrebs an Mäusen untersucht und dabei die microRNA-Moleküle entdeckt: Sie können die Bildung von Kollagenen und anderen Proteinen unterbinden und Fibrosen in der Leber verhindern. Im Verlauf einer Krebsbildung werden sie „ausgeschaltet“. Bei der Auswertung von Datenbanken stellte die Arbeitsgruppe fest, dass die Bildung dieser Moleküle auch bei Brust- und Lungenkrebs unterdrückt wird. Die Erkenntnisse könnten neue Behandlungsansätze bieten. (PNAS)

// German molecular biologists have identified molecules that prevent the development of fibrosis. Fibrosis, which involves pathological stiffening of organs, impairs organ function in patients suffering from cirrhosis of the liver or cancer. Proteins, especially collagens, are deposited in the cells of the organ tissue, which leads to stiffening of the tissue and to organ failure. In cancer, the formation of tumors is often preceded by fibrosis of the affected organ, especially in the case of liver carcinomas. Alfred Nordheim and two graduate students were studying liver cancer in mice, thereby discovering a group of microRNA molecules, which can prevent the formation of collagens and other proteins involved in formation of fibrosis of the liver. In the course of cancer formation, these microRNA molecules are deactivated. By evaluating existing databases, the team noted that the formation of these molecules is also suppressed in breast and lung cancer. The findings could offer new approaches to the treatment of cancer. (PNAS)

03

Nervenzellen für Blickbeobachtung entdeckt

Nerve Cells Discovered for Attentional Focus

→ Die Fähigkeit, die Blickrichtung anderer zu verfolgen und ein gemeinsames Ziel der Aufmerksamkeit zu entwickeln, ist eine wichtige Grundlage, um mit Mitmenschen zu interagieren. Bei Personen mit Autismus ist diese Leistung gestört. Die Neurowissenschaftler Hans-Peter Thier und Hamid Ramezani haben nun den dafür zuständigen Gehirn-Bereich identifiziert: Die Wissenschaftler arbeiteten sowohl mit Rhesusaffen als auch mit menschlichen Probanden und konnten dabei jeweils die entsprechenden Strukturen im Gehirn kartieren. Das sogenannte „Blickfolge-Areal“ hilft uns, den Aufmerksamkeitsfokus anderer zu entschlüsseln. Es befindet sich im hinteren Schläfenlappen, der damit eine Schlüsselrolle einnimmt, um soziale Interaktionen zu kontrollieren. Ein besseres Verständnis der Informationsverarbeitung in diesem Areal kann helfen, die Ursache der Blickfolgestörung bei Autismus zu verstehen. (PNAS)

// The ability to see what others see and develop a common attentional focus is an important basis for interacting with others. This ability is impaired in people with autism. Neuroscientists Hans-Peter Thier and Hamid Ramezani have now identified the area of the brain responsible: The scientists worked with both rhesus monkeys and human subjects and were able to map the corresponding structures in the brain. The so-called “gaze-following patch” helps us to decode the attentional focus of others. It is located in the posterior temporal lobe and has a key role in controlling social interactions. A better understanding of information processing in this area can help to shed light on the cause of impaired attentional focus in autism. (PNAS)



Welches Hirn-Areal hilft uns, die Blickrichtung anderer zu verfolgen?

// What area of the brain helps us to see what others see?

Photo: Getty Images/iStockphoto



Die neu entdeckten Verwandten heutiger Alligatoren lebten vor 39 Millionen Jahren. // The newly discovered relatives of today's alligators lived 39 million years ago.

Photo: Getty Images/iStockphoto

04

Ausgestorbene Krokodilverwandte lebten in Asien

Extinct Crocodile Species Lived in Asia

→ Tübinger Paläontologen haben in Vietnam Fossilien einer ausgestorbenen Krokodilart geborgen. „*Orientalosuchus naduongensis*“ lebte vor 39 bis 35 Millionen Jahren und gibt neuen Aufschluss über die damaligen Verwandtschaftsverhältnisse der Krokodile. Heutige Vertreter der Alligatoidea – beispielsweise Mississippi-Alligatoren und südamerikanische Kaimane – haben ihren Ursprung in der späten Kreidezeit (vor ca. 70 Millionen Jahren) und breiteten sich von Nordamerika nach Europa, Asien und Südamerika aus. Bei den 29 gefundenen Schädeln stellte das Team unter Leitung von Madelaine Böhme eine Kombination morphologischer Merkmale fest, die auf eine bisher unbekannte Art und eine neue Familie (*Orientalosuchina*) schließen lassen. „Mitglieder dieser Familie kamen bereits in der späten Kreidezeit nach Asien und breiteten sich dort aus“, sagt Tobias Massonne. Offensichtlich gelangten Mitglieder der Alligatoidea zu unterschiedlichen Zeiten nach Asien. „Die noch heute lebende Art „*Alligator sinensis*“ kam erst vor etwa 20 Millionen Jahren auf den asiatischen Kontinent.“ (PeerJ)

// Tübingen paleontologists have recovered fossils of an extinct crocodile species in Vietnam. “*Orientalosuchus naduongensis*” lived 39 to 35 million years ago and provides new information on crocodile species at that time. Members of the Alligatoidea today – Mississippi alligators and South American Caymans, for example – originated in the Late Cretaceous period (about 70 million years ago) and spread from North America to Europe, Asia and South America. Among the 29 skull fossils found, the team led by Madelaine Böhme found a combination of morphological features that suggest a previously unknown species and a new family (*Orientalosuchina*). “Members of this family came to Asia in the late Cretaceous period and spread there”, says Tobias Massonne. Apparently, members of the Alligatoidea came to Asia at different times. “The species *Alligator sinensis*, which is still alive today, only came to the Asian continent about 20 million years ago.” (PeerJ)

Tödliche Gefahr im Trinkwasser

Dangerous Drinking Water

TEXT
Theresa Authaler

Der Geomikrobiologe Andreas Kappler will verstehen, warum Millionen Menschen in Asien arsenverseuchtem Trinkwasser ausgesetzt sind. Dazu untersucht er Böden unter anderem in Vietnam – und tüftelt an Methoden, den Einsatz von Wasserfiltern sicherer zu machen.

// Geomicrobiologist Andreas Kappler wants to understand why millions of people in Asia are exposed to drinking water contaminated with arsenic. He is investigating soils in Vietnam and other countries and working on methods to make water filters safer.

”
**Man spricht von der
sogenannten weltgrößten
Massenvergiftung
der Menschheit.**

We are talking about the
world's largest mass poisoning
of humanity.

“

> deutsch

// _____ Andreas Kapplers Arbeit ist durch eine Zahl geprägt: Mindestens 140 Millionen Menschen weltweit sind laut der Weltgesundheitsorganisation täglich arsenverseuchtem Wasser ausgesetzt. „Man spricht von der sogenannten weltgrößten Massenvergiftung der Menschheit“, sagt Kappler.

Kappler ist Professor für Geomikrobiologie am Zentrum für Angewandte Geowissenschaften der Universität Tübingen. Bei seinen Exkursionen, unter anderem nach Bangladesch und Vietnam, hat er viele Menschen getroffen, denen die Auswirkungen des giftigen Arsens bereits zu schaffen machten. „Hautausschläge, Kreislaufbeschwerden, Bluthochdruck, Bauchschmerzen und Durchfall sind die klassischen Symptome“, sagt er. Nach mehreren Jahren verändert sich die Haut, es entstehen Läsionen oder Flecken. „Als Langzeitfolge kann das zu Hautkrebs und sogar zum Tod führen.“ Im Büro in Tübingen klickt Kappler sich auf dem Laptop durch Fotos seiner Exkursionen. Er verharrt eine Weile bei einem Bild, das den Fuß eines älteren Mannes in Bangladesch zeigt. Auf dem Fußrücken prangen dunkle Flecken, die an übergroße Leberflecke erinnern. „Mit hoher Wahrscheinlichkeit Hautkrebs in einem fortgeschrittenen Stadium.“

Das Halbmetall Arsen ist auf der ganzen Welt ein natürlicher Bestandteil des Bodens, auch bei uns in Europa. Normalerweise ist es an Minerale, zum Beispiel Eisenminerale, gebunden und dadurch ungefährlich. Werden diese Minerale aber aufgelöst, wird Arsen freigesetzt und kann ins Grundwasser gelangen. Kappler betreibt Grundlagenforschung und will verstehen, welche Prozesse dabei im Boden ablaufen und ob es Möglichkeiten gibt, hier einzugreifen. Darüber hinaus sind er und seine Mitarbeiter auch in der angewandten Forschung aktiv. Sie suchen nach Lösungen, die Menschen in den betroffenen Regionen etwa durch Wasserfilter davor zu schützen, hohe Mengen Arsen aufzunehmen.

**Methan nährt
die Bakterien**

Im Dorf Van Phuc südlich von Hanoi, auf das sich Kapplers Forschung derzeit konzentriert, herrscht eine besondere Situation. Van Phuc liegt nur etwa zehn Kilometer Luftlinie vom Roten Fluss entfernt. Doch in der Hauptstadt wird so viel Wasser entnommen, dass das Grundwasser entgegen der Flussströmung wieder zurück in Richtung Hanoi fließt. „Die Strömungsverhältnisse im Untergrund haben dafür gesorgt, dass der untere Teil des Dorfes nun arsenverschmutztes Wasser hat, der obere Teil noch nicht“, sagt Kappler. Eine ideale Ausgangslage für seine Grundlagenforschung. Denn bisher ist noch nicht bekannt, was dort zur Auflösung der Minerale und damit zur Freisetzung des Arsens führt. Welche Bakterien sind dafür verantwortlich? Und welche Stoffe dienen ihnen als Energiequelle?

Mit einem internationalen Forschungsprojekt ließ der Geowissenschaftler im Grenzgebiet zwischen dem arsenbelasteten und dem noch unbelasteten Teil des Dorfes an mehreren Stellen vierzig Meter tiefe Löcher bohren, um Bodenproben zu entnehmen. Dabei machte er eine erstaunliche Entdeckung. An einigen Stellen blubberte das Wasser aus dem Boden heraus – ein Hinweis auf ein Gas wie Methan. Dann sprühte es beim Bohren Funken, und plötzlich stand das Bohrloch in Flammen – Methan ist ein brennbares Gas. Kapplers Vermutung, dass Methan den Bakterien als Nahrung dient, verdichtete sich.

In Laborexperimenten konnte er schließlich zeigen: Gibt man zu einem arsenhaltigen Gestein Methan, wird Arsen freigesetzt. „Das ist sensationell“, sagt Kappler. „Das hatte davor noch keiner im Blick.“ Die neuen Erkenntnisse reicht er in Kürze zur Veröffentlichung ein. Seine Entdeckung könnte für die Bekämpfung der Arsenbelastung in Süd- und Südostasien wegweisend sein. Denn weiß man, welche Energiequelle die Bakterien haben, könnte man versuchen, ihnen diese zu nehmen. Die Bakterien könnten nicht mehr arbeiten, das Arsen würde im denkbar besten Fall nicht mehr freigesetzt. Solche Szenarien sind aber bisher reine Theorie.

- 01 Rund 140 Millionen Menschen weltweit sind arsenverseuchtem Wasser ausgesetzt. // Around 140 million people worldwide are exposed to water contaminated with arsenic.
- 02 Über Reisfelder gelangt das Arsen auch in die Nahrung. // Arsenic also reaches food via rice fields.
- 03 In vielen Depots kann die Qualität des Trinkwassers nicht garantiert werden. // In many depots, the quality of drinking water cannot be guaranteed.

Photos: Andreas Kappler



01



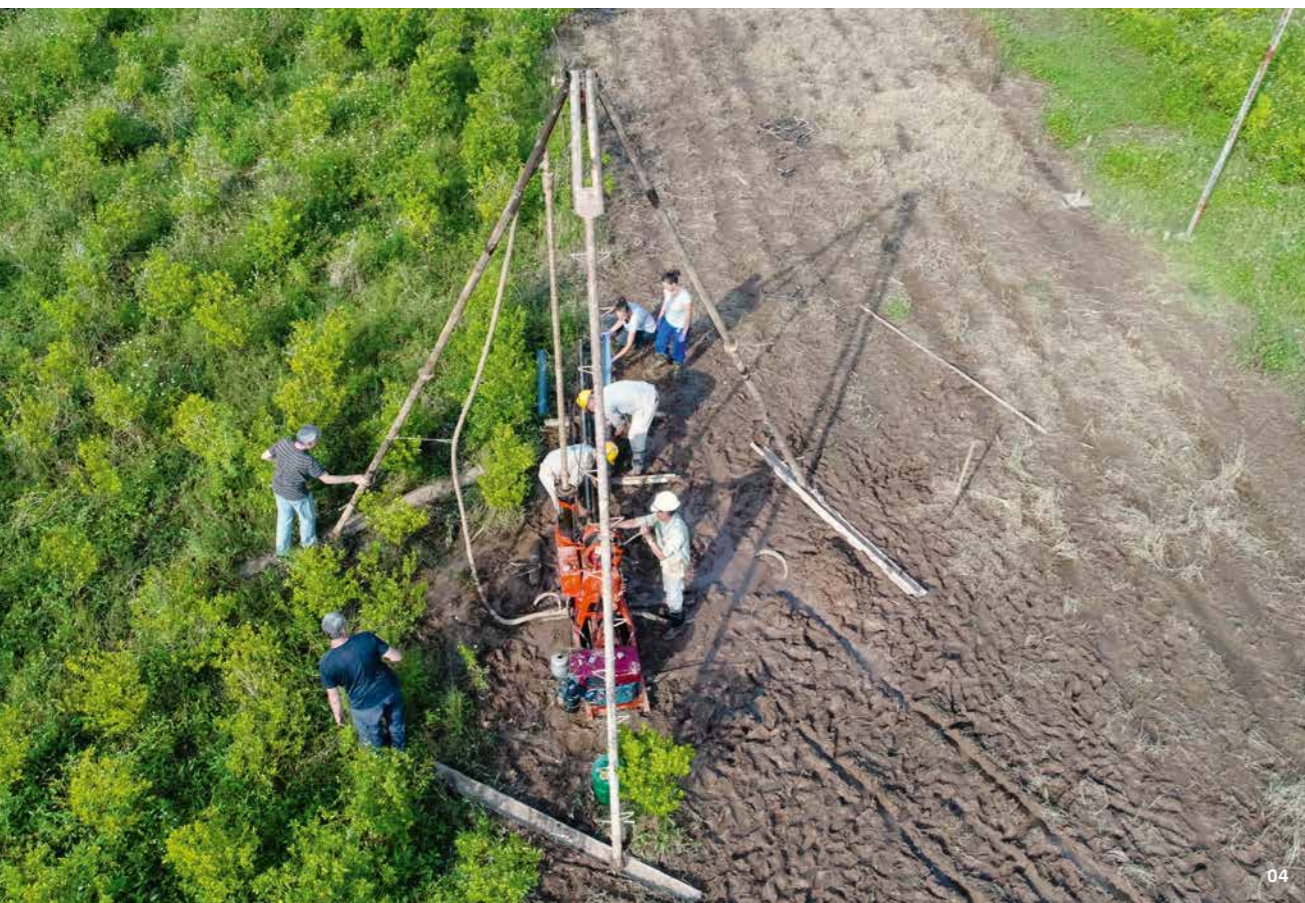
02



03

Filter aus Sand

Aussichtslos ist die Situation für die Menschen in den betroffenen Gebieten dennoch nicht. Es gibt bereits Methoden, das Arsen zumindest aus dem Trinkwasser zu entfernen. In Bangladesch reisten Kappler und sein Team unter anderem mit einem Arzt durchs Land, der gemeinsam mit seinem Bruder, der als Wissenschaftler in den USA lebt, einen gut funktionierenden Wasserfilter entwickelt hat. Viele der Menschen in dem armen Land können sich aber den mit Stückkosten von rund fünfzig Dollar leider teuren Filter nicht leisten und trinken weiter das kontaminierte Wasser. Im Delta des Roten Flusses in Vietnam wiederum haben die meisten Familien einen Filter in →



