

AUSGABE 6
JUNI 2015

RUPERTO CAROLA
FORSCHUNGSMAGAZIN



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

GESUND & KRANK

A close-up photograph of a pile of several bright red, ripe tomatoes, serving as the background for the main title.

LIEBE LESERINNEN UND LESER DER RUPERTO CAROLA,

das Schwerpunktthema **GESUND & KRANK** steht im Zentrum der aktuellen Ausgabe unseres Forschungsmagazins – ein Themenkomplex, zu dem an der Universität Heidelberg mit ihren zwei Medizinfakultäten in Heidelberg und Mannheim starke Kompetenzen konzentriert sind. Hinzu kommen Einrichtungen in der Medizin und den Lebenswissenschaften von nationaler und internationaler Bedeutung, die im Verbund exzellente Bedingungen für die Erforschung der zentralen Fragen von Gesundheit und Krankheit entwickelt haben. Heidelberger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beleuchten in dafür exemplarischen Beiträgen die Zukunft der Krebstherapie, die Chancen der Nanoskopie oder auch neue Wege in der Schmerztherapie.

Darüber hinaus offenbart sich die Forschungsstärke der Universität Heidelberg wiederum in dem breiten Verbund ihrer vielfältigen Disziplinen und Wissenschaftskulturen, über die nur eine Volluniversität verfügt. So behandeln weitere Beiträge der Ausgabe rechtliche und ethische Herausforderungen der Genomsequenzierung, die Frage, wie Kultur und Geschichte unser Verständnis von Gesundheit und Krankheit beeinflussen, oder die gesundheits-schädigenden Auswirkungen des Klimawandels im Kontext internationaler Umweltschutzabkommen. Auch Autorinnen und Autoren aus der Literaturwissenschaft, der Soziologie oder dem Wissenschaftlichen Rechnen widmen sich den vielfältigen Aspekten von **GESUND & KRANK**.

Ich wünsche Ihnen eine spannende und anregende Lektüre!



Prof. Dr. Bernhard Eitel
Rektor der Universität Heidelberg



WISSEN

EXPERTEN IM GESPRÄCH
HAUPTSACHE GESUND
ZWISCHEN IDEAL UND REGELWIDRIGEM ZUSTAND
IM GESPRÄCH MIT ANDREAS KEMMERLING &
HANS-GEORG KRÄUSSLICH

6

JURA / MEDIZINETHIK
BLICK IN UNSER ERBGUT
AN DER GRENZE DES WISSENS
PAUL KIRCHHOF & KLAUS TANNER

16

BIOPHYSIK
CHANCEN DER NANOSKOPIE
ZOOM IN DIE ZELLE
DIRK-PETER HERTEN & OLIVER TILL FACKLER

24

POLITIKWISSENSCHAFT
VOM KRANKEN MANN EUROPAS ...
... ZUM VORBILDLICHEN PATIENTEN
REIMUT ZOHLNHÖFER

32

WAGEN

RADIOONKOLOGIE
MACHTVOLLE STRAHLEN
PRÄZISE INS ZIEL
JÜRGEN PETER DEBUS

42

SCHMERZTHERAPIE
DEN SCHMERZ VERLERNEN
DAS PLASTISCHE GEHIRN
HERTA FLOR

50

WISSENSCHAFTLICHES RECHNEN
DAS WUNDER DER BEWEGUNG
GEHEN WIE EIN MENSCH
KATJA MOMBAUR

58

GLOBAL HEALTH
DER STILLE HUNGER
NACHHALTIG GEGEN MANGELERNÄHRUNG
SABINE GABRYSCH

66

WIRKEN

UMWELTPOLITIK
UNGESUNDE UMWELT
GUTE GRÜNDE FÜR EINE GLOBALE KLIMAPOLITIK
JALE TOSUN

76

SOZIOLOGIE
GEMEINSAM LÄNGER LEBEN
WIE PARTNERSCHAFTEN GESUND HALTEN
THOMAS KLEIN & INGMAR RAPP

84

SPORTWISSENSCHAFT
VOM VERSCHWINDEN DER BEWEGUNG
WER LÄUFT, LEBT LÄNGER
GERHARD HUBER

92

INFORMATIK
INFIZIERTES NETZ
VIRTUELLE KRANKMACHER
VINCENT HEUVELINE

100

IMPRESSUM

107

WEITEN

KUNSTGESCHICHTE
KUNST ODER KRANKHEIT?
SPIEGEL DER SEELE
HENRY KEAZOR & ANNABEL RUCKDESCHEL

110

LITERATURWISSENSCHAFT
KRANKE WELT
WELT DER KRANKEN
CHRISTOF WEIAND

120

MEDICAL ANTHROPOLOGY
BENEATH THE SURFACE
WHAT DO PEOPLE REALLY DO WHEN THEY ARE ILL?
WILLIAM S. SAX

128

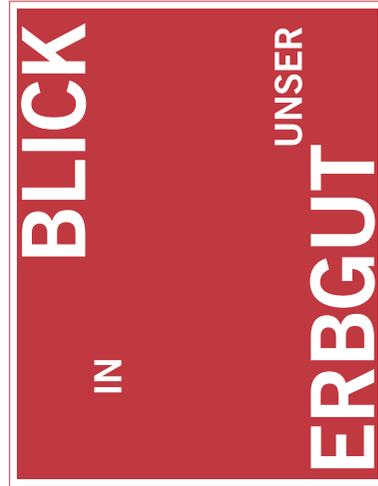
PSYCHOSOMATISCHE MEDIZIN
KRANK SEIN UND GESUND WERDEN
EIN MEHRDIMENSIONALER PROZESS
WOLFGANG HERZOG

136



EXPERTEN IM GESPRÄCH
HAUPTSACHE GESUND
ZWISCHEN IDEAL UND REGELWIDRIGEM ZUSTAND
IM GESPRÄCH MIT ANDREAS KEMMERLING
& HANS-GEORG KRÄUSSLICH

6



JURA / MEDIZINETHIK
BLICK IN UNSER ERBGUT
AN DER GRENZE DES WISSENS
PAUL KIRCHHOF & KLAUS TANNER

16



BIOPHYSIK
CHANCEN DER NANOSKOPIE
ZOOM IN DIE ZELLE
DIRK-PETER HERTEN & OLIVER TILL FACKLER

24



POLITIKWISSENSCHAFT
VOM KRANKEN MANN EUROPAS ...
... ZUM VORBILDLICHEN PATIENTEN
REIMUT ZOHLNHÖFER

32

WISSEN

HAUPTSACHE

GESUND

HAUPTSACHE GESUND

ZWISCHEN IDEAL UND REGELWIDRIGEM ZUSTAND

IM GESPRÄCH MIT ANDREAS KEMMERLING & HANS-GEORG KRÄUSSLICH

„Hauptsache gesund!“ Wie oft hören werdende Eltern diesen Satz? „Gesundheit ist das höchste Gut!“ Auch diese alte Volksweisheit sagt es: Gesundheit ist wichtig, wichtiger als Wohlstand, wichtiger als kurzfristige Erfolge oder die äußere Erscheinung. Denn Krankheiten gehen an die Substanz. Angesichts eines schweren Leidens wird vieles nebensächlich, was zuvor bedeutsam erschien. Aber was genau heißt es, gesund zu sein? Und wie definieren wir Kranksein? Wie variabel sind beide Begriffe, welche gesellschaftliche Bedeutung und welche Analogien besitzen sie? Der Philosoph Andreas Kemmerling und der Virologe Hans-Georg Kräusslich diskutieren diese Fragen.

J

Jeder von uns hat eine Vorstellung davon, was es heißt, gesund beziehungsweise krank zu sein. Wie steht die Wissenschaft zu diesen Begriffen?

Prof. Kräusslich: „Gesund“ und „krank“ sind nach wissenschaftlichen Maßstäben in einer allgemeingültigen Definition kaum greifbar. Die Weltgesundheitsorganisation WHO beispielsweise definiert Gesundheit als den Zustand „des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur des Fehlens von Krankheit oder Gebrechen“. Diese Begriffsfassung aber ist so umfassend, dass sie kaum erfüllbar ist und daher auch nicht ernst genommen wird. Fast niemand könnte danach als gesund gelten.

Prof. Kemmerling: In der Tat, Gesundheit wird damit zu einem Ideal stilisiert, zu so etwas wie Glückseligkeit. „Vollständiges Wohlergehen!“ Niemand wäre gesund, dem es noch besser gehen könnte.

Prof. Kräusslich: Der Begriff „krank“ dagegen lässt sich – zumindest auf ein Organ bezogen – leichter fassen. Schließlich haben wir objektive Parameter und Referenzwerte, die eine Krankheit als solche definieren. Entspricht ein Organ diesen Werten nicht – eine Leber beispielsweise, die eine bestimmte Größe überschreitet –, können wir von einer Krankheit ausgehen. Ärzte sind also in den meisten Fällen sehr wohl in der Lage, ihren Patienten zu sagen, ob und unter welcher Krankheit sie leiden. Schwieriger wird es, wenn der Gesamtorganismus betroffen ist, ohne dass ein spezifischer Organbefund vorliegt – wenn der Mensch sich also krank fühlt, dies aber nicht leicht zu fassen ist.

Prof. Kemmerling: Hier kommt ein wichtiger Unterschied zum Vorschein: zwischen spezifischen Krankheiten einerseits und dem ganz unspezifischen Kranksein andererseits. Eine einzelne Krankheit lässt sich durch eine bestimmte Symptomatik oder einen typischen Verlauf leidlich präzise charakterisieren. Hingegen ist jeder Versuch aussichtslos, den ganz unspezifischen, generischen Begriff des Krankseins zu definieren. Wie hilflos wir diesbezüglich sind, zeigt folgende Auskunft des Bundessozialgerichts: Krankheit sei „ein regelwidriger körperlicher, geistiger oder seelischer Zustand, der Arbeitsunfähigkeit oder Behandlung oder beides nötig macht“. Diese Definition bewegt sich nicht nur inhaltlich, sondern auch sprachlich am Rande des Lächerlichen.

„Gesundheit wird zu einem Ideal stilisiert, zu so etwas wie Glückseligkeit. Niemand wäre gesund, dem es noch besser gehen könnte.“

Andreas Kemmerling



Professor Andreas Kemmerling

Prof. Kräusslich: Sie ist darüber hinaus auch nicht hilfreich. Schließlich definiert jeder Arbeitsunfähigkeit als etwas anderes. Während der eine mit bestimmten Symptomen zu Hause bleibt, betrachtet sich ein anderer mit denselben Beschwerden als voll arbeitsfähig. Was der eine also als krank wahrnimmt, empfindet der andere als noch im Bereich des Gesunden – und keiner von beiden hat absolut recht oder unrecht. Gesundheit und Krankheit werden deswegen heute häufig nicht mehr als klar voneinander abgrenzbar, sondern als Kontinuum betrachtet.

Prof. Kemmerling: Mein Eindruck ist, dass wir im Deutschen in diesem Bereich darüber hinaus einen Mangel an sprachlicher Nuanciertheit haben – im Gegensatz zum Englischen etwa. Da gibt es schon in der Alltagssprache eine größere Differenziertheit, mit Wörtern wie „illness“, „disease“, „sickness“ oder „medical condition“. „Illness“ etwa verweist vornehmlich auf das subjektive Befinden einer Person, „disease“ auf eine diagnostizierbare und potenziell behandelbare Symptomatik und „sickness“ auf einen Zustand, der die normale Teilnahme am sozialen Leben verhindert oder beeinträchtigt. Auch das sind natürlich keine klaren Begriffe. Aber sie deuten immerhin auf unterschiedliche Aspekte hin, die in dem semantischen Mischmasch unseres Wortes „krank“ ungetrennt bleiben.