04

Durch Klimawandel verstärkt

Doch selbst wenn für das Trinkwasser durch Filter eine Lösung gefunden ist, bleibt ein Problem. In Ländern, in denen das Wasser arsenbelastet ist, werden auch die Reisfelder damit bewässert. So reichert sich Arsen im Boden immer stärker an. Der Klimawandel steigert diesen Effekt, denn bei erhöhten Temperaturen und höherem Kohlendioxidgehalt der Luft nehmen Reispflanzen das Arsen wiederum verstärkt auf, wie die Umweltwissenschaftlerin Eva Marie Muehe durch Studien belegen konnte. Muehe ist Postdoktorandin in Kapplers Geomikrobiologie-Gruppe. Gefördert durch das Marie-S.-Curie-Programm ging sie zuletzt an den Universitäten Stanford und Tübingen der Frage nach, wie sich die Reiserträge entwickeln werden, wenn man sowohl die klimatischen Veränderungen als auch die dadurch höhere Verfügbarkeit des Arsens im Boden betrachtet.

In Gewächshausstudien simulierten sie und ihr Team Bedingungen, wie sie nach aktuellem Stand der Forschung für das Jahr 2100 als wahrscheinlich gelten: eine Erhöhung der Temperatur um fünf Grad und eine Verdoppelung des Kohlendioxidgehalts in der Luft im Vergleich zu heute. Wie sich das, kombiniert mit der erhöhten Verfügbarkeit von Arsen, auf die Pflanze und ihren Ertrag auswirkt, untersuchten sie an einer kalifornischen Reissorte, gezogen auf einem kalifornischen Reisfeldboden. Das Ergebnis ist alarmierend: Der Ertrag sank um 42 Prozent, außerdem enthielten die geernteten Reiskörner mehr Arsen. Da Reis global gesehen das wichtigste Grundnahrungsmittel ist, sieht Muehe darin eine Gefahr für die Ernährungssicherheit großer Teile der Weltbevölkerung.

Die Wissenschaftlerin will erreichen, dass NGOs und Politiker sich mit dem Thema befassen. Im Mai wird sie eine Juniorprofessur an der Universität Tübingen antreten, finanziert durch die Helmholtz-Nachwuchsgruppe am Zentrum für Umweltforschung in Leipzig. Oft denkt sie an die Menschen, denen sie auf ihren Exkursionen in Asien begegnet ist, an die sichtbaren Arsen Schäden auf ihrer Haut. „Das prägt unglaublich“, sagt Muehe. Sie wird weiter an dem Thema forschen. „Es ist ein Karriereziel für mich, da eine Lösung zu finden.“

04 Aus bis zu vierzig Metern Tiefe wurden in Vietnam Bodenproben entnommen. // Soil samples were taken in Vietnam from depths of up to forty meters.

05 Der Bohrkern gibt Aufschluss über Zusammensetzung und Arsengehalt der Erdschichten. // The drill core provides information on the composition and arsenic content of the earth's layers.

06 Professor Andreas Kappler
Photos: Andreas Kappler



06



05

ihrem Haushalt, der das Arsen mithilfe von Sand aus dem Wasser nimmt. Hier hat Kappler Chancen gesehen, sich als Wissenschaftler mit einzuklinken.

Etliche der Filter aus Van Phuc hat er auf seinen Fotos festgehalten. Das Prinzip ist simpel: Zwei Betonkästen werden übereinandergestapelt, der obere mit Sand aus dem Roten Fluss befüllt. Das arsenbelastete Wasser wird dann durch den Sand geleitet und sauber im unteren Kasten aufgefangen. Hier kommt eine besondere Eigenschaft des Wassers in Vietnam ins Spiel: Es enthält nicht nur viel Arsen, sondern auch viel Eisen. „Das Eisen wird durch Sauerstoff oxidiert, fällt als Rost, also als Mineral, wieder aus und bindet dann das Arsen“, erklärt Kappler.

Damit die Filter verlässlich arbeiten, muss der Sand jedoch regelmäßig ausgetauscht werden. Dazu, wie oft das notwendig ist, gibt es bisher noch keine verbindlichen Standards. So entsteht das Risiko, dass der Sand zu selten ausgetauscht wird und doch wieder Arsen im Trinkwasser landet. Kappler und seine Mitarbeiter wollen deshalb einen visuellen Indikator ausfindig machen. In Van Phuc fanden sie mithilfe von Wasserproben heraus, dass der Filter immer dann gut funktioniert, wenn im Sand schwarze Schichten zu sehen sind, die Manganoxid enthalten. „Manganoxid bildet im Sandfilter nur dann dauerhaft die schwarze Schicht, wenn alles Eisen und Arsen im Filter gebunden und somit aus dem Wasser entfernt ist“, sagt Kappler. Die schwarze Farbe könnte also der gesuchte visuelle Indikator sein. Kapplers Doktorandin Anh Van Le überprüft das zurzeit mit Labor- und Feldexperimenten.

Eine unkomplizierte Lösung

Auch Kappler liegt daran, dass seine angewandte Forschung den Menschen in den betroffenen Ländern letztlich konkrete Lösungsansätze bietet. Mit Blick auf den visuellen Indikator für die Sandfilter in Vietnam könnte das klappen. Kürzlich schickte Doktorandin Van Le ihm per WhatsApp ein Foto aus dem Labor. Offenbar wollte sie nicht bis zum nächsten Treffen darauf warten, Kappler ihre neuesten Beobachtungen zu schildern. Auf dem Bild war eine ihrer mit Sand befüllten Glassäulen zu sehen, mit denen sie die Bedingungen der Sandfilter aus Van Phuc simuliert. „Die schwarzen Ringe werden sichtbar“, schrieb sie dazu. Kappler lacht, als er die Nachricht vorliest. Er lässt sich von der Begeisterung seiner Mitarbeiter gerne anstecken. „Mit den Laborexperimenten hat sie gezeigt, dass sich die schwarze Schicht in der Tat als visueller Indikator eignet“, sagt er. Jetzt untersucht Van Le, wie schnell sich der schwarze Ring wieder auflöst, wenn der Filter zu lange in Gebrauch ist.

Der Geowissenschaftler kann sich gut vorstellen, dass der visuelle Indikator im Delta des Roten Flusses Anwendung finden wird. So könnten zum Beispiel Plakate verteilt werden, die die wichtigsten Punkte zur Filterpflege erläutern, meint er. Ihm gefällt an der Idee vor allem, dass sie so unkompliziert ist. Die Menschen könnten den Filter selbst warten. Sie bräuchten dafür kein Fachwissen, kein zusätzliches Geld, keine Hilfsorganisation. „Wir könnten ihnen sagen: Ihr müsst eigentlich nur alle paar Monate mal mit der Schaufel ein bisschen reinbuddeln, schauen, ob ihr noch die schwarzen Schichten seht. Wenn ja, ist alles okay. Wenn nicht, dann tauscht bitte den Sand aus.“ _____ //



07 Ein Betonkasten mit Sand filtert das Arsen aus dem Wasser, das in den darunterliegenden Kasten läuft.
// A concrete box filled with sand filters the arsenic from the water that runs into the box underneath.

08 Doktorandin Anh Van Le: Wie können visuelle Indikatoren eingesetzt werden, um die Wirksamkeit der Filter zu überprüfen?
// Doctoral candidate Anh Van Le: How can visual indicators be used to check the effectiveness of the filters?

09 Das Forschungsteam nahm zahlreiche Wasserproben vor Ort.
// The research team took numerous water samples on site.

Photos: Andreas Kappler



> english

//_____ The importance of Andreas Kappler's research is reflected by a single statistic: According to the World Health Organization, at least 140 million people worldwide are exposed to water contaminated with arsenic on a daily basis.

Kappler is Professor of Geomicrobiology at the Center for Applied Geoscience at the University of Tübingen. On research trips to Bangladesh and Vietnam, he has met many people who are struggling with the poisonous effects of arsenic contamination. "Rashes, circulatory problems, high blood pressure, abdominal pain and diarrhea are the most common symptoms", he says. After several years of exposure, lesions and dark spots appear on the skin. In the long term, this can lead to skin cancer and even death.

Arsenic is a semimetal which occurs naturally in the soil all over the world, including in Europe. Normally, arsenic is bound to minerals, for example rusty orange iron oxide minerals, and is therefore harmless. However, if these minerals are dissolved, arsenic is released and can enter the groundwater. Kappler is working on basic research to understand arsenic contamination processes in the subsurface and find ways to intervene. His team is also actively seeking solutions to protect people in the affected regions from exposure to harmful amounts of arsenic, for example by using water filters.

Methane is an energy source for bacteria

The village of Van Phuc, south of Hanoi, is only about ten kilometers away from the Red River. But in the capital, so much water is being extracted that the groundwater flows back towards Hanoi. "The groundwater flow conditions have led to water contaminated with arsenic in the lower village, although this has not reached the upper village yet", says Kappler.

The conditions here are ideal for his research as scientists have not yet been able to pinpoint the processes which dissolve the minerals and release arsenic, or the bacteria involved and which substances they get energy from.

In an international research project, Kappler collected soil samples from boreholes drilled at depths up to forty meters in several places at the area bordering the contaminated and uncontaminated parts of the village. He made an intriguing discovery: In some places, the water bubbled out of the ground, indicating the presence of gases like methane. Sparks made while drilling ignited the gas and the borehole burst into flames. This strengthened his suspicion that methane serves as a source of energy for bacteria.

Finally, Kappler and his team were able to show in a laboratory experiment that arsenic is released if methane is added to rock containing arsenic. This discovery could be groundbreaking in tackling arsenic contamination of water in South Asia. If scientists know where bacteria get their energy from, they can search for ways to prevent this process, which would stop arsenic being released into the water.

Using sand to filter water

Methods already exist for removing arsenic from drinking water. Kappler traveled around Bangladesh with his team, including a doctor and a scientist from the USA, who has developed a functioning water filter. As many of the people in Bangladesh cannot afford the filter, which is expensive at a unit cost of fifty dollars, they continue to drink contaminated water. However, in the delta of the Red River, most families have a filter in their household that removes arsenic from the water using sand alone.

The principle is simple: Two concrete boxes are stacked on top of each other and the upper box is filled with sand from the Red River. The contaminated water is filtered through the sand and flows cleanly into the lower box. This only works thanks to a special feature in Vietnam: In contrast to Bangladesh, its water contains also a lot of iron. "The iron is oxidized and precipitates as rust, which is a mineral, and this binds the arsenic", explains Kappler.

For the filter to work reliably, the sand must be replaced regularly. However, there is not a common standard on how often this should be. This creates the risk that the sand will not be replaced frequently enough. Kappler and his team therefore want to find a visual indicator that the filter is working. In Van Phuc they analyzed water samples and found that black layers containing manganese oxides are visible in the sand when the filter is working. "Manganese oxide only forms the black layer permanently in the sand filter if all iron and arsenic is bound in the filter and thus removed from the water", says Kappler. The black coloration might just be the visual indicator Kappler and his team have been looking for. Kappler's doctoral candidate Anh Van Le is currently reviewing this finding with laboratory and field experiments. →





10

10 Gewächshausstudien simulierten das Zusammenwirken von Arsengehalt und Klimawandel. // Greenhouse studies simulated the interaction of arsenic content and climate change.

11 Juniorprofessorin / Assistant Professor Eva Maria Muehe
Photos: E.M. Muehe



11

Climate change aggravates arsenic contamination

Even if a solution was found for filtering drinking water reliably, there is yet another serious problem. In countries where the water is contaminated with arsenic, rice fields are also irrigated with the same water. This means that arsenic accumulates in the paddy soils over time. Besides the increase in total soil arsenic, climate change causes this arsenic to be more available to rice, thus, rice plants absorb arsenic to a greater extent when temperatures and carbon dioxide levels are elevated, as environmental scientist Eva Marie Muehe has been able to demonstrate in her research. Muehe is a postdoctoral candidate in Kappler's geomicrobiology group. Supported by an MCSA fellowship, she recently investigated how rice yields will develop in response to intensifying arsenic contamination in the soil through climate change, at Stanford University and the University of Tübingen.

In greenhouse studies, she and her team simulated conditions that, according to current research, are likely for the year 2100: an increase in temperature by five degrees and double carbon dioxide levels in the air compared to today. They investigated the effects that climate factors and intensified arsenic contamination would have on the plant and its yield based on a variety of Californian rice grown in Californian rice fields. The result is

alarming: The yield decreased by 42 percent, and the harvested rice grains also contained more arsenic. Since rice is the most important staple food globally, Muehe sees this as a threat to the food security of large parts of the world's population.