Die Wahrnehmung von krank und gesund unterscheidet sich zwischen den Kulturen, sie ist aber auch einem zeitlichen Wandel unterlegen. Haben Sie den Eindruck, dass wir uns heute häufiger beziehungsweise schwerer krank fühlen als Menschen zu früheren Zeiten?

Prof. Kräusslich: Ja, das sehe ich so. Unsere Wahrnehmung von Krankheit scheint sich verschoben zu haben und damit auch die Definition dessen, was wir als krank begreifen. Deutlich wird dies beispielsweise im Bereich der seelischen Störungen. Chronische Erschöpfungssyndrome und Burn-out tauchen erst in jüngerer Zeit als Krankheiten auf. Dabei gibt es sowohl neu entdeckte Erkrankungen als auch Befindlichkeiten, die in zunehmendem Maße als krank empfunden werden. Letzteres ist übrigens kein abschließliches Phänomen unserer Zeit. Der französische Dramatiker Molière hat dies bereits im 17. Jahrhundert in seiner Komödie „Der eingebildete Kranke“ thematisiert.

Prof. Kemmerling: Ich glaube ebenfalls, dass wir heute schneller als früher dazu neigen, uns als krank wahrzunehmen. Allerdings liegt dieser Umstand sicher auch darin begründet, dass wir inzwischen sehr viel mehr Krankheitsindikatoren und -symptome kennen. Schon kleinste Irritationen können zu der Besorgnis führen, wir seien vielleicht krank.

Prof. Kräusslich: Richtig, dieses Mehr an Wissen ist ein wichtiger Faktor. Zum einen konnten wir bestimmte Erkrankungen früher gar nicht diagnostizieren, zum anderen



Professor Hans-Georg Kräusslich

„Gesundheit und Krankheit werden häufig nicht mehr als klar voneinander abgrenzbar, sondern als Kontinuum betrachtet.“

Hans-Georg Kräusslich

lassen sich auch bei fast jedem Gesunden Werte außerhalb des Normalbereichs finden, wenn man lange genug sucht. Insgesamt ist meines Erachtens also Vorsicht geboten, was unser Krankheits-Verständnis angeht: Nicht alles ist Krankheit, was derzeit als Krankheit wahrgenommen wird.

Würden Sie einen Menschen, der organisch gesund ist, aber unter starken Schmerzen leidet, als krank definieren?

Prof. Kräusslich: Nein, denn jede Geburt wäre dann eine Krankheit. Oder stellen Sie sich vor, Sie graben den ganzen Samstag Ihren Garten um. In der Folge haben Sie vielleicht Muskelkater und eventuell Rückenschmerzen; deswegen sind Sie aber nicht krank. Ich halte es für wichtig, zwischen den Aussagen „jemand ist krank“ und „jemand trägt eine Krankheit“ zu unterscheiden. Beispielsweise kann eine Person einen veränderten Blutwert oder Organbefund aufweisen und trotzdem keine konkreten Beschwerden haben; oder sie hat sich vor Kurzem mit einem gefährlichen Virus infiziert, weist aber noch keine wahrnehmbaren Symptome auf. Diese Menschen fühlen sich nicht krank, aber zweifellos tragen sie eine Krankheit in sich.

Prof. Kemmerling: Mir gefällt diese Unterscheidung zwischen „eine Krankheit tragen“ und „krank sein“. Bei Letzterem spielt eben auch hinein, wie man sich fühlt. Dieser Umstand macht insbesondere die Einordnung solcher subjektiven Befindlichkeiten sehr schwer, bei denen sich der Arzt auf keinen organischen Befund beziehen kann, sondern ganz und gar auf die Wahrnehmungen und Leidensschilderungen des Patienten angewiesen ist.

Prof. Kräusslich: Dennoch müssen wir natürlich immer versuchen, objektive Parameter zu definieren – etwa, wenn es darum geht, zwischen dem Menschen, der vergesslich wird,

weil er mit zunehmendem Alter seine kognitive Leistungsfähigkeit verliert, und dem frühen Alzheimer-Patienten zu unterscheiden. Die Frage in diesem Fall ist letztlich, was in einer bestimmten Altersgruppe und für einen bestimmten Patienten als normal und was als krank gilt.

Was halten Sie davon, dass die Begriffe „gesund“ und „krank“ auch auf politische, wirtschaftliche oder soziale Systeme angewendet werden?

Prof. Kemmerling: Mir ist es hochgradig unsympathisch, wenn ohnehin schon verschwommene Ausdrücke auch noch metaphorisch verwendet und dann zu allem Überfluss auf einen kategorial anderen Kontext übertragen werden. Was ist denn überhaupt gemeint, wenn von einer kranken oder gesunden Gesellschaft die Rede ist? Stellt man sich die Gesellschaft als einen Körper vor? Schon in sich ein dubioses Bild, finde ich. Aber damit nicht genug, nun ist dieser „Körper“ auch noch krank. Krank im Kopf? Oder im Herzen? Leidet er an Verkalkung? So etwas taugt vielleicht als Aperçu, aber mehr nicht.

Prof. Kräusslich: In den meisten Fällen steht hinter dem metaphorischen Gebrauch von „gesund“ und „krank“ ein intuitives Verständnis. Auch wenn es keine allgemeingültige Definition gibt, wird doch jeder für sich eine Vorstellung davon haben, was mit beidem gemeint ist. Mir leuchtet diese intuitive Verwendung der Begriffe ein, erlaubt sie doch einer sehr breiten Gruppe einen verständlichen Zugang zu bestimmten Themen, etwa in folgendem Sinne: Ein Unternehmen blüht und ist erfolgreich, also ist es gesund; ein Unternehmen schreibt rote Zahlen, es steht am Rande des Bankrotts, also ist es krank.

Herr Prof. Kräusslich, Ihr Forschungsgebiet, die Virologie, hat sich in den vergangenen Jahren rasant entwickelt. Welche der Entwicklungen hat Sie am meisten beeindruckt?