She calls for NGOs and politicians to address the issue as a matter of utmost urgency. In May, she will take up a junior professorship at the University of Tübingen, funded by the Helmholtz Young Investigator Group at the Center for Environmental Research in Leipzig.

Simple solutions

Kappler is also committed to ensuring that his research findings ultimately offer people in the affected countries feasible solutions. Identifying a visual indicator to sand filters in Vietnam has significant potential. Van Le recently sent him a photo via WhatsApp showing black layers in the sand filters she is simulating in the lab. Kappler also shared Van Le's enthusiasm: "Her experiments demonstrate that the black layer is indeed suitable as a visual indicator of a working filter", he smiles. Now Van Le is investigating how quickly the black layer dissolves again if the filter is in use for too long.

The geoscientist can well imagine that this indicator will be helpful to the people who live in the delta of the Red River. He also proposes that awareness posters could be distributed to explain the most important aspects of filter maintenance. He particularly likes the simplicity of the idea. People could maintain filters themselves without requiring scientific expertise, incurring additional expense or relying on developmental organizations. _____ //



KLINIKEN LANDKREIS
SRH SIGMARINGEN

SRH KLINIKEN



GESUNDHEIT STEHT IM MITTELPUNKT

ARBEITEN BEI DEN SRH KLINIKEN LANDKREIS SIGMARINGEN GMBH

Die SRH Kliniken Landkreis Sigmaringen GmbH ist einer der größten Arbeitgeber im Landkreis Sigmaringen und von Focus Money als Top Arbeitgeber ausgezeichnet.



Wir sind akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen und können somit im **Praktischen Jahr** ausbilden. Außerdem unterstützen wir **Medizin-Studenten**, zum Sammeln von Praxiserfahrung, durch das **Förderprogramm Klinikstudent**.

Am Standort Pfullendorf befindet sich ein Ausbildungsinstitut für die Gesundheits- und Krankenpflege, sie hat ein Gütesiegel von Focus Money erhalten und zählt zu den besten Ausbildungsbetrieben.

- Zudem bilden wir in folgenden Berufen aus (w/m/d):
- Medizinische Fachangestellte,
 - Medizinisch-Technische-Radiologie-Assistenz,
 - Medizinisch-Technische-Labor-Assistenz,
 - Operationstechnische Assistenz,
 - Anästhesietechnische Assistenz,
 - Kaufmann im Gesundheitswesen.

Bei Interesse zu Einem der aufgeführten Arbeitsbereiche melden Sie sich bei:
Hannah Leicht, Tel. +49 (0) 7571 100-2686
oder per Mail unter hannah.leicht@srh.de



BESUCHEN SIE UNS UNTER: WWW.SRH-KARRIERE.DE

Der Parkinson-Erkrankung davonlaufen?

Outrunning Parkinson's Disease?

TEXT
Judith Rauch

Regelmäßiger Sport scheint das Risiko für die Nervenkrankheit Parkinson zu senken. In der Tübinger Genetik wird erforscht, welche Veränderungen solche Lifestyle- und Umwelteinflüsse im Gehirn bewirken.

// Regular exercise seemingly reduces the risk of Parkinson's disease. Geneticists at the University of Tübingen are investigating how lifestyle and environmental factors can affect the brain.

> *deutsch*

// _____ Morbus Parkinson ist eine Krankheit, die den ganzen Menschen verändert: Sie beginnt nicht selten nur mit leichtem Zittern oder Schlafstörungen. Im weiteren Verlauf verliert die Mimik des Gesichts an Ausdruck und die Stimme wird leiser. Unsicherheiten beim Gehen kommen später oft hinzu. Auch die Psyche kann betroffen sein: Aus einer Antriebsschwäche kann eine regelrechte Depression werden, manchmal sogar eine Demenz.

Die Krankheit des Gehirns, die vor mehr als 200 Jahren zum ersten Mal beschrieben wurde, ist bisher nicht heilbar, wenn auch eine Vielzahl von Medikamenten die Symptome mildern können (siehe Kasten „Das Parkinson-Puzzle“). Auch ein Impfstoff, der sie zuverlässig verhindert, ist noch nicht gefunden. Wer das fortschreitende Leiden bei nahestehenden Menschen miterlebt, fragt sich vielleicht: Kann ich selbst etwas tun, um nicht eines Tages an Parkinson zu erkranken? Darauf haben Experten keine abschließende Antwort. Aber klar ist: Sport kann helfen, degenerative Prozesse auch bei Parkinson zu bremsen.

„Eine Studie in den USA mit 300.000 Menschen hat gezeigt, dass regelmäßige Bewegung das Erkrankungsrisiko um 38 Prozent senken kann“, sagt Kathrin Brockmann, die an der Neurologischen Universitätsklinik Tübingen die Parkinson-Ambulanz leitet. Die Studienteilnehmer waren zunächst →

als Studierende und dann noch einmal fünfzig Jahre später medizinisch untersucht und über ihre Lebensumstände befragt worden. Die Sportlichen hatten in dieser Zeitspanne deutlich seltener eine Parkinson-Erkrankung entwickelt als Menschen, die sich wenig bewegten. Brockmann zufolge kommt es dabei nicht darauf an, einen Marathon zu laufen oder gar einen Olympiasieg anzustreben. „Aber zwanzig bis dreißig Minuten täglich sollte man schon trainieren, und das nachhaltig. Und spätestens mit Mitte dreißig sollte man anfangen.“

Sport hält auch das Gehirn fit

„Sport ist auf verblüffende Weise auch gut für das Gehirn“, sagt auch Biologin Julia Schulze-Hentrich vom Institut für Medizinische Genetik und Angewandte Genomik, das von Professor Olaf Rieß geleitet wird. Das könne man nicht nur bei Menschen, sondern auch bei Tieren beobachten. Eine Vielzahl von Mäusestudien hat gezeigt: Regt man die Tiere zu physischer Aktivität an, zu sozialen Interaktionen und lässt sie in einer abwechslungsreichen Umgebung agieren (Forscher sprechen von einer „angereicherten Umwelt“), dann bilden sich auch beim erwachsenen Tier mehr neue Nervenzellen, die Veränderungsbereitschaft (Plastizität) seiner Nervenverbindungen (Synapsen) erhöht sich und der Abbau von Nervenzellen wird verlangsamt.

Doch auf welche Weise wirkt das aktivere Verhalten, wie wirken die Umweltreize auf die Hirnzellen ein? Wie verändert sich deren Biochemie, wenn sie anders beansprucht werden? Das ist noch immer ein großes Rätsel, und gerade die Parkinson-Krankheit gebe Anlass, hier nach Lösungen zu suchen, findet Schulze-Hentrich. „Bei Morbus Parkinson kommt offenbar beides zusammen: der Einfluss der Gene und der Einfluss der Umwelt. Mutationen an bestimmten Genen erklären nur etwa zehn bis zwanzig Prozent aller Krankheitsfälle. Der Rest erscheint als eine Mischung aus Veranlagung, Altern und Umweltfaktoren.“

Julia Schulze-Hentrich, 38, ist Spezialistin für das noch junge Fach der „Epigenetik“ – es bildet sozusagen die Brücke zwischen Genen und Umwelt. „Die Verpackung der Gene ist hochdynamisch“, das hat die Biologin bereits bei ihrer Doktorarbeit im kanadischen Vancouver beobachtet, wo sie epigenetische Veränderungen an Hefepilzen kartierte. Denn das ist das Prinzip: Während die Gene selbst von den Umweltbedingungen nicht tangiert werden, kann sich je nach Umwelteinfluss deren Verpackung ändern. Und das hat zur Folge, dass das entsprechende Gen häufiger abgelesen wird, seltener oder gar nicht mehr.

Lewy-Körperchen im Gehirn

Nach einigen Jahren Grundlagenforschung entwickelte die Wissenschaftlerin den Wunsch, „mehr krankheitsbezogen zu forschen“. Sie wandte sich von den Hefepilzen ab und den Mäusen zu. In ihrer Tübinger Arbeitsgruppe, der auch ihr Mann, Bioinformatiker Thomas Hentrich, angehört, wird mit genetisch veränderten Mäusen geforscht. Sie stehen Modell für menschliche Krankheiten. Modell für die Parkinson-Erkrankung ist eine Maus, der das menschliche SNCA-Gen eingepflanzt wurde. Es sorgt dafür, dass zu viel von dem Protein Alpha-Synuklein gebildet wird. Das Protein reichert sich im Gehirn an und bildet

dort Verklumpungen, die man nach dem Tod der Tiere als sogenannte Lewy-Körperchen in den Hirnschnitten sehen kann, wenn man sie unter das Mikroskop legt. Solche Lewy-Körperchen kommen auch im Gehirn von Parkinson-Kranken vor.

Die genetisch veränderten Mäuse in Schulze-Hentrichs Labor wurden kurz nach der Geburt in zwei Gruppen eingeteilt: Eine lebte fortan in einer sogenannten Standardumgebung, jeweils zu viert in einem Käfig, versorgt mit Essen, Trinken, Nistmaterial und zwölf Stunden

Das Parkinson-Puzzle

Parkinson ist eine degenerative Erkrankung des Gehirns, die vor allem ältere Menschen trifft. Nach Alzheimer ist sie die zweithäufigste ihrer Art. 400.000 Menschen sind allein in Deutschland betroffen.

Parkinson ist keine homogene Erkrankung, es gibt Subtypen und verwandte Syndrome, mit denen man sie leicht verwechseln kann. Das macht die Diagnose schwierig. Den meisten gemeinsam ist, dass sich das Protein Alpha-Synuklein in den Hirnzellen fehlfaltet und ablagert und so zur Fehlfunktion der Nervenzellen führt. Dies zeigt sich vor allem in den Zellen der sogenannten Schwarzen Substanz, die den Überträgerstoff Dopamin herstellen. Fehlt Dopamin, entwickeln sich die für Parkinson typischen Bewegungsstörungen.

Wenn diese auftreten, ist schon viel passiert. „Bei Diagnosestellung sind oft schon die Hälfte der Dopamin produzierenden Zellen abgestorben“, bedauert Genetikerin Julia Schulze-Hentrich. Neurologen wie die Tübinger Oberärztin Kathrin Brockmann und ihr Chef, Professor Thomas Gasser, arbeiten deswegen fieberhaft daran, Parkinson früher erkennen und individuell behandeln zu können. Sie sind dabei in große internationale klinische Studien eingebunden.

Tübinger Studie „TREND“

Eine Tübinger Längsschnittstudie soll Erkenntnisse bringen. TREND läuft seit 2009 und steht für „Tübinger Erhebung von Risikofaktoren zur Erkennung von Neurodegeneration“. Rekrutiert wurden 1.200 Personen über fünfzig Jahre, die mögliche Vorläufersymptome von Parkinson haben: Depressionen, Riechstörungen und eine Schlaf-Anomalie, die REM-Schlaf-Verhaltensstörung. Zehn Jahre später leiden 32 von ihnen tatsächlich an Parkinson. Brockmann rechnet mit weiteren Fällen. „Jetzt beginnt die heiße Phase“, sagt sie, denn der Vorlauf dauert erfahrungsgemäß zehn bis 15 Jahre.

Mit einem eben gestarteten Projekt untersucht Schulze-Hentrich epigenetisch, was die erkrankten von den nicht erkrankten Personen unterscheidet, um damit potenziell einen Baustein zur früheren Diagnose von Parkinson zu liefern. Gespannt sind die TREND-Forscher aber auch darauf, was sie über die Versuchspersonen herausfinden, deren Neuronen nicht degenerieren. „Was ist gesundes Altern?“ Das ist eine der Fragen, auf die sie sich Antworten erhoffen.

„
Es gibt [...] möglicherweise eine reelle Chance, zumindest im frühen Stadium einer Parkinson-Störung die Genaktivität zu kompensieren oder gar zu verhindern.“



Licht am Tag. Die andere Gruppe lebte in einer „angereicherten Umgebung“: Hier gab es Spielgeräte zum Verstecken und Klettern, auch Laufräder, um sich auszutoben. Alle drei Tage wurde der Käfig umgeräumt, Farben und Texturen der Einrichtungsgegenstände wechselten. Außerdem waren die Gruppen größer, bis zu acht Mäuse bildeten eine Wohngemeinschaft. Zur Kontrolle wurden zwei entsprechend große Gruppen von genetisch unveränderten, sogenannten Wildtyp-Mäusen in genau solchen Umgebungen aufgezogen.

Wie sich die unterschiedliche Lebensweise auf das Gehirn der Tiere ausgewirkt hatte, konnten die Wissenschaftler ein Jahr später im Hirngewebe sehen. Das Team aus Medizinern, Neurobiologen und Bioinformatikern analysierte dabei am NGS Competence Center Tübingen (NCCT) die Gene und ihre Produkte mit neuartigen, hochautomatisierten Technologien. Nachdem sie die Gen-Abschriften aus RNA und die gebildeten Proteine quantifiziert und verglichen hatten, konnten die Forscher sagen, welche Gene stärker und welche schwächer aktiv waren.

Dabei zeigten sich unter Standardbedingungen deutliche Unterschiede zwischen den genveränderten und den Wildtyp-Mäusen: 329 Gene wichen in ihrer Aktivität ab und deuteten damit auf beginnende krankheitsbedingte Veränderungen im Gehirn des Parkinson-Modells hin.

Umgebung kompensiert gestörte Genaktivität

Wie anders aber sah es bei den Mäusen aus der „angereicherten Umgebung“ aus! Obwohl die Hälfte von ihnen ebenfalls das fatale Parkinson-Gen trug, zeigten diese Mäuse an nur 14 Genen Aktivitätsveränderungen ihres Genoms. „Es sieht so aus, als ob die angereicherte Umgebung viele Störungen des SNCA-Gens verhindert hätte“, sagt Thomas Hentrich. Gemeinsam mit Zinah Wassouf ist er Erstautor der Studie, die in der Fachzeitschrift „Frontiers in Cellular Neuroscience“ erschien. Auch Studienleiterin Julia Schulze-Hentrich war verblüfft: „Dass die Auswirkung der Umwelt so stark sein würde, damit hatten wir nicht gerechnet.“



01



02

01 Dr. Julia Schulze-Hentrich

02 Dr. Thomas Hentrich

Photos: Verena Müller

Die Studie gab auch bereits erste Hinweise, an welchen Stellen die Umwelt angesetzt haben könnte, denn einige zentrale Gene, mit denen SNCA interagiert, sind wohlbekannt. Unter anderem wird durch sie die Funktion der Synapsen normalisiert, Entzündungen im Hirngewebe werden verhindert.

„Es gibt also möglicherweise eine reelle Chance, zumindest im frühen Stadium einer Parkinson-Störung die Genaktivität zu kompensieren oder gar zu verhindern“, sagt Thomas Hentrich. Sei es durch eine gesunde, aktive Lebensweise. Oder durch neuartige Medikamente, die ähnlich wie eine anregende Umgebung wirken. Große Pharma-Konzerne seien an den Ergebnissen der Epigenetik durchaus interessiert, berichten die Tübinger Forscher. _____//





03

”
 There might be an actual chance to compensate or even prevent SNCA-related dysregulation, at least in early stages of Parkinson's disease.
 “

> english

// _____ Parkinson's disease is a brain disorder that changes a person entirely: It typically starts with a slight tremor or sleep disorder. Later, patients lose facial expression, their voice become quieter, and they increasingly suffer from impaired mobility. The disease can also cause neuropsychological symptoms including depression and dementia.

Unfortunately, although a variety of drugs can alleviate symptoms (see box “The Parkinson's Puzzle”), Parkinson's disease, which was first described more than 200 years ago, is not curable yet. Neither has a vaccine that reliably prevents the disease been discovered. People who experience the progressive suffering of loved ones may wonder if there is anything they can do to avoid developing Parkinson's disease in the future. Experts have not been able to provide a definitive answer so far. But evidence is accumulating that sports and an overall active lifestyle seemingly reduces the risk of neurodegenerative diseases such as Parkinson's.

“A study of 300,000 people in the USA has shown that regular exercise can reduce the risk of developing Parkinson's disease by up to 38 percent”, says Kathrin Brockmann, head of the Parkinson's clinic at the Department of Neurology (Neurodegenerative Disorders) at University Hospital Tübingen. According to Brockmann, an active lifestyle does not mean running a marathon or aiming for an Olympic medal. “But people should exercise continuously for about twenty to thirty minutes each day, and start by their mid-thirties at the latest.”

The Parkinson's Puzzle

Parkinson's is a degenerative disease of the brain that affects the elderly in particular. After Alzheimer's, it is the second most common neurodegenerative disease, affecting 400,000 people in Germany alone.

Parkinson's disease is not homogeneous, there are subtypes and related syndromes which share clinical characteristics, rendering a definite diagnosis difficult. Most types have in common that alpha-synuclein proteins misfold and aggregate in brain cells which ultimately leads to malfunction and death of these cells. Cells of the so-called “black substance” which produces dopamine are particularly vulnerable to these degenerative processes. When dopamine production is reduced, the typical motor symptoms of Parkinson's disease start developing.

Once these clinical signs surface, however, the disease has already progressed dramatically. “When Parkinson's is diagnosed based on motor symptoms, half of the dopamine-producing cell populations may be lost already”, explains geneticist Julia Schulze-Hentrich. Hence, neurologists like Kathrin Brockmann and Professor Thomas Gasser at the Hertie Institute for Clinical Brain Research in Tübingen are working with research consortia and tailored patient cohorts to arrive at an earlier diagnosis for Parkinson's disease.

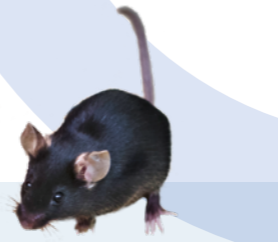
Study in Tübingen: “TREND”

One of these cohorts is TREND (Tübingen evaluation of risk factors for the detection of neurodegeneration) that was set up in 2009 to provide insight into the early (prodromal) phase of neurodegenerative diseases. 1,200 people aged fifty and older were recruited based on prodromal symptoms of Parkinson's including depression, olfactory disorders, and REM sleep behavior disorder. Ten years later, 32 of them now suffer from Parkinson's disease. Brockmann expects this number to increase. “We are now entering the critical phase”, she says. Experience shows that with increasing time, conversions to Parkinson's disease increase, too.

Schulze-Hentrich is currently launching a new study in TREND to investigate whether there are epigenetic differences between converters to Parkinson's and healthy individuals. With these efforts, she seeks to provide a building block for a much-needed earlier diagnosis of this devastating disease. In parallel, TREND researchers are also keen to derive insight from this research into what healthy aging is and what we can do to maintain brain health in our demographically shifting societies.

Sports also keep the brain healthy

“Intriguingly, physical activity also keeps the brain healthy”, says biologist Julia Schulze-Hentrich from the Institute of Medical Genetics and Applied Genomics, headed by Professor Olaf Rieß. That applies to animals as well as to humans. Numerous mouse studies show that providing an enriched environment that stimulates physical activity and social interactions among animals leads to increased neurogenesis in the adult brain, greater plasticity of the synapses, and slowing of degenerative processes.



04

But how exactly do physical activity and the environment affect brain cells? How does their biochemistry change and what does it tell us about brain health and diseases? Schulze-Hentrich considers researching into questions like these to be pivotal for advancing our understanding of Parkinson's disease.

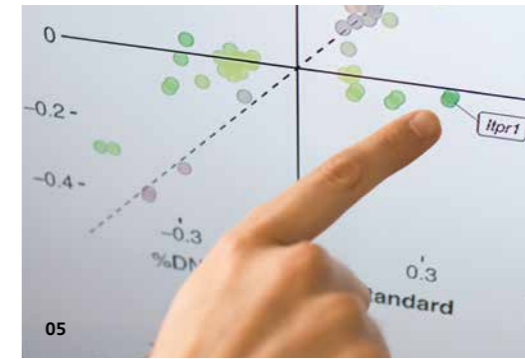
Lewy bodies in the brain

After training as a geneticist in Vancouver and basic research in yeast, Schulze-Hentrich shifted focus to more disease-related work upon returning to Germany. In her lab in Tübingen, she joins forces with her husband and bioinformatician Thomas Hentrich to study Parkinson's and related neurodegenerative disorders using genetically modified animal models. For her work on Parkinson's, she uses a mouse model that overexpresses the human SNCA gene. This gene encodes alpha-synuclein protein, which accumulates in the mouse brain and may form clumps known as Lewy bodies. These structures can also be found in post mortem brain sections of patients and are the diagnostic hallmark for the disease.

To mimic the impact of an active lifestyle in the context of SNCA overexpression, the transgenic mice in Schulze-Hentrich's lab were divided into two groups shortly after birth: One group was housed in a standard environment with four mice per cage. They were supplied with food, water, bedding and twelve hours of daylight. The other group lived in the enriched environment with running wheels and an array of toys for hiding and climbing. These toys were rearranged and replaced every three days to ensure new stimuli. In addition, groups in the enriched environment were larger with up to eight mice per cage to facilitate social interactions. As controls, analogous groups of wildtype mice were also raised in enriched and standard environments.

A year later, the scientists were able to see how the different environments had affected the brains of the animals. The team of physicians, neurobiologists, and bioinformaticians analyzed the genes and their products at the NGS Competence Center Tübingen (NCCT) using cutting-edge sequencing technologies. After quantifying and comparing gene expression and proteins, the researchers identified perturbations of gene activity across the genome in the experimental groups.

Under standard conditions, transgenic mice showed dysregulated activity in 329 genes, indicating unfolding of early pathogenesis in the Parkinson's model.



05

- 03 In Laborexperimenten gehen die Wissenschaftler den Veränderungen an potenziellen Schlüsselgenen nach. // Identified candidate genes are thoroughly examined in further experiments.
- 04 Gehirnprouben des Parkinson-Tiermodells werden in flüssigem Stickstoff für die genomweite Sequenzierungen aufbewahrt. // Brain tissue gets stored in liquid nitrogen for genome-wide sequencing.
- 05 Bioinformatische Analysen zeigen molekulare Veränderungen und deren Beeinflussung durch die Umwelt. // Bioinformatic analyzes identify molecular perturbations and their environmental modulation.

Photos: Verena Müller

Environmental enrichment largely prevented perturbances in gene activity

The genome-wide screen in transgenic mice that were housed in the enriched environment, however, revealed strikingly different results: While these mice too carried the fatal Parkinson's gene, a mere 14 genes had altered activity suggesting a near normal state of the system. “It is highly intriguing to see so few perturbations despite the same overexpression of SNCA and alpha-synuclein load”, says Thomas Hentrich. Zinah Wassouf and Thomas Hentrich are co-authors of the study, which was published in “Frontiers in Cellular Neuroscience”.

The study also gave first insight into how beneficial effects were induced from the environment into the genomic regulatory program as interacting genes of SNCA were identified. These interaction partners are known for normalizing synaptic function and preventing inflammatory processes.

“There might be an actual chance to compensate or even prevent SNCA-related dysregulation, at least in early stages of Parkinson's disease”, says Thomas Hentrich. “Be it through beneficial lifestyle changes that promote activity and social interactions or through novel drugs that mimic protective effects of the environment.” Pharmaceutical companies are already interested in the results of the studies in Tübingen. _____ //





ELEKTRO KÜRNER
DIENSTLEISTUNGSZENTRUM GMBH

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

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

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



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

Ingrid Hornberger-Hiller
Rechtsanwältin

Tätigkeitsschwerpunkte:
Vertragsrecht
Familienrecht
Markenrecht

Stöcklestraße 20
72070 Tübingen

Telefon 07071 44515
Telefax 07071 410808

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



Wir suchen:

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

1. die Qualitätskontrolle
2. das Qualitätsmanagement

QUALIFIKATION:

Student/in des Studiengangs
Verfahrenstechnik, Biotechnologie
oder ähnlicher Studiengang



www.klocke.com

Klocke Pharma-Service GmbH, Personalabteilung, Straßburger Str. 7, 77767 Appenweier
susanne.bruder@klocke-pharma.de



Aufsteigen und durchstarten in Deine Zukunft!

Wir sind ein international führender Hersteller von hochwertigen Spezialprodukten der Medizintechnik und beschäftigen weltweit 8.000 Mitarbeiter in über 40 Ländern. Wir bieten kontinuierlich spannende Themen für Praktika und Abschlussarbeiten in verschiedenen kaufmännischen und technischen Bereichen an.

Schau doch rein unter www.karlstorz.com

STORZ
KARL STORZ – ENDOSKOPE

75
Years

RWT

Wirtschaftsprüfer · Steuerberater
Rechtsanwälte · Unternehmensberater
Personalberater · IT Consultants



Stolz darauf, ein RWT'ler zu sein.

„Es ist nicht egal, wo ich meine Karriere starte. Gerade im People Business zählen Perspektive und Werte, für die ein Unternehmen steht. Für mich zählen menschlicher Umgang, Verlässlichkeit und ein dynamisches Umfeld. Es zählt ... meine Zukunft.“

RWT · Reutlingen, Stuttgart, Albstadt · www.rwt-karriere.de

Sicherheit ist Spezialwissen

weitergeben und von
der Erfahrung anderer
profitieren.

Prof. Dr. med.
Christian Arnold
Chefarzt
Klinik für Gastroenterologie,
Onkologie, Endokrinologie
und Diabetologie
Friedrichshafen

PD Dr. med.
Thorsten Lehmann
Chefarzt
Klinik für Allgemein- und
Visceralchirurgie
Friedrichshafen

Friedrichshafen, Weingarten, Tettang:
12 spezialisierte Kompetenzzentren
für mehr medizinische Exzellenz.
www.medicin-campus-bodensee.de

**MEDIZIN
CAMPUS
BODENSEE**

Ein Skelett außerhalb des Körpers

A Skeleton Outside the Body

TEXT
Stephan Köhnlein

PHOTOS
Christoph Jäckle

Exoskelette unterstützen Menschen dank mechanischer Energie und entlasten die Wirbelsäule. Aber lohnt es, Maler oder Bauarbeiter standardmäßig damit auszustatten? Tübinger Arbeitsmediziner und Neurowissenschaftler erheben dazu empirische Daten.

// Exoskeletons support the body with mechanical energy and relieve the strain on the spine. But is it worthwhile equipping laborers such as painters or construction workers with exoskeletons? Occupational physicians and neuroscientists at the University of Tübingen are collecting empirical data to find out.

”
Exoskelette können Menschen mit Bewegungseinschränkungen mobilisieren.

Exoskeletons can assist individuals with restricted mobility.

“

> deutsch

// _____ Am Ende rettet ein Exoskelett Ellen Ripley alias Sigourney Weaver das Leben: Mit dem „Power Loader“ befördert sie die Alien-Königin nach einem erbitterten Kampf ins All. Es ist das furiose Finale des Science-Fiction-Klassikers „Aliens – Die Rückkehr“ aus dem Jahr 1986.

Wenn Benjamin Steinhilber solche Filme sieht, muss er schmunzeln. „Da sind viele Probleme gelöst, die man in der Realität noch lange nicht gelöst hat“, sagt der Wissenschaftler. Am Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung der Universität Tübingen hat er mit seinem Team untersucht, wie sich eine äußere Stützstruktur auf den Risikofaktor Rückenbelastung auswirkt.

Ähnlich wie der „Power Loader“ aus dem Alien-Film soll das Laevo-Exoskelett beim Beugen und Heben schwerer Lasten unterstützen.

Im Labor gestest

Die Studie „ADVANCE – Arbeitsphysiologisch-biomechanische Analyse eines passiven Exoskeletts zur Unterstützung von beruflichen Hebe- und Beugevorgängen“ wurde unter Leitung von Benjamin Steinhilber am Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung durchgeführt.

Beteiligt waren Daniel Häufle am Hertie-Institut für Klinische Hirnforschung in Tübingen und Syn Schmitt am Institut für Modellierung und Simulation biomechanischer Systeme in Stuttgart. Beide arbeiten gemeinsam in einer Forschungsallianz, die neurowissenschaftliche Expertise der Universität Tübingen mit der Expertise in Computer-Simulation am Exzellenzcluster SimTech der Universität Stuttgart verbindet.