Prof. Kräusslich: Mich fasziniert das Zusammenspiel unseres Körpers mit Kleinstorganismen wie Bakterien und Viren. Dieses Zusammenspiel beeinflusst unsere Gesundheit in weit umfangreicherem Maß, als wir es für möglich gehalten haben. Allein die Tatsache, dass unser Körper mehr bakterielle als menschliche Zellen enthält, ist überraschend. Bisher haben wir das Wechselspiel mit diesen Mikroorganismen viel zu wenig berücksichtigt. Erst jetzt erkennen wir, welche wichtige Rolle sie für unser Wohlbefinden und damit für unsere Gesundheit spielen.

Ein Beispiel sind Allergien: Die Auseinandersetzung mit Mikroben ist von zentraler Bedeutung für unser Immunsystem. Wenn Kinder zunehmend weniger Kontakt mit Mikroorganismen haben, leidet die normale Immunentwicklung; Allergien werden häufiger. Ich glaube zudem, dass viele entzündliche Darm- und wahrscheinlich auch Hautkrankheiten zumindest teilweise durch ein gestörtes



PROF. DR. ANDREAS KEMMERLING wurde nach seinem Studium in Marburg, Frankfurt am Main und München 1976 an der Münchener LMU promoviert. Nach seiner Habilitation in Bielefeld und einer Gastprofessur an der University of Southern California in Los Angeles war er seit 1983 Professor für Analytische Philosophie an der Münchener Universität. 1999 folgte er einem Ruf an das Philosophische Seminar der Universität Heidelberg. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der theoretischen Philosophie, vornehmlich in den Bereichen der Philosophie des Geistes, der Sprachphilosophie und der Erkenntnistheorie.

Kontakt: sak@uni-hd.de

Gleichgewicht zwischen unseren Körperzellen und den Mikroben bedingt sind. So können bestimmte hoch entzündliche Darmerkrankungen bei manchen Patienten durch Veränderung der Darmflora, also durch eine andere Bakterienpopulation im Darm, gemildert werden. Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass manche Mikroben uns helfen, andere Infektionserreger, die schwere Krankheiten verursachen können, in Schach zu halten. Wir betrachten Mikroben gewöhnlich als Feinde, die es zu bekämpfen gilt. Diese einseitige Sichtweise ist falsch. Vielmehr befinden sich unser Organismus und unsere Mikroben in einem symbiotischen Wechselspiel, das maßgeblich über gesund und krank entscheidet. Hier gibt es noch vieles zu entdecken.

Gesundheit ist auch ein volkswirtschaftlicher Faktor: Haben wir alle – egal, wie gesundheitsfördernd oder gesundheitsschädigend wir uns verhalten – denselben Anspruch auf medizinische Versorgung? Hat der stark Übergewichtige dasselbe Recht auf eine künstliche Hüfte wie der Normalgewichtige?

Prof. Kräusslich: Ja, selbstverständlich hat eine übergewichtige Person das gleiche Recht auf Behandlung. Für mich existiert kein zugängliches und akzeptables Argument, warum dies nicht so sein sollte. Dahinter steckt letztlich die Frage, ob die Gesundheit einer Person mehr wert ist als die einer anderen. Auf die Spitze getrieben: Ist die Gesundheit eines 30-jährigen beruflich produktiven Akademikers höher einzuschätzen als die eines 50-jährigen Langzeit-Arbeitslosen? Eine Medizin, die derartig abwägen würde, wollen wir – glaube ich – alle nicht, und sie wäre auch nicht mit dem ärztlichen Ethos vereinbar.

Was aber passiert, wenn die Kapazitäten der ärztlichen Versorgung begrenzt sind, etwa wenn es um die Vergabe von Spenderorganen geht?

Prof. Kemmerling: Ein Arzt, der sich in solch einer Situation befindet, ist oft vor ein profundes moralisches Dilemma gestellt: Um eine Entscheidung kann er sich nicht drücken. Und noch so treffliche allgemeingültige Prinzipien werden ihm nicht immer die eine „einzige richtige“ Entscheidung vorgeben. Was dann passiert, weiß keiner. Auch der Arzt selbst nicht, bevor er seine Entscheidung getroffen hat.

Prof. Kräusslich: Tatsächlich stehen wir tagtäglich vor derartigen Fragen. Auch in der Transplantationsmedizin gilt, dass alle Menschen gleiches Anrecht auf Behandlung haben. Der Mangel an Organen jedoch bedeutet, dass nicht alle Bedürftigen ein Organ bekommen können. Zwei Kriterien werden bei der Vergabe von Spenderorganen berücksichtigt: Wer braucht das Organ dringlicher und wer hat die besseren Erfolgsaussichten? Ein interdisziplinäres Forschungsprojekt am Heidelberger Marsilius-Kolleg hat sich intensiv mit der Frage beschäftigt, wie diese beiden Kriterien zu gewichten sind.

DEAR READERS OF RUPERTO CAROLA,

The current edition of our research magazine focuses on the twin subjects of SICKNESS & HEALTH – an area in which the University possesses ample competences, by virtue of its two medical faculties in Heidelberg and Mannheim. The faculties are supplemented by medical and life science institutions of national and international renown that have made Heidelberg a premier location for research into the central questions of health and illness. In their exemplary articles for this magazine, Heidelberg scientists offer a glimpse into the future of cancer therapy, discuss possible applications of nanoscopy and describe innovative ways of treating pain.

But even beyond the strictly medical aspect, our new subject SICKNESS & HEALTH once again highlights the research strength of Heidelberg University in the wide range of disciplines and academic cultures that only a comprehensive university has to offer. Hence we have also included articles dealing with the legal and ethical challenges involved in genome sequencing, the question of how culture and history affect our understanding of health and sickness, and the unhealthy effects of climate change as a political tool to enforce international environmental standards. Additional articles by authors from the fields of literary studies, sociology and scientific computing offer yet more insights into the many aspects of SICKNESS & HEALTH.