Die von Benjamin Steinhilber initiierte, eineinhalb Jahre dauernde Studie wurde mit rund 120.000 Euro von acht Industrieunternehmen finanziert: Daimler AG, AUDI AG, BMW AG, MTU Aero Engines AG, Iturri Gruppe, Deutsche Post AG, BASF, Dachser Intelligent Logistics. Die Industriepartner hatten keinen Einfluss auf Durchführung, Datenanalyse und Ergebnisinterpretation.

Anders als im Film handelt es sich jedoch nicht um ein aktives Exoskelett mit Motor, sondern um ein passives Modell. Solche Exoskelette besitzen Federelemente. „Wenn ich mich in eine Richtung bewege, nimmt das Federelement Kraft auf und gibt sie mir wieder zurück“, erklärt Steinhilber.

Noch steckt die Exoskelett-Forschung in den Kinderschuhen. „Das ging ab der Jahrtausendwende langsam los“, sagt Steinhilber. „Blickt man auf die Zahl der Publikationen, hat die Forschung ab etwa 2014 deutlich an Fahrt aufgenommen – vor allem was den Einsatz bei beruflichen Tätigkeiten angeht.“

Exoskelette für Reha und Industrie

Unter anderem wurde im Bereich Rehabilitation geforscht: Exoskelette können Menschen mit Bewegungseinschränkungen mobilisieren. Eindrucksvoll war hier der Fall der Britin Claire Lomas: 2012 absolvierte die querschnittsgelähmte Frau mithilfe eines Exoskeletts den London Marathon innerhalb von 17 Tagen. Auch die Industrie sieht zunehmend Potenzial bei Fragen der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen und -abläufen, wie Steinhilber sagt. Exoskelette könnten eine sinnvolle Maßnahme zur Prävention gegen Beschwerden und Erkrankungen sein. Einen wissenschaftlichen Beleg dafür gebe es aber noch nicht.

Das Tübinger Forschungsprojekt kam mit acht Partnern aus der Industrie zustande. Alle hatten Exoskelett-Tests unternommen und wollten nun eine wissenschaftliche Untersuchung. „Wir haben überprüft, was das Exoskelett mit Blick auf bestimmte biomechanisch-arbeitsphysiologische Parameter bringt“, erklärt Steinhilber.

Dafür absolvierten Probanden im Labor einen Parcours mit und ohne Exoskelett. Unter anderem ließen die Wissenschaftler sie eine statische, nach vorn gebeugte Arbeitshaltung einnehmen und dynamische Hebe- und Beugeaufgaben durchführen, wie zum Beispiel das Anheben einer Kiste. Dabei analysierten sie die Körperhaltung und erfassten die muskuläre Beanspruchung im unteren Rücken und in den Beinen durch Oberflächen-Elektromyographie:



Dabei werden Aktionspotenziale, die durch Muskelaktivität entstehen, an der Hautoberfläche über Elektroden gemessen. Auch subjektive Eindrücke wurden einbezogen: Wie ließ es sich mit Exoskelett arbeiten? War es bequem? Fühlten die Probanden sich entlastet?

Zudem überprüfte das Team folgende Fragen: Was macht das Exoskelett mit der Muskulatur? Entlastet es an bestimmten Stellen? Führt es an anderer Stelle zu Mehrbelastungen? Braucht man mit dem Exoskelett für bestimmte Tätigkeiten gar länger?

Die Ergebnisse scheinen auf den ersten Blick ernüchternd: „Wir können nicht nachweisen, dass bei ständiger Nutzung Rückenbeschwerden oder gar Bandscheibenvorfälle verhindert werden“, sagt Steinhilber. Viel hänge davon ab, bei welcher Tätigkeit man es einsetze. „Wenn ich in einer vorgebeugten Haltung arbeite, macht es kaum Unterschied, ob mit oder ohne Exoskelett.“ Bei dynamischen Arbeiten, zum Beispiel beim Heben und Tragen von Kisten, braucht man der Studie zufolge mit Exoskelett bis zu zehn Prozent mehr Zeit. Für die Industrie mit stark getakteten Abläufen könne das eine Rolle spielen, sagt Steinhilber. Zudem fühlten sich die Probanden mit Exoskelett weniger beweglich. Steinhilber und sein Team sahen sich auch die Muskelaktivitäten an. „In der Rückenmuskulatur kam es kaum zu Änderungen, sodass hier nicht von einer klaren Entlastung gesprochen werden kann. Das legen unsere Messungen nahe.“



Computersimulation statt Sensoren

Etwas anders war es bei der Bandscheibe. Hier kam Daniel Häufle mit seinem Team ins Spiel. „Wie die Kräfte in der Bandscheibe wirken, kann man nicht so gut experimentell messen“, sagt der Wissenschaftler vom Hertie-Institut für Klinische Hirnforschung in Tübingen. Dazu hätte man den Probanden Drucksensoren in die Bandscheibe einbauen müssen, die Kräfte messen, wenn sie sich nach vorne beugen. Für so sensible Eingriffe seien Probanden verständlicherweise nicht zu gewinnen.

Deswegen entwickelten Häufle und sein Kooperationspartner Syn Schmitt von der Universität Stuttgart die Computersimulation einer Beugebewegung. Sie verwendeten ein mathematisches Modell der Wirbelsäule aus Schmitts Gruppe, das Wirbelkörper, Bandscheiben, Bänder und Muskulatur umfasste. „Diese Simulationen erlauben es uns, vorherzusagen, wie hoch die Kräfte in den Bandscheiben und Bändern sein würden“, erklärt er.

Unter methodischen Aspekten habe man viel darüber gelernt, wie komplex die Wirbelsäule sei und dass es hohen Aufwand erfordere, sie richtig zu modellieren. Eine inhaltliche Erkenntnis war, dass das Exoskelett durchaus zu einer Entlastung führen kann.

„Bei der gleichen Bewegung mit und ohne Exoskelett sagt unser Modell vorher, dass die Kräfte in den Bandscheiben, in den Bändern und auch in den Muskeln um die Lumbalwirbelsäule reduziert werden“, sagt Häufle. „Das getestete Exoskelett entlastet somit Bandscheiben, wenn man schön symmetrische Beugebewegungen nach vorne macht.“ Auch mögliche Verschiebungskräfte in den Bandscheiben habe man in der Simulation nicht festgestellt.

Steinhilber bremst jedoch: „Wir sind nicht so weit zu sagen: Beschäftigte bekommen auf Dauer weniger Beschwerden. Die langfristige Bedeutung können wir so noch nicht abschätzen.“ Es gebe Potenziale, aber auch Gefahren.

So könnten anderswo im Körper neue Belastungen auftreten. Hinzu kämen praktische Fragen: Was passiert, wenn ein Feuer ausbricht? Behindert das Exoskelett bei der Flucht, weil es den Träger verlangsamt oder er möglicherweise damit irgendwo →

01 Ein Exoskelett wird angelegt.
 // Putting on an exoskeleton.

02 Die Probanden absolvierten im Labor einen Parcours, beispielsweise mit Hebe- und Beugeaufgaben.
 // Subjects completed tasks in the laboratory such as lifting and bending.

03 Gemessen wurde auch, ob Aufgaben mit Exoskelett schneller erledigt werden können.
 // It was also measured whether tasks with exoskeletons can be completed more quickly.

hängen bleibt? Oder die Sturzgefahr: „Wenn ich auf ein hartes Exoskelett falle, kann der Schaden deutlich größer sein als bei einem anderen Sturz.“

Häufle sieht das Projekt als Startpunkt für künftige Kooperationen. „Die Kombination aus ergonomisch-medizinischen Fragestellungen und Computersimulationen bietet meiner Meinung nach viel Potenzial“, sagt er. „Das ist überall relevant, wo man mit experimentellen Methoden nicht in den Körper hinein kann. Da können Simulationen helfen.“

Computersimulationen seien unter dem Aspekt der Biomechanik weit vorangeschritten. Die Frage sei aber, wie das Nervensystem die Muskeln ansteuere, um Bewegungen zu erzeugen. Auf der anderen Seite hätten Neurowissenschaftler längst Hypothesen und Modelle zur Koordination menschlicher Bewegungen. Dabei würden jedoch manchmal die Details der biomechanischen Struktur vernachlässigt. „Da sehe ich die Schnittstelle, um beide Bereiche zu verbinden, sodass wir wirklich Bewegungen vorhersagen können.“

Der Mensch

hat noch lange nicht ausgedient

Bis zum „Power Loader“ aus dem Alien-Film ist es jedenfalls noch ein weiter Weg. „Die aktiven Exoskelette brauchen ja auch Energie, da muss immer ein schwerer Akku mitgetragen werden“, sagt Steinhilber. Allerdings mache auch die Akku-Technologie rasante Fortschritte – ebenso wie die Exoskelett-Forschung. „Ob aktiv oder passiv – in den vergangenen Jahren gab es bei jedem neuen Modell wieder einen technischen Sprung.“ Das macht Langzeitstudien schwierig: Ein Exoskelett wäre nach Studienende bereits überholt. „Für eine Langzeitstudie müsste sich erst mal ein gewisses Niveau einstellen.“

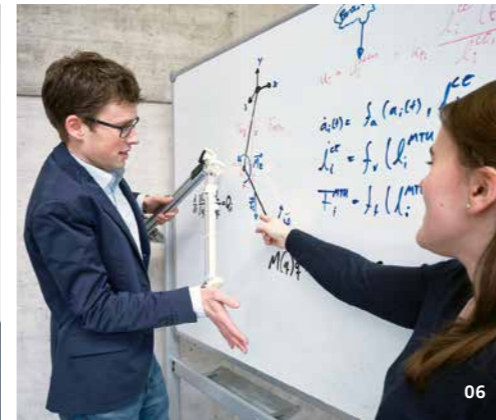
Doch wieso entwickelt man nicht gleich Roboter, um die Menschen zu entlasten? „Im Moment sind die Anforderungen im Berufsalltag zu vielfältig. Da sind Menschen noch deutlich lernfähiger als ein Roboter“, sagt Steinhilber. „Ich glaube, es wird eine Weile dauern, bis Menschen komplett abgelöst werden.“ Menschliche Flexibilität werde weiter gefragt sein, sagt auch Häufle: „Nehmen Sie den Postbetrieb: Jedes Paket hat eine andere Größe und liegt anders. Baustellen unterscheiden sich und auch Maler arbeiten in unterschiedlichen Räumen über Kopf. Dafür braucht man Menschen. Und dann ist es gut, wenn man sie entlasten kann.“ _____//



04



05



06

> english

// _____ In the furious finale of the 1986 science fiction classic “Aliens”, an exoskeleton saves Ellen Ripley’s life as she thrusts the alien queen into space after a bitter battle.

Benjamin Steinhilber finds it hard to stifle a grin when he watches films like this. At the Institute for Occupational Medicine, Social Medicine and Health Services Research at the University of Tübingen, Steinhilber and his team examined how an external support structure affects the risk factor of back strain. Similar to the Power Loader in “Aliens”, the Laevo exoskeleton is intended to assist people in bending and lifting heavy loads. Unlike in the film, the Laevo is a passive exoskeleton rather than an active model with a motor.

Exoskeletton

for rehabilitation and industry

Research has also been carried out in the field of rehabilitation: Exoskeletons can assist individuals with restricted mobility. Industry is also interested in the implications of Steinhilber’s research for designing ergonomic workplaces and workflows. Exoskeletons are also a promising measure for preventing discomfort and illness. However, there is still no scientific proof of this.

The research project at the University of Tübingen was the result of a collaboration with eight industry partners. Each partner had already conducted exoskeleton tests in preparation for a scientific investigation. For this purpose, subjects completed a course in the laboratory with and without an exoskeleton. The scientists asked participants to adopt a static, forward-bent working posture and perform dynamic lifting and bending tasks, such as lifting a crate.

At the same time, the scientists analyzed the participants’ postures and recorded the muscular strain in the lower back and legs using surface electromyography. This measures muscle action potential via electrodes on the skin surface. Subjective feedback was also recorded: How did they experience working with the exoskeleton? Was it comfortable? Did they feel relief?

The team also examined the following questions: What does the exoskeleton do to the muscles? Does it provide relief in certain places? Does it lead to additional loads elsewhere? Does the exoskeleton mean that certain activities take longer?

The findings seem sobering at first glance: “We cannot prove that back pain or slipped discs can be prevented if exoskeletons are used constantly”, says Steinhilber. Much depends on the activity in which exoskeletons are used. “It makes little difference whether you have an exoskeleton if you are working in a bent position.” Dynamic work, such as lifting and carrying crates, requires up to ten percent more time with an exoskeleton, according to the study. “This could have an important impact in industry where process time is of utmost importance”, says Steinhilber. Subjects with exoskeletons also felt less mobile. Steinhilber and his team also considered muscle activity: “There were hardly any changes in the back muscles, so there is no clear relief in this area.”

Computer simulation

instead of sensors

Daniel Häufle and his team found greater benefits for the intervertebral disc. “We cannot measure how forces work in the intervertebral disc in empirical research”, says the scientist from the Hertie Institute for Clinical Brain Research in Tübingen. This would require installing pressure sensors in the intervertebral disc to measure forces as participants bend forward. However, it would be unfeasible to find participants willing to participate in such sensitive interventions.

For this reason, Häufle and his cooperation partner Syn Schmitt from the University of Stuttgart developed a computer simulation of flexion movement. They used a mathematical model of the spine from Schmitt’s group, which included vertebrae, intervertebral discs, ligaments and muscles.

From a methodological point of view, much has been learned about the complexity of the spine and it took great effort to model it correctly. The scientists found that the exoskeleton can provide relief. Potential displacement forces in the intervertebral discs were not detected in the simulation.

Steinhilber remains cautious: “We are not ready to say that workers will experience fewer complaints in the long run. We cannot yet estimate the long-term significance.” Although there are promising applications, there are also risks.

They could, for example, lead to strain elsewhere in the body. There are also practical issues: What happens if a fire breaks out? Would an exoskeleton obstruct escape by slowing the

Tested in lab

The study “ADVANCE – Physiological Biomechanical-Analysis of a Passive Exoskeleton to Support Occupational Lifting and Flexing Processes” was led by Benjamin Steinhilber at the Institute for Occupational Medicine, Social Medicine and Health Services Research.