I wish you an exciting and inspiring reading experience.

Prof. Dr Bernhard Eitel
President of Heidelberg University

„Der Arzt ist keine Deduktionsmaschine. Manchmal bleibt ihm nur sein eigenes, auch von nicht-rationalen Faktoren beeinflusstes Urteilsvermögen.“

Andreas Kemmerling

Prof. Kemmerling: Dennoch dürfte es unmöglich sein, Prinzipien und flankierende Regeln zur Kriegerengewichtung zu entwickeln, die zum einen so allgemein sind, dass sie alle möglichen Fälle erfassen, und zum anderen so spezifisch, dass aus ihnen für jeden denkbaren Fall mit seinen ganz eigenen Umständen eine eindeutige Entscheidung zwingend deduzierbar ist. Und selbst wenn wir uns ausmalen, es könnte solch ein Normengefüge doch geben und es sähe „auf dem Papier“ bestechend einleuchtend aus, wir wüssten doch: Auch den schönsten Regeln und Kriterien für menschliches Handeln dürfen wir uns nicht blind unterwerfen. Wenn sie in Hinblick auf einen konkreten Fall etwas vorschreiben, das uns gefühlsmäßig widerstrebt oder ganz intuitiv als fragwürdig, vielleicht sogar als inhuman erkennbar ist, dann sind wir gehalten, sie nicht einfach – „Augen zu und durch“ – zu befolgen. Nicht nur aus Normenkonflikten entstehen moralische Dilemmata.

Prof. Kräusslich: Ausgangspunkt des Marsilius-Projekts war genau ein solcher Konflikt, denn die Regeln besagten, dass die Organvergabe nur nach Dringlichkeit zu entscheiden ist. Dies führte dazu, dass die Überlebensrate der Transplantierten sank, da immer kränkere Patienten ein Spenderorgan erhielten, deren Erfolgsaussichten dementsprechend schlechter standen. Sollte man dann nicht auch die Erfolgswahrscheinlichkeit, also das wahrscheinliche Überleben des Patienten und des übertragenen Organs, in die Vergabekriterien einbeziehen? Darf man das oder muss man es vielleicht sogar? Vergeuden wir nicht die beschränkte Zahl an Spenderorganen, wenn wir Erfolgchancen nicht berücksichtigen? Gerade wenn eine medizinische Maßnahme mit einem Mangelzustand gekoppelt ist, müssen wir uns um allgemeingültige Prinzipien bemühen – so schwer dies auch sein mag, und auch wenn wir wissen, dass die Kriterien nie perfekt sein werden.

Wie viel Ermessensspielraum bleibt dem Arzt angesichts solcher Regeln?

Prof. Kemmerling: Die Größe des Spielraums ist meines Erachtens nicht der springende Punkt, sondern dass er nicht beseitigbar ist, wie klein er auch sei. In solch einer Lage ist der Arzt zurückgeworfen auf sein Urteilsvermögen. Dieses aber wird auch von Emotionen und anderen nicht-rationalen Faktoren beeinflusst, die nicht einmal ihm selbst durchsichtig sind. Der Mensch ist schließlich keine Deduktionsmaschine, die Fakten nach genau festgelegten Kriterien abwägt, beurteilt und schließlich zu einer klaren Entscheidung kommt.

Prof. Kräusslich: Erforderlich ist eine Kombination aus rationaler Entscheidungsfindung – der von Herrn Kemmerling angesprochenen Deduktionsmaschinerie – und der ärztlichen Fähigkeit, diese Entscheidung auf Grundlage fachlicher Kompetenz, Erfahrung und der Kenntnis des individuellen Patienten zu treffen. Weder das eine noch das andere wäre



PROF. DR. HANS-GEORG KRÄUSSLICH studierte Medizin in München und wurde 1985 promoviert. Danach ging er als Postdoc an die State University of New York in Stony Brook und etablierte 1989 seine eigene Forschungsgruppe am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg. 1995 wurde er als Professor an das Heinrich-Pette-Institut in Hamburg, ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft, berufen, dem er von 1996 bis 1999 als Direktor vorstand. Seit 2000 ist Hans-Georg Kräusslich Leiter der Virologie am Universitätsklinikum Heidelberg. Zusätzlich koordiniert er den Exzellenzcluster „Zelluläre Netzwerke“ und den Sonderforschungsbereich „Integrative Analyse der Replikation und Ausbreitung pathogener Erreger“. Im Zentrum seiner Forschung steht das HI-Virus.

Kontakt: hans-georg.kraeusslich@med.uni-heidelberg.de

AS LONG AS IT'S HEALTHY

BETWEEN IDEAL AND ABNORMAL STATE

INTERVIEW WITH ANDREAS KEMMERLING & HANS-GEORG KRÄUSSLICH

'As long as it's healthy!' How often do expecting parents hear this sentence? 'Our health is our greatest asset' – another piece of folk wisdom that says: Health is important, more important than prosperity, more important than short-term success or appearance. Because sickness is debilitating and drains the patient's strength. In the face of severe illness, many things that seemed important before suddenly become negligible. But what exactly does it mean to be healthy, and how do we define sickness? How variable are these two terms, and what is their social importance?

The interview with philosopher Andreas Kemmerling and virologist Hans-Georg Kräusslich shows how difficult it is to find a universal definition for the terms 'healthy' and 'sick'. Official definitions such as the one of the World Health Organisation (WHO) or the German Federal Social Court have proven to be imprecise and trivial. They depict health as an ideal that very nearly approaches a state of bliss. By contrast, legislators describe illness as an 'abnormal physical, mental or emotional state' that calls for 'sick leave, treatment or both'. Both experts agree that a universal definition of the terms is virtually impossible.