Daniel Häufle (Hertie Institute for Clinical Brain Research, Tübingen) and Syn Schmitt (Institute for Modeling and Simulation of Biomechanical Systems, Stuttgart) also participated in the project. Both scientists work together in a research alliance that combines neuroscientific expertise at the University of Tübingen with expertise in computer simulation at the SimTech Cluster of Excellence at the University of Stuttgart.

The one-and-a-half year study, initiated by Benjamin Steinhilber, was funded with around 120,000 euros by eight industry partners: Daimler AG, AUDI AG, BMW AG, MTU Aero Engines AG, Iturri Group, Deutsche Post AG, BASF, Dachser Intelligent Logistics. The industry partners had no influence on implementation, data analysis and interpretation of results.



07

wearer down or catching onto another object? There is also a risk of falling: If a person falls onto a hard exoskeleton, the damage can be significantly greater than without an exoskeleton.

Humans

are far from obsolete

It’s still a long way to go before we see a Power Loader like in Aliens. “Active exoskeletons also need energy, and that means carrying a heavy battery”, says Steinhilber. However, battery technology is also making rapid progress, as is exoskeletal research. This makes longitudinal studies difficult as each new model, whether active or passive, is rapidly surpassed by the latest technical advance.

So why not develop robots to relieve the burden on workers? “At the moment, everyday working life is simply too diverse. Humans are more able to learn than robots”, says Steinhilber. “I think it will take a long time before humans can be completely replaced.” _____//

04 Das Team erfasste im Experiment die Muskelaktivität im Rücken und in den Beinen. // The team recorded muscle activity in the back and legs in the experiment.

05 Dr. Benjamin Steinhilber

06 Dr. Daniel Häufle

Photo: Ingo Rappers

07 Im Computer wurde die Belastung von Bändern und Bandscheiben simuliert. // The stress on ligaments and intervertebral discs was simulated by computer.

Staatsurkunden aus Metall

State Documents Struck in Metal

TEXT
Stefanie Molitor

PHOTOS
FINT

Die Universität Tübingen beherbergt eine der drei größten Sammlungen islamischer Münzen weltweit. Die Forschungsstelle für islamische Numismatik betreut den immer noch wachsenden Schatz wissenschaftlich und macht ihn der Öffentlichkeit zugänglich.

// The University of Tübingen houses one of the three largest collections of Islamic coins in the world. The Research Center for Islamic Numismatics curates the still increasing archive and makes it available to the public.

> deutsch

// _____ An Tübingens großer Hauptstraße, hinter den Mauern eines unscheinbaren Hauses, verbirgt sich ein wissenschaftlicher Schatz. Mit rund 75.000 islamischen Münzen gehört die Sammlung der Forschungsstelle für islamische Numismatik Tübingen (kurz FINT) zu den drei weltweit größten und bedeutendsten Sammlungen ihrer Art. Die Universität Tübingen reiht sich hier ein neben der American Numismatic Society in New York und der Eremitage in St. Petersburg. „Wer auf dem Gebiet der islamischen Numismatik forschen will, kommt schwer an uns vorbei“, sagt Kustos Sebastian Hanstein, nicht ohne Stolz. Sein Büro gleicht einer kleinen Festung. An den Wänden rund um seinen Schreibtisch thronen massive Tresorschränke. In ihnen – gut verwahrt – lagert in Metall geprägte Geschichte.

„Das Besondere an islamischen Münzen ist die beachtliche Textmenge – unter anderem wegen der Bilderfeindlichkeit im orthodoxen Islam. Neben religiösen Formeln und Versen wurden auch die Namen der Herrschenden eingeprägt“, erklärt Hanstein. „Dahinter steht das sogenannte sikka-Recht, ein wichtiges Privileg muslimischer Machthaber, das sich im Laufe der Jahrhunderte entwickelt hat. Nur wer auf den Münzen genannt wurde, war auch offiziell als Herrscher ausgewiesen.“ →

Forschungsstelle für Islamische Numismatik Tübingen (FINT)

Research Centre for Islamic Numismatics Tübingen

Der Begründer der schwäbischen Volkskunde, Ernst Meier (1813–1866), Tübinger Professor für orientalische Sprachen, sammelte arabische Münzen, die nach seinem Tod von der Universität aufgekauft wurden. Durch den Erwerb der Sammlung Stephen Album (1988) sowie zahlreiche Schenkungen wuchs dieser Grundstock zu einer der drei größten Sammlungen islamischer Münzen des Mittelalters und der Frühen Neuzeit weltweit. Die Münzen werden von der 1990 gegründeten Forschungsstelle in der Reihe „Sylloge Numorum Arabicorum“ Tübingen publiziert. 2022 wird die FINT mit der Abteilung für Orient- und Islamwissenschaft in die Alte Augenklinik umziehen.

// The founder of Swabian ethnology, Ernst Meier (1813–1866), Professor of Oriental Languages in Tübingen, collected Arabic coins, which were purchased by the University after his death. Through the acquisition of the Stephen Album collection (1988) and numerous donations, this foundation grew into one of the three largest collections of Islamic coins from the Middle Ages and the Early Modern Period in the world. The coins are published in the “Sylloge Numorum Arabicorum” Tübingen series founded by the Research Center in 1990. In 2022, the FINT and the Department of Oriental and Islamic Science will move into the Old Ophthalmology Clinic.

Für die Forschung ist das ein echter Glücksfall: Ein lokaler Gouverneur musste über sich auch den Sultan nennen, der Sultan den Kalifen. So können in komplizierten Hierarchien bis zu sechs Autoritäten mit Titeln auf einer einzigen Münze verewigt sein. „Es gibt ganze Dynastien, die uns nur deswegen bekannt sind. Die Münzen sind im Grunde kleine Staatsurkunden.“

Die präziser nicht sein könnten: Es finden sich Ort und Jahr der Prägung, manchmal sogar der Monat. „Auch Thronfolgeregelungen, Rebellionen oder die konfessionelle Orientierung des Münzherrn kommen zum Ausdruck. Ob Schiit oder Sunnit – der Herrscher wählte Koranverse, die zur eigenen Motivation passten.“

Bis zu 150 Wörter können so auf einer einzigen Münze stehen. Erstaunlich viele sind es auch auf der Blassgold-Münze aus dem heutigen Afghanistan, die Hanstein aus einem der Tresore holt. Auf dem Stück reihen sich filigrane arabische Schriftzeichen aneinander – zehn Zeilen pro Münzseite. Um die Schriftfelder verläuft kreisförmig weiterer Text. „Oben steht das islamische Glaubensbekenntnis, es folgen drei Herrschernamen, darum herum zwei Koranverse und die Angabe von Prägeort und -jahr.“ In diesem Fall wird der seldschukische Vize-König Sandschar als Münzherr gewürdigt, unter seinem Bruder und Oberherrn, dem Seldschuken-Sultan Berkjaruq, sowie dem Abbasiden-Kalifen von Bagdad al-Mustazhir. „Im Namen Gottes, dieser Dinar wurde geschlagen



01

zu Balch im Jahre 492“, übersetzt der Kustos – wobei es sich um eine Datierung nach islamischer Zeitrechnung handelt, das Jahr entspricht dem Zeitraum von November 1098 bis November 1099. Ein Stück Metall, nicht größer als eine Zwei-Euro-Münze, offenbart so Politik-, Religions-, Kunst- und Wirtschaftsgeschichte.

Unter Experten sind die Sammlung und die FINT-Bibliothek weltbekannt: 2019 besuchten unter anderem Gäste aus Jordanien, Zypern, Ägypten, Großbritannien, den Niederlanden, Japan und Finnland die Forschungsstelle. Um die Sammlung unter Laien bekannter zu machen, stellt der Kustos auf der FINT-Homepage die „Münze des Monats“ vor und versieht sie mit Erklärungen, etwa zum historischen Kontext. Bald soll es zudem eine Lernspiel-App geben, in der man als Zeitreisender Münzen aus verschiedenen Epochen sammelt – ein von der VW-Stiftung gefördertes Projekt in Kooperation mit der Klassischen Archäologie und der Informatik.

Viele der Münzen in Tübingen sind einzigartig; sie stammen aus Indien, Zentral- und Vorderasien, Nordafrika oder von der Iberischen Halbinsel. Die Sammlung ist nach Regionen und Prägeorten gegliedert, im Weiteren chronologisch sortiert und wird nach ebendiesem System publiziert. „Die Veröffentlichung ist ein Langzeitprojekt, auch weil der Bestand durch Schenkungen enorm gewachsen ist“, sagt Hanstein. Und das solle gerne so weitergehen. „Wir wollen an der Weltspitze bleiben und Lücken in der Geschichte schließen. Aber ich fürchte, irgendwann bekommen wir ein Platzproblem“, sagt der Kustos lachend. Wenn man sich den Stauraum in den Tresoren ansieht, wird das wohl nicht mehr allzu lange dauern. _____//

01 Geprägt 1089 in Balch: die Münze des Seldschuken-Königs Sandschar.
// Minted 1089 in Balkh: the coin of the Seljuk king Sanjar.

02 Dinar des Mamluken-Sultans Faradsch, geprägt 1398/99 zu Aleppo.
// A dinar of the Mamluk sultan Faraj minted 1398/99 in Aleppo.

02



“
Bis zu 150 Wörter können so auf einer einzigen Münze stehen.

Up to 150 words have been minted on a single coin.

“

> english

// _____ There is a treasure for researchers hidden on Tübingen's large main road, behind the walls of an inconspicuous building. With around 75,000 Islamic coins, the collection of the Research Center for Islamic Numismatics in Tübingen (FINT for short) is one of the three largest and most important collections of its kind in the world. The significance of the University of Tübingen's collection ranks alongside the American Numismatic Society's in New York and the Hermitage Museum's in St. Petersburg. “If you want to research Islamic numismatics, visiting our collection often proves to be essential”, says the curator Sebastian Hanstein, not without pride. His office is like a small fortress. There are massive safe cabinets on the walls around his desk. Each safe contains precious fragments of history embossed into metal coins.

“A characteristic feature of Islamic coins is the considerable amount of text, partly due to the animosity towards images in orthodox Islam. In addition to religious symbols and verses, the names of the rulers were also struck on the coins”, explains Hanstein. “Behind this is the right of sikka, an important privilege of Muslim sovereigns that has developed over the centuries. Only those rulers named on the coins were officially established.” For researchers, this is a real stroke of luck: A local governor had to name a sultan and the sultan had to cite the caliph. In complicated hierarchies, up to six authorities can be immortalized by their names and titles on a single coin. “There are whole dynasties that we are only aware of for this reason. The coins are basically state documents made from metal.”

They couldn't be more precise: Each coin includes place and year of minting, sometimes even the month. “The order of throne succession, rebellions or the confessional orientation of the ruler could also be expressed on coins. Whether Shiite or Sunni – the rulers chose Quran verses that fit their own motivation.”

Up to 150 words have been minted on a single coin. It is also astounding how many words can be read on the pale gold coin from present-day Afghanistan that Hanstein takes out from one safe. Each side of the coin contains ten lines of fine Arabic characters surrounded by additional marginal inscriptions. “Above is the Islamic confession of faith, followed by the names of three rulers and surrounded by two Quran verses as well as the indication of the place and year the coin was minted.”

In this case, the Seljuk viceroy Sanjar recognized his brother and overlord, the Seljuk sultan Berkjaruq, and the Abbasid caliph of Baghdad, al-Mustazhir. “In the name of God, this dinar was struck at Balkh in



03

the year 492”, Hanstein translates, explaining that the Islamic date corresponds to the period from November 1098 to November 1099 AD. A piece of metal, no bigger than a two-euro coin, reveals political, religious, art and economic history.

The FINT, its library and collection are well-known among experts: In 2019, guests from Jordan, Cyprus, Egypt, the United Kingdom, the Netherlands, Japan and Finland visited the Research Center. In order to make the collection more widely known among to the public, Hanstein presents a “Coin of the Month” on the FINT website and provides detailed information such as the historical context. Soon the Center will release an educational gaming app in which users travel time to collect coins from different periods – a project in cooperation with Classical Archaeology and Computer Science at the University of Tübingen, funded by the VW Foundation.

Many of the coins in Tübingen are unique; they come from India, Central and Western Asia, North Africa or the Iberian Peninsula. The collection is arranged according to regions and mints, furthermore sorted chronologically and also published according to this system. “Publishing such a collection is a long-term project, especially as the collection has grown enormously thanks to donations”, says Hanstein. And that's how it should continue in future. “We want to remain a world-leading position and continue to close gaps in history. But I'm afraid at some point we're going to need more space”, says Hanstein laughing. Looking at the scarcity of space already in the vaults, this won't be far off. _____//

03 Die Kupferprägung von 1013/14 zeigt Waffen und nennt den Qarachaniden-Emir Sana ad-Dawla unter seinem Bruder Qutb ad-Dawla aus Ilaq (heute Usbekistan).
// The copper coin of the Qarachanid emir Sana al-Dawla (named between depictions of weapons) cites his brother Qutb al-Dawla; struck 1013/14 in Ilaq (today Uzbekistan).



**Corona-Nothilfe weltweit
Jetzt spenden!**

Das Coronavirus verändert alles. In Deutschland und auf der ganzen Welt. Die Menschen in den ärmsten Ländern trifft es besonders hart. Aktion Deutschland Hilft leistet Nothilfe. Mit Hygienekits, Medikamenten und sauberem Trinkwasser. Helfen Sie uns, Leben zu retten. **Jetzt mit Ihrer Spende!**

Spendenkonto: DE62 3702 0500 0000 1020 30
Online spenden unter: www.Aktion-Deutschland-Hilft.de



**EIN LEBEN
VERÄNDERN!**

Mit einer Patenschaft können Sie Mädchenrechte stärken.

**„WERDEN
SIE PATE!“**

Plan International Deutschland e.V.
www.plan.de



Willis Towers Watson **sucht Dich in Reutlingen!**

Der Geheimtipp für Studenten & Absolventen (m/w/d) der **MINT-Fächer** und Studiengänge **Rechtswissenschaften** und **Wirtschaftswissenschaften**.

Wusstest du, dass wir unter anderem der älteste Versicherungsmakler der Welt sind? Wir waren beispielsweise der Broker für die **Titanic**, den **Moon Buggy** aus der **Apollo Mission** und die **Hindenburg**.