Prof. Kemmerling and Prof. Kräusslich go on to discuss the degree to which the terms 'healthy' and 'sick', 'ill' or 'ailing' can be applied to political, economic and social systems, and the difficulties represented by moral dilemmas in medicine, e.g. the lack of donor organs. They conclude the discussion with a look at the medical care of tomorrow. ●

PROF. DR ANDREAS

KEMMERLING studied in Marburg, Frankfurt/Main and Munich and earned his PhD at LMU in Munich in 1976. After his habilitation in Bielefeld and a stint as visiting professor at the University of Southern California in Los Angeles, he was appointed to the Professorship for Analytic Philosophy at LMU in 1983. In 1999 he accepted a chair at Heidelberg University's Department of Philosophy. Prof. Kemmerling focuses his research on theoretical philosophy, especially the philosophy of mind, philosophy of language and epistemology.

Contact: sak@uni-hd.de

PROF. DR HANS-GEORG

KRÄUSSLICH studied medicine in Munich and earned his doctorate in 1985. Subsequently, he did a postdoc at the State University of New York in Stony Brook and in 1989 established his own research group at the German Cancer Research Center in Heidelberg. In 1995 he was appointed to a chair at the Heinrich Pette Institute in Hamburg – an institute of the Leibniz Association –, which he headed from 1996 to 1999. In 2000 Hans-Georg Kräusslich became director of the Department of Virology at Heidelberg University Hospital. He also serves as coordinator of the 'Cellular Networks' cluster and the collaborative research centre 'Integrative Analysis of Pathogen Replication and Spread' at the university. His research focuses on the human immunodeficiency virus (HIV).

Contact: hans-georg.kraeusslich@med.uni-heidelberg.de

“Health is depicted as an ideal, a state of bliss. By this definition, no one would be healthy who might still be better.”

alleine ausreichend. Eine Entscheidung rein auf der Grundlage eines festen Algorithmus widerspräche zudem meiner Auffassung der ärztlichen Kunst – dem Gedanken, dass es immer auch Kriterien gibt, die wir so nicht fassen können.

Wie sieht die Zukunft aus: Werden wir dank des medizinischen Fortschritts immer länger gesund sein, sprich immer länger leben?

Prof. Kräusslich: Ich bin sicher, dass die medizinischen und ingenieurwissenschaftlichen Entwicklungen in den nächsten Jahrzehnten weitere Erfolge bringen werden. Großes Potenzial liegt beispielsweise im Bereich der Stammzellforschung, etwa die Vision, Organe aus körpereigenen Zellen künstlich nachzubilden. Wir werden Krankheiten besser behandeln können, Beschwerden lindern, ausgefallene Funktionen

regenerieren – da bin ich äußerst optimistisch. Ob dies zu immer längerem Leben führen wird, dazu wage ich keine Prognose.

Prof. Kemmerling: Die Medizin verheißt einiges an Möglichkeiten, aber was davon wird der Gesamtbevölkerung zur Verfügung stehen? Dies hängt von unüberschaubar vielen und kaum vorhersagbaren Faktoren ab, nicht nur von der Finanzierbarkeit unseres Gesundheitssystems. Und nebenbei – ist es denn ausgemacht, dass wir das überhaupt wollen: immer länger leben? Vielleicht gibt es einen für uns natürlichen Punkt, über den hinaus wir nicht einmal „gesund“ weiterleben möchten. ●

Das Interview führten Marietta Fuhrmann-Koch & Ute von Figura

„Eine Entscheidung rein auf der Grundlage eines festen Algorithmus widerspräche meiner Auffassung der ärztlichen Kunst – dem Gedanken, dass es immer auch Kriterien gibt, die wir so nicht fassen können.“

Hans-Georg Kräusslich

BLICK

IN

UNSER

ERBGGUT

BLICK IN UNSER ERBGUT

AN DER GRENZE DES WISSENS

PAUL KIRCHHOF & KLAUS TANNER



PROF. DR. DR. H.C. PAUL KIRCHHOF war von 1981 bis 2013 Professor für öffentliches Recht an der Universität Heidelberg und leitete das Institut für Finanz- und Steuerrecht sowie die hier angesiedelte Forschungsstelle Bundessteuergesetzbuch. Von 1987 bis 1999 wirkte er zudem als Bundesverfassungsrichter in Karlsruhe und war dabei an vielen wegweisenden Entscheidungen beteiligt. Vor seiner Tätigkeit an der Ruperto Carola forschte und lehrte der Rechtswissenschaftler sechs Jahre an der Universität Münster. Im Jahr 2000 wurde er zum Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften gewählt, 2013 trat er das Amt des Präsidenten der Akademie an. Neben zahlreichen wissenschaftlichen Auszeichnungen und Ehrendoktorwürden wurde Paul Kirchhof 1999 mit dem Großen Verdienstkreuz mit Stern und Schulterband des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet. Im März 2013 erhielt er den Ehrentitel „Seniorprofessor distinctus“ der Universität Heidelberg.

Kontakt: kirchhof@jurs.uni-heidelberg.de

Die Methoden zur Analyse des menschlichen Erbguts werden ständig verbessert. Sie ermöglichen es Forschern, Veränderungen im Genom zu identifizieren, die für das Entstehen von Krankheiten verantwortlich sind. Die genetischen Informationen indes sind so weitreichend, dass sie unser Verständnis von „Krankheit“ und „Gesundheit“ revolutionieren und zu Kontroversen um den verantwortlichen Umgang mit den neuen technischen Möglichkeiten führen. Heidelberger Wissenschaftler haben es sich zum Ziel gesetzt, die rechtlichen und ethischen Probleme der Genomforschung zu analysieren und praktikable Vorschläge für ihre klinische Anwendung zu entwickeln.