Das passt?

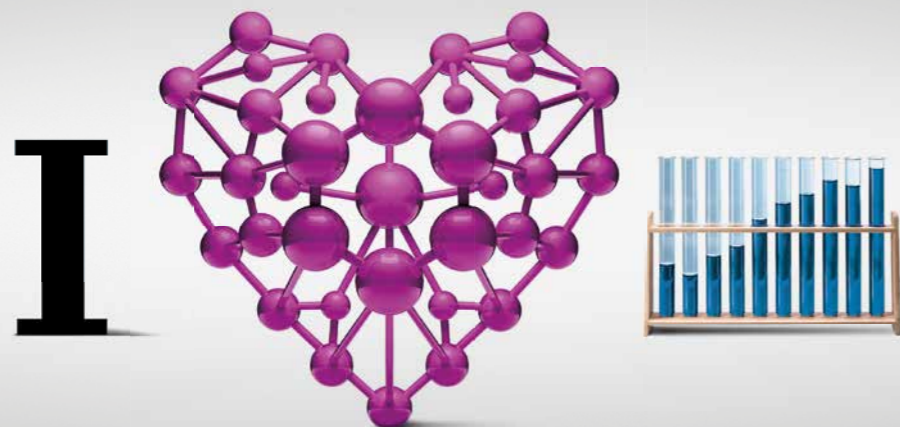
Nutze **Deine Chance** & starte bei uns als **Mathematiker (m/w/d)**, **Softwareentwickler (m/w/d)** oder **Junior Consultant (m/w/d)**

Interessiert?

Erfahre mehr über uns und unsere Karrieremöglichkeiten auf unserer Website & **bewirb Dich** über unser **KarrierePortal** oder sende uns bei weiteren Fragen eine **E-Mail** an:
recruiting.ger@willistowerswatson.com.

**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



Wenn Knochen eine andere Geschichte erzählen

When Bones Tell
a Different Story

TEXT
Bernd Eberhart

Historische Quellen sind oft subjektiv gefärbt von Chronisten oder auf die Sicht einer Elite beschränkt. Wirtschaftshistoriker Jörg Baten analysiert Daten von Skeletten quer durch die Gesellschaften und die Jahrhunderte. So erkennt er neue Zusammenhänge und schließt Lücken in den Geschichtsbüchern.

// Textual historical sources are often subjective, or influenced by the interpretations of early elites. Economic historian Jörg Baten analyzes data from skeletons across societies and centuries to discover new relationships in human history.



”

Mangelernährung, Krankheit, Gewalt: Was Skelette über das tägliche Leben aussagen, steht nicht immer in den Chroniken.

Malnutrition, disease, violence: What skeletons say about everyday life is not always in the chronicles.

“

> deutsch



01



02

// _____ Jörg Baten ist ein Mann für die großen Fragen: Sorgen starke Frauen für eine starke Wirtschaft? Führt Ungleichheit zu Bürgerkriegen? Warum gibt es arme und reiche Länder, und wann entstanden die Unterschiede? Was hat die Bodenqualität mit dem Bildungsstand zu tun? Der Professor für Wirtschaftsgeschichte an der Universität Tübingen verknüpft mit seinem Fachgebiet zwei Disziplinen, die Wirtschaft und die Geschichte, also zwei Herangehensweisen mit unterschiedlichen Methoden und Traditionen. Genauso kombiniert er in seiner Arbeit verschiedene Aspekte vergangener Lebenswelten, stellt überraschende Thesen auf und entdeckt unerwartete Zusammenhänge. Seine Grundlage sind dabei weniger die klassischen historischen Quellen der Geschichtswissenschaft. Seine Methoden kennt man eher aus den Naturwissenschaften: klar messbare Parameter, riesige Datensätze und statistische Analysen.

„Unter Wirtschaftsgeschichte verstehen wir die langfristige Erforschung der Wohlfahrt von Menschen und einzelner Gruppen“, erklärt Baten. „Wir untersuchen Phänomene und Faktoren, die erklären können, warum es einigen Menschen besser und anderen schlechter ging.“ Eine Kernaufgabe der Wirtschaftswissenschaftler sei es, Wohlfahrtstrends zu erkennen und zu analysieren. Im Grunde gelte das auch für Wirtschaftshistoriker – nur dass diese weiter in die Vergangenheit zurückblicken. Neben der Entwicklung von Wohlstand und dem Wachstum von Volkswirtschaften weltweit erforscht er schwerpunktmäßig die Gesundheit und den Bildungsstand von Gesellschaften, zudem die Wirkung von Gewalt auf wirtschaftliches Wachstum.

Wirtschaftsgeschichte trifft auf Bioarchäologie

Während die Geschichtswissenschaft qualitativ orientiert ist, sich also meist dem Quellenstudium widmet, arbeitet Baten quantitativ. In den 1960er-Jahren war dieser Ansatz revolutionär: mit statistischen Korrelationen als Quellen für historische Begebenheiten zu arbeiten. In Zeiten multidisziplinärer Forschungsverbände hält Baten ihn schlichtweg für zeitgemäß: „Heute haben alle Disziplinen Zugang zu einem breiten Methodenkanon – und damit die Möglichkeit, ganz neue Zusammenhänge herzustellen.“

In seinem Büro in der Melanchthonstraße herrscht schlichte Aufgeräumtheit. Bücher, Fachaufsätze, Computer, Kaffeetasse. Aber wo sind die Knochen und Schädel? Da muss er lächeln:



03



04

aus: Im frühen Mittelalter zwischen 500 und 1000 n. Chr. war die Durchschnittsbevölkerung gesund wie nie vor dem 20. Jahrhundert. Danach ging es bergab, bis zur Hochindustrialisierung im späten 19. Jahrhundert. Als Hauptgrund für die frühmittelalterliche Gesundheit sieht Baten paradoxerweise die Justinianische Pest, die im sechsten Jahrhundert gut die Hälfte der europäischen Bevölkerung auslöschte: Obwohl die Pest selbst eine große Katastrophe war, hatten die Überlebenden und ihre Nachkommen mehr und hochwertigere Nahrung zur Verfügung, insbesondere tierisches Eiweiß. Über die folgenden Jahrhunderte stieg die Bevölkerungsdichte wieder an – und statt Fleisch und Milch standen vor allem Kohlenhydrate auf dem Speiseplan.

Klischees werden korrigiert

Die Ergebnisse brechen mit den Bildern in unseren Köpfen. Das Mittelalter sehen wir als dunkle Zeit voller Schmutz und Armut. „Mit den Römern hingegen verbinden wir deren Hochtechnologien, Straßen, Fußbodenheizung und Aquädukte“, beschreibt Baten. „Aber das betraf nur die Eliten. Der Großteil der Bevölkerung war versklavt oder arm.“ Knochen jedoch bewahren die Zeichen von Kleinwüchsigkeit, Mangelernährung oder Gewalt. Und so können große Querschnittstudien an Skeletten aus allen Gesellschaftsschichten andere Verhältnisse aufzeigen als die Chronisten.

„Mich wundert, was für eine kleine Rolle die Gesundheit der Menschen in den Geschichtsbüchern spielt“, sagt Baten. „Dabei halte ich sie für einen zentralen Teil des Lebensstandards.“ Schon in seiner Doktorarbeit an der Universität München beschäftigte er sich mit den Wechselwirkungen von Ernährung, Gesundheit und wirtschaftlicher Entwicklung. Seitdem hat er die Indikatoren weiter verfeinert, anhand derer sich der Gesundheitszustand von Menschen rekonstruieren lässt. „Ungewöhnliche Messindikatoren sind unsere Spezialität in Tübingen“, erklärt er. So hat er mit Kollegen beispielsweise Unterschiede in der Körpergröße als Kennzeichen für soziale Ungleichheit etabliert. Dies ermöglichte es sogar, die Ursachen von Bürgerkriegen, wie etwa soziale Ungleichheit, in den letzten 200 Jahren genau zu untersuchen und künftige Bürgerkriegsrisiken zu beziffern. „Mit vielen neuen Methoden können wir Zusammenhänge erstmalig identifizieren, die zuvor im Ungefähren blieben.“ →

„Die Messungen an den Skeletten nehmen Kooperationspartner vor.“ Anthropologen und Bioarchäologen streifen durch Krypten oder anthropologische Sammlungen, begutachten Tausende von Schädeln, analysieren Zähne oder vermessen Knochen – in gemeinsamen Projekten mit der Wirtschaftsgeschichte. Aus einer solch breiten Grundlage filtert Baten dann statistische Zusammenhänge heraus. Darüber hinaus ist er viel mit der Koordination von Datensammlern und -auswertern rund um die Welt beschäftigt.

So auch bei einer gigantischen Studie über zwölf Jahre hinweg: Ein internationales Team untersuchte mehr als 15.000 historische Skelette aus ganz Europa. Gemeinsam mit Kollegen aus den USA und Großbritannien war Baten dafür verantwortlich, die Ergebnisse zusammenzuführen. „The Backbone of Europe“ heißt die 2019 daraus entstandene Publikation. 75 Bioarchäologinnen und -archäologen hatten Daten zur Gesundheit der europäischen Bevölkerung zusammengetragen – und zwar über einen Zeitraum von fast 2.000 Jahren. Die Leitfrage: Wie wurde die Gesundheit der Menschen über die Jahrhunderte beeinflusst durch Ernährung und Arbeit, aber auch etwa durch unterschiedliche landwirtschaftliche Systeme, durch Urbanisierung oder Gewalt?

Die Wissenschaftler maßen die Länge von Oberschenkelknochen und ermittelten die Zahngesundheit der Verstorbenen, aussagekräftige Indikatoren für Ernährung und Gesundheit. Aus diesen Datensätzen kristallisierten sie ein überraschendes Ergebnis her-

01 Professor Jörg Baten
Photo: Friedhelm Albrecht

02 Dr. Laura Maravall
Photo: Friedhelm Albrecht

03 Wie wurde die Gesundheit der Menschen über die Jahrhunderte beispielsweise durch Ernährung und Arbeit beeinflusst?

// How has people's health been influenced over the centuries, for example, by food and work?

04 Wikingerfrauen waren ähnlich gesund und wohlgenährt wie ihre Männer – für das Forschungsteam ein Hinweis auf Gleichstellung der Geschlechter. // Viking women were as healthy and well nourished as their men – an indication of gender equality for scientists.

”

Eine frühe Geschlechtergleichstellung wirkt sich bis heute auf Wirtschaftswachstum und Entwicklung der gesamten Gesellschaft aus.

Early gender equality still has an impact on economic growth and the development of society as a whole.

“



Resources and cultures

05

Baten's team of economic historians is working with archaeologists and anthropologists on a project examining social equality among Vikings which is part of the Collaborative Research Center 1070, "ResourceCultures": More than sixty scientists from twelve disciplines are investigating how societies define, divide and use resources in this cultural research network. Together with Dr. Laura Maravall, Baten was looking for a region with a long tradition of gender equality, which they found among the Vikings. Through dental analysis they found that Viking women were as well nourished and healthy as their men. With these data, the Tübingen team was able to prove for the first time that early gender equality still has an impact on economic growth and the development of society as a whole.

Jörg Baten considers his location ideal for such interdisciplinary projects: "The expertise in Tübingen for example in archaeology, history and educational psychology is excellent. But there is also a great deal of expertise in other exciting fields, such as soil science, economics and East Asian studies." Thus, the methods of economic history can offer completely new, sometimes less subjective perspectives on history. In some cases, however, they can also offer a sharper perspective on current developments and put scaremongering reports into context. _____ //

05 Die Justinianische Pest forderte im Mittelalter viele Todesopfer. Paradoxerweise waren die Menschen in der Folgezeit gesünder – den Überlebenden stand mehr Nahrung zur Verfügung. // The Justinian plague claimed many lives in the Middle Ages. Paradoxically, people were healthier in the aftermath – more food was available to the survivors.

Ressourcen und Kulturen

Etwa die Sache mit den Wikingerinnen. Die Wirtschaftshistoriker um Baten, aber auch Archäologen und Anthropologen sind mit diesem Projekt Teil des Sonderforschungsbereichs 1070, „RessourcenKulturen“: Über 60 Wissenschaftler aus zwölf Disziplinen untersuchen in diesem kulturwissenschaftlichen Forschungsverbund, wie Gesellschaften Ressourcen definieren, aufteilen und nutzen. Gemeinsam mit seiner Tübinger Kollegin Dr. Laura Maravall suchte Baten nach einer Region mit einer langen Tradition der Geschlechtergleichstellung. „Denn eine starke Korrelation zwischen Gleichstellung und einem hohen Pro-Kopf-Einkommen gilt heute als etabliert“, sagt er. „Allerdings wussten wir nicht, welcher Faktor den anderen bedingt.“ Fündig wurden sie bei den Wikingern: Vor allem durch Zahn-Analysen ließ sich nachvollziehen, dass Wikingerfrauen ähnlich wohlgenährt und gesund waren wie ihre Männer. „Wie stark sich der Gesundheitszustand von Männern und Frauen unterscheidet“, erklärt die Wirtschaftshistorikerin Laura Maravall, „ist ein gutes Maß für die Gleichstellung innerhalb einer Population.“ Und die zeigt nachhaltige Wirkung für den Wohlstand, der noch heute in Skandinavien herrscht: Mit diesen Daten konnte das Tübinger Team erstmalig belegen, dass eine frühe Geschlechtergleichstellung sich bis heute auf Wirtschaftswachstum und Entwicklung der gesamten Gesellschaft auswirkt.

Für solch interdisziplinäre Projekte hält Jörg Baten seinen Standort für ideal: „Die Tübinger Schwerpunkte z. B. in Archäologie, Geschichte und Bildungspsychologie sind hervorragend. Es gibt aber auch große Kompetenz in anderen spannenden Feldern, der Bodenkunde, den Wirtschafts- und Ostasienwissenschaften zum Beispiel.“ So können die Methoden der Wirtschaftshistorik ganz neue, oft objektivere Perspektiven auf die Geschichte bieten. Teils schärfen sie aber auch den Blick auf aktuelle

Entwicklungen und rücken etwa Schreckensmeldungen der letzten Jahre in einen größeren Kontext: „Sicher benennen wir zu Recht viele Probleme zurzeit. Aber wenn ich auf die letzten Jahrhunderte zurückblicke“, resümiert Baten, „dann lebe ich doch am liebsten in der Gegenwart.“ _____ //

> english

// _____ Jörg Baten is specialized in asking the big questions: Does a strong position of women imply a strong economic development? Does inequality lead to civil wars? Why are there poor and rich countries, and when did the differences arise? What does soil quality have to do with educational attainment? As professor of Economic History at the University of Tübingen, Baten combines economics with different methods of historical studies. His research methods are partly similar to the ones of natural sciences, namely using – critically assessed – indicators, “big data” and statistical analyses.

One of the core tasks of economists is to identify and analyze trends in wealth and prosperity. In addition to the development of incomes and the growth of economies worldwide, Baten focuses on the health and educational status of societies, as well as the impact of violence on economic growth.

Economic History meets Bioarchaeology

While historians often work with qualitative data by studying historical sources, Baten mostly works with quantitative methods. In the 1960s, working with statistical correlations as sources of historical events was revolutionary. But now, in times of interdisciplinary research networks, Baten simply considers it contemporary: “Today, all disciplines have access to a wide range of methods and the opportunity to identify new relationships.”

His office on Melanchthonstraße is meticulously organized. But the bones and skulls appear to be missing among his books, essays, computer and coffee mug. Anthropologists and bioarchaeologists roam through ancient crypts or anthropological

collections, examining thousands of skulls, analyzing teeth or measuring bones in joint projects with economic history. Baten sifts through the masses of data they collect, extracting potential statistical relationships. He also coordinates the efforts of data collectors and analysts around the world.

This was also the case with a gigantic study over twelve years: An international team examined more than 15,000 historical skeletons from all over Europe. Together with colleagues from the US and the UK, Baten was responsible for collating the results and publishing them in “The Backbone of Europe” in 2019. In the study, 75 bioarchaeologists had collected data on the health of the European population – covering a period of almost 2,000 years. The key question: How has people's health been influenced over the centuries by food and work, but also, for example, by different agricultural systems, urbanization or violence?

The scientists measured the length of femurs and determined the dental health of the deceased, which are both meaningful indicators of nutrition and health. From these data sets, they made a surprising discovery: In the early Middle Ages between 500 and 1000 AD, the average population were healthier than ever before the 20th century. After 1000 AD, health declined until the intense industrialization of the late 19th century. Paradoxically, Baten sees the Justinian Plague as the main reason for early medieval health, although it wiped out more than half of the European population in the sixth century in some regions: Although the plague itself was a great catastrophe, survivors and their offspring had more and better food at their disposal.

Correcting clichés

The findings do not match common perceptions. Many see the early Middle Ages as a dark time full of dirt and poverty. “We are more likely to associate the Romans with advanced technology, roads, underfloor heating and aqueducts”, Baten describes. “But this technology was only available to the elite. Most of the population was either enslaved or poor.” Bones, however, retain the signs of impaired growth, malnutrition or violence. This means that cross-sectional studies of skeletons from all walks of life can reveal aspects that may challenge historical research.

In his doctoral thesis at the University of Munich, Baten dealt with the interactions between nutrition, health and economic development. Since then, he has refined the indicators used to reconstruct people's health. Together with colleagues, he has established differences in human stature as a sign of social inequality. This made it possible to examine the causes of civil wars, such as social inequality, in detail over the last 200 years and to quantify future civil war risks.

Drei Fragen zu ... // Three Questions on ...

Populismus und Angst

Populism and Fear

Der Erfolg populistischer Parteien wird oft mit den Ängsten der Wähler erklärt: Sie fühlten sich von den etablierten Parteien nicht ernst genommen. Politikwissenschaftler Floris Biskamp beschäftigt sich mit solch aktuellen Entwicklungen in Gesellschaft und Politik.

// The success of populist parties is often pinned on voters fearing that they are not being taken seriously by established parties. Political scientist Floris Biskamp monitors developments like these in society and politics.

> deutsch

// attempto!: Herr Biskamp, stecken hinter dem Erfolg von Populisten gesellschaftliche Ängste – und wovor muss man beispielsweise in Deutschland heute Angst haben?

Floris Biskamp: Wähler populistischer und rechtsradikaler Rechtsparteien zeichnen sich in der Tat durch einen besonders angstvollen Blick auf die Welt aus. Mehr als alle anderen haben sie den Eindruck, es gehe mit „dem Land“ oder „der Gesellschaft“ immer weiter bergab. Einige haben nachvollziehbare ökonomische Ängste – es gibt in Deutschland einen großen Niedriglohnsektor, in dem viele Menschen nicht wissen, wovon sie nächstes Jahr leben werden. Andere haben dagegen eher abstrakte Ängste: Die Welt gerate aus den Fugen oder die vermeintlich gute alte Ordnung der Gesellschaft gehe verloren.

In Deutschland betrifft das besonders die AfD – deren Wähler sollte man sich aber nicht als wehrlose Geschöpfe vorstellen. Das sind Menschen aller sozialen Schichten, die sich bewusst für diese Partei entscheiden, weil sie ihre politische Überzeugung am besten ausdrückt. Sie alle müssen mittlerweile wissen, dass die AfD immer weiter nach rechts rückt und mittlerweile von vielen als rechtsextrem eingeordnet wird.

Insgesamt haben radikal rechte Einstellungen in der deutschen Gesellschaft aber nicht zugenommen. Es gab immer Menschen, die sich beispielsweise strikt traditionelle Familienformen oder eine homogene ethnische Gemeinschaft wünschen – nur wählen diese vor dreißig Jahren vielfach die CDU. Zugenommen hat jedoch das Gefühl, bei den etablierten Parteien nicht mehr aufgehoben zu sein.

// Wie machen sich Populisten solche Ängste zunutze?

Sie schüren Ängste gezielt. Diffusen Gefühlen wie „mit der Welt stimmt es nicht mehr“ geben sie eine konkrete Form, indem sie diese auf bestimmte gesellschaftliche Gruppen lenken, die als Bedrohung ausgemacht werden – etwa „die Muslime“ oder „die Flüchtlinge“. Dabei knüpfen diese Parteien an in der Bevölke-

rung bestehende Ideen und Gefühle an, die sie mit Methode verdichten und stärken. Die AfD nutzt hier auch Fake News und erdachte Geschichten. Je öfter man zum Beispiel hört, Menschen fühlten sich auf der Straße nicht mehr sicher, desto unwohler fühlt man sich wirklich – obwohl die Statistiken zeigen, dass die Gewalt- und Straßensriminalität in Deutschland langfristig zurückgeht. Wir leben heute in einer so gewaltfreien Gesellschaft wie noch nie.

// Was könnten die anderen Parteien tun, damit sich solche Menschen bei ihnen aufgehoben fühlen?

Es gibt kein einfaches Rezept. Vor allem sollte sich die Politik in Deutschland aber nicht zu sehr darauf konzentrieren, der Minderheit der AfD-Wähler alle Wünsche von den Lippen abzulesen. Das sind nur zehn Prozent der Bevölkerung – die anderen neunzig Prozent haben zum größten Teil andere oder gegensätzliche Wünsche. Darunter sind auch die zahlreichen Nichtwähler – bei den letzten Bundestagswahlen immerhin 22 Prozent. Auch darüber sollte man sich Gedanken machen.

Gleichzeitig gibt es berechnete Zukunftsängste, auf die Parteien reagieren sollten – ganz unabhängig von der AfD. Die Deregulierung des Arbeitsmarktes in den vergangenen drei-

ßig Jahren hat zu Ungleichheiten in Gesellschaft und Betrieben geführt, zum Beispiel durch die Kategorien „Tarifarbeiter“, „Leiharbeiter“ und „Werkvertragsarbeiter“. Die einen sind selbst prekär, die anderen haben prekäre Kollegen vor Augen, auf deren Level sie nicht fallen möchten. Eine stärkere Regulierung des Arbeitsmarktes und eine gute Sozialpolitik könnten zumindest einen Grund für Ängste nehmen. _____ //

> english

// attempto!: Mr. Biskamp, have populists become successful through fear in society and what should we be afraid of, for example, in Germany today?

Floris Biskamp: Voters of populist and radical right-wing parties are indeed distinguished by a particularly fearful view of the world. More than anyone else, they have the impression that the state of the country or society is getting progressively worse. Some have understandable economic fears – there is a large low-wage sector in Germany where many people do not know what they will live on next year. Others, on the other hand, have rather abstract fears: They may expect the world to fall apart or lament the loss of the supposedly good order of society.

In Germany, this particularly applies to the AfD – but their voters should by no means be perceived as helpless creatures. They represent members of all social classes and consciously choose this party because it best expresses their political convictions. By now, they must all be aware that the AfD is moving further and further toward the right and is already considered by many to be an extremist right-wing party.

Overall, however, radical right-wing attitudes in German society have not increased. There have always been people who want, for example, strictly traditional family forms or a homogeneous ethnic community – only thirty years ago they often elected the CDU. However, there has been an increase in individuals who feel no longer represented by the established parties.

// How do populists exploit such fears?

They deliberately stir up fear by directing abstract feelings such as “the world is going down the drain” towards certain social groups that are identified as a threat – such as “the Muslims” or “the refugees”. In doing so, these parties build on ideas and feelings that already exist among the population and intensify them using methods such as fake news and fictional narratives. For example, the more you hear that people no longer

Dr. Floris Biskamp

Dr. Floris Biskamp ist Politikwissenschaftler und Soziologe. Er forscht unter anderem zu Gesellschaftstheorie, Religionspolitik, internationaler politischer Ökonomie, Populismus, Rechtsradikalismus, Rassismus und der Islam-Debatte in Deutschland. An der Universität Tübingen koordiniert er das Promotionskolleg „Rechtspopulistische Sozialpolitik und exkludierende Solidarität“, das sich mit dem Zusammenhang von Rechtspopulismus, Sozialpolitik und gesellschaftlichem Zusammenhalt beschäftigt.

// Dr. Floris Biskamp is a political scientist and sociologist. Among other things, he researches social theory, religious politics, international political economy, populism, right-wing radicalism, racism and the Islamic debate in Germany. At the University of Tübingen, he coordinates the doctoral programme “Right-wing Populist Social Policy and Exclusive Solidarity”, which deals with the connection between right-wing populism, social policy and social cohesion.

Photo: Universität Kassel

felt safe on the street, the less comfortable you really feel – although the statistics show that violence and street crime in Germany are declining in the long term. Today we live in a society that is less violent than ever before.

// What could the other parties do to make such people feel safe in their hands?

There is no simple recipe. Above all, however, politicians in Germany should not focus too much on catering to the wishes of the AfD minority. After all, they only represent ten percent of the population – most of the other ninety percent have different or contradictory wishes. Parties should also be concerned with the high-number of non-voters – at least 22 percent in the last Bundestag elections.

There are legitimate fears about the future, to which parties should respond – regardless of the AfD. The deregulation of the labor market over the past thirty years has led to inequalities in society and companies, for example through differences between workers under collective bargaining agreements, temporary workers and contract workers. Many are in precarious situations or do not want to fall to the level of colleagues in precarious situations. Stronger labor market regulation and effective social policy could at least help reducing some legitimate fears. _____ //

Ausblick – in der nächsten Ausgabe

Outlook – in the next edition



Photo: @istockphoto/Ivanko Brnjakovic



Photo: @Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Körpertraining ganz individuell

Individual Body Workouts

→ Bewegung wirkt sich auf jeden Menschen anders aus: In einem gemeinsamen Projekt erforschen Sportwissenschaftler, Mediziner und Psychologen erstmals gleichzeitig aus physiologischer, psychologischer und soziologischer Perspektive, wie Menschen individuell auf Körpertraining reagieren und wie verschiedene Einflüsse dabei wechselwirken.

// Exercise effects different people in different ways. Sports scientists, physicians and psychologists are working on a joint project to research from a physiological, psychological and sociological perspective how people react individually to body workouts and how different influences interact.

Zeitreise im Pfahlbaumuseum

Rediscovering Lake Dwellings

→ Das Pfahlbaumuseum Unteruhldingen nimmt Besucher mit auf Zeitreisen in die Bronze- und Steinzeit am Bodensee. Als eines der größten archäologischen Freilichtmuseen Europas versteht es sich als Kommunikator für die Archäologie der Pfahlbauten. Gleichzeitig betreibt es Forschung und ist seit seiner Gründung 1922 eng mit dem Institut für Urgeschichte der Universität Tübingen verknüpft.

// The lake dwelling museum in Unteruhldingen takes visitors on a journey through time to the Bronze and Stone Ages on Lake Constance. As one of the largest archaeological open-air museums in Europe, the museum has an educational role of bringing the archaeological aspects of lake dwellings to life. The museum is also actively involved in research and has been closely linked to the Institute of Prehistory at the University of Tübingen since its foundation in 1922.

Impressum // Imprint

attempto! ist das Magazin der Eberhard Karls Universität Tübingen

Herausgeber **Professor Dr. Bernd Engler**
 Redaktion **Antje Karbe, Dr. Karl Guido Rijkhoek (verantwortlich)**
 Übersetzung **Daniel McCosh**
 Titelfoto U1 **istockphoto / Goldquest**
 Konzeption **In Medias Rees Werbeagentur**
 Gestaltung **NORDSONNE IDENTITY, Berlin**
 Lektorat **Korrekturbüro Burger, www.korrekturburger.de**
 Druck **Bechtel Druck GmbH & Co. KG**
 Auflage **7.500 Exemplare, gedruckt auf FSC®-zertifiziertem Papier**
 Anzeigen **vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg**
 ISSN **1436-6096**
 Adresse **Eberhard Karls Universität Tübingen, Hochschulkommunikation, Wilhelmstr. 5, 72074 Tübingen**

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



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. Mit zahlreichen Zusatzangeboten unterstützen Sie die Rems-Murr-Kliniken in Ihrem Praktischen Jahr 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, Gefäßchirurgie, Viszeralchirurgie, Unfallchirurgie)
Innere Medizin (Allgemeine Innere Medizin, Gastroenterologie, Kardiologie, Geriatrie, Hämatologie, 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 Sachleistungen bis zu einer Höhe von monatlich 325 Euro (z. B. Wohngelegenheiten 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)
- 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



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

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

Wir sind medizinischer Spitzenversorger für die Region

19 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