PROF. DR. KLAUS TANNER wurde im Jahr 2008 auf eine Professur für Systematische Theologie und Ethik an die Universität Heidelberg berufen. Einen Schwerpunkt seiner Arbeit bilden die ethischen Herausforderungen und sozialen Konfliktpotenziale der modernen Biotechnologien. Er ist Mitbegründer und ehemaliger Projektsprecher des Heidelberger Marsilius-Projekts „Ethische und Rechtliche Aspekte der Totalsequenzierung des menschlichen Genoms“ (EURAT). Zudem ist er Vorsitzender der Zentralen Ethik-Kommission der Bundesregierung für Stammzellforschung, war Mitglied der Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft für Grundsatzfragen der Genforschung sowie Sachverständiger der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Ethik und Recht der modernen Medizin“ in der 15. Legislaturperiode. Klaus Tanner hat das „Interdisziplinäre Wissenschaftliche Zentrum Medizin-Ethik-Recht“ an der Universität Halle-Wittenberg mitbegründet, leitet die Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft (FEST) und gehört der nationalen Wissenschaftsakademie Leopoldina an.

Kontakt: klaus.tanner@wts.uni-heidelberg.de

E

Erklärungsmodelle für die Entstehung von Krankheiten haben sich im Laufe der Geschichte immer wieder verändert. Eine treibende Kraft der letzten Jahrzehnte war die Erforschung des menschlichen Erbguts. Genomforscher sprechen von einer „Revolution“, die zu einem neuen Verständnis von Gesundheit und Krankheit führen wird. Inzwischen ist es möglich, das neue Wissen vom individuellen Erbgut über die Grundlagenforschung hinaus in der klinischen Praxis einzusetzen. Voraussetzung hierfür war die Verbesserung computerbasierter Methoden, die eine Analyse des umfangreichen menschlichen Erbguts erlauben. Auch in den Heidelberger Forschungseinrichtungen wird über dieses „clinical sequencing“ seit einigen Jahren verstärkt diskutiert. Eine intensive interdisziplinäre Auseinandersetzung hierzu findet im Rahmen des Projekts „Ethische und rechtliche Aspekte der Totalsequenzierung des menschlichen Genoms“ (EURAT) am Heidelberger Marsilius-Kolleg statt.

Mit den Genomanalysen sollen diejenigen Mutationen im Erbgut identifiziert werden, die mit dem Entstehen und der Entwicklung von Krankheiten verknüpft sind. Ziel der sich ständig verfeinernden Methoden ist es, ein möglichst umfassendes Bild der genetischen Information und ihrer Veränderungsdynamiken zu gewinnen – ein Verfahren, das als Ganzgenomsequenzierung bezeichnet wird. Bislang jedoch lassen sich in den meisten Fällen nur statistische Wahrscheinlichkeiten dafür angeben, ob genetische Veränderungen mit dem Auftreten einer Krankheit zusammenhängen. Solche Aussagen können Patienten entlasten, wenn sie eine verbesserte Diagnose und Behandlung ermöglichen. Sie verunsichern aber möglicherweise auch und führen zu psychischen Belastungen. Informationen über das eigene genetische Profil können darüber hinaus den Druck erzeugen, vorbeugend handeln zu müssen, zum Beispiel durch Vorsorgeuntersuchungen. Diskutiert werden schließlich auch neue Formen einer genetischen Verantwortung. Das Wissen um unser Erbgut verändert das Gefüge von Freiheit und Pflichten. So stellt sich beispielsweise die Frage, ob jemand, der sein genetisches Risikoprofil kennt, verpflichtet ist, den Partner bei der Nachwuchsplanung über die Risiken zu informieren. Und muss die Mutter, die um ihr erhöhtes vererbbares Risiko für eine Krebserkrankung weiß, ihrer Tochter dies mitteilen?

Normative Herausforderungen

Die Sequenzierung des gesamten menschlichen Genoms ist, wie jeder medizinische Eingriff, ein Eingriff in die Rechte des Betroffenen. Vor der Durchführung von Ganzgenomanalysen muss der Patient über den Eingriff aufgeklärt werden. Er muss sich ein Urteil über Zweck, Bedeutung und Tragweite der Sequenzierung sowie die damit verbundenen Risiken bilden können. Letztlich darf der Eingriff nur vorgenommen werden, wenn der Patient einwilligt.

Die Methoden der Ganzgenomsequenzierung bringen es mit sich, dass Ärzte und Wissenschaftler auf Befunde stoßen, die außerhalb der ursprünglichen diagnostischen Fragestellung liegen. Über die Vielzahl der genetischen Veränderungen und ihre mögliche Bedeutung für eine Erkrankung aufzuklären, ist jedoch allein schon zeitlich nicht zu leisten. Nach derzeitigem Stand des Wissens müssten mindestens 6.000 Mutationen und 3.000 genetische Erkrankungen erklärt werden. Die Tragweite der gewonnenen Information dem Patienten umfassend darzulegen, ist dementsprechend nicht möglich.

„Die Sequenzierung des gesamten menschlichen Genoms ist – wie jeder medizinische Eingriff – ein Eingriff in die Rechte des Betroffenen.“

Auch das hohe Maß an vagem Wissen, der Wahrscheinlichkeitswert genetischer Informationen und die Menge an möglichen Überschussinformationen unterhöheln den Anspruch auf eine informierte Einwilligung durch den Patienten. Zudem entstehen in den genetischen Analysen nach und nach immer mehr Informationen. Die Bewertungen der Daten verändern sich ständig. Dieser Prozesscharakter der Informationsbeschaffung und -bewertung macht es schwer, Umfang und Reichweite des Eingriffs abschließend einzuschätzen.

Für kontroverse Diskussionen sorgt darüber hinaus die Frage, wie mit Überschussinformationen umgegangen werden soll. Soll dem Patienten nichts über Zusatzbefunde mitgeteilt werden, oder soll es Mitteilungspflichten für bestimmte Befunde geben? Ein besonders sensibles Problem stellt die Untersuchung von nicht-einwilligungsfähigen Patienten wie Kindern oder Komapatienten dar, dem bisher keine ausreichende Aufmerksamkeit gewidmet wurde.

Der Arzt ist zur Vertraulichkeit und zur Geheimhaltung verpflichtet, um die Persönlichkeit und Privatheit des Patienten zu schützen. In der Genomanalyse spielen aber neben dem behandelnden Arzt auch andere Berufsgruppen eine entscheidende Rolle, vor allem Molekularbiologen, Bioinformatiker und Computerfachleute. Für diese Wissenschaftler besteht kein Behandlungsauftrag, sie stehen nicht in einer Arzt-Patienten-Beziehung, folglich sind sie durch das Arztgeheimnis weder verpflichtet noch berechtigt. Insbesondere haben sie kein Recht auf Aussageverweigerung gegenüber Behörden und Gerichten.

Bei der Genomanalyse werden Ergebnisse gewonnen, die für die Behandlung und Vermeidung von Krankheiten wichtig sein können. Nur der nicht-ärztliche Wissenschaftler verfügt zunächst über dieses Wissen, aus dem ein Arzt möglicherweise therapeutische Konsequenzen ziehen kann. Würde er die Informationen nicht oder nicht vollständig ermitteln oder nicht an den Arzt weitergeben, könnte sich der Forscher wegen unterlassener Hilfeleistung strafbar machen. Die Grundlagenforschung gerät somit zunehmend in den Sog klinischer Behandlung.

Die Entstehung von EURAT

Der Schritt von der Grundlagenforschung zur medizinischen Anwendung der Genomsequenzierung war der Ausgangspunkt, um im Jahr 2011 die interdisziplinäre Projektgruppe EURAT in Heidelberg zu bilden. In ihr arbeiten Mediziner, Naturwissenschaftler, Bioinformatiker, Juristen, Ethiker und Wirtschaftswissenschaftler zusammen. Beteiligt sind neben der Universität Heidelberg das Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie und die Leibniz Universität Hannover. Finanziert wird EURAT im Rahmen der Exzellenzinitiative durch das Marsilius-Kolleg der Universität Heidelberg.

Ziel der interdisziplinären Arbeit ist es, am Standort Heidelberg rechtliche und ethische Maßstäbe für den klinischen Einsatz der Genomsequenzierung zu erarbeiten und die faszinierende Entwicklung dieser neuen technischen Möglichkeiten mit praxisnahen Vorschlägen zu begleiten. Dabei schützt das Recht den Patienten in seiner Persönlichkeit und Individualität, berücksichtigt seine Körperlichkeit und Verletzlichkeit und würdigt die Biographie des Patienten sowie seine Entwicklung. Ferner sucht es die Familie und den Beruf, die sozialen Strukturen und das kulturelle Umfeld zu verstehen, in denen der Patient in Freiheit lebt. Zugleich sollen die Chancen genutzt werden, die eine dynamisch fortschreitende Genomforschung bietet. Sie verbessert Diagnosen und Therapien und damit die Lebenserwartung und die Lebensqualität für viele Menschen.

Kodex für nicht-ärztliche Wissenschaftler

Im Jahr 2013 hat die EURAT-Gruppe einen Kodex von Pflichten und Rechten für nicht-ärztliche Wissenschaftler formuliert, der, ähnlich dem Standesethos der Ärzte, neue Formen der Verantwortung im Umgang mit dem Wissen über Patienten und deren Familien begründet. Nicht-ärztliche Wissenschaftler, die an der Auswertung und Erforschung von Patientengenomen beteiligt sind, unterliegen demnach einer Sorgfaltspflicht, Befunde sowie Zusatzbefunde, deren Bedeutung sie erkennen, an den behandelnden Arzt weiterzugeben. Ausgenommen sind Fälle, in denen sich Patienten – unter Bezugnahme auf das Recht auf Nichtwissen – bereits bei der Aufklärung durch den Arzt und in ihrer Einwilligungserklärung gegen die Rückmeldung von Zusatzbefunden entschieden haben. Zur aktiven Suche nach Befunden außerhalb des Forschungsauftrags sind die nicht-ärztlichen Wissenschaftler gemäß dem Kodex nicht verpflichtet.

Die große Menge sensibler genetischer Daten bedarf eines besonderen Schutzes. In den Datenschutzkonzepten für die beteiligten Forschungseinrichtungen und Kliniken muss eine Balance gefunden werden zwischen den Schutzinteressen der Patienten und den Anforderungen einer international vernetzten Forschung. Bei Genomdaten besteht dabei generell die Gefahr der „Re-Identifizierung“, denn jedes Genom ist einzigartig und deswegen einer Person zuzuordnen. Das Risiko einer Re-Identifizierung steigt, wenn gemeinsam mit den Genomdaten weitere personenbezogene Daten erfasst und in öffentlichen Datenbanken gespeichert werden. Individuelle Daten wie Alter, Geschlecht oder Herkunftsland müssen folglich mit großer Sorgfalt verschlüsselt, die Schlüssel in der Ursprungseinrichtung aufbewahrt werden.

Der Heidelberger Kodex schützt die Patienten, aber auch diejenigen, die ihn als Selbstverpflichtung unterzeichnen. Wer nach dem Kodex seiner Wissenschaftsorganisation handelt, verhält sich grundsätzlich rechtmäßig. Allerdings

„Die Genomsequenzierung bringt es mit sich, dass Ärzte und Wissenschaftler auf Befunde stoßen, die außerhalb der ursprünglichen diagnostischen Fragestellung liegen.“

bietet der Kodex keinen vollständigen Schutz, wenn der Wissenschaftler im Strafverfahren als Zeuge aussagen soll. Hier sollte der Gesetzgeber den Kreis der Zeugnisverweigerungsberechtigten erweitern.

Zweck des Zeugnisverweigerungsrechts ist der Schutz des Vertrauensverhältnisses zwischen den Angehörigen bestimmter Berufe und denen, die deren Hilfe und Fachwissen in Anspruch nehmen. Ärzte, Zahnärzte und Apotheker sind demgemäß berechtigt, vor Gericht oder anderen staatlichen Stellen über alles, was ihnen aus Anlass einer medizinischen Untersuchung oder Behandlung bekannt geworden ist, zu schweigen. Dieses Recht gilt auch für Gehilfen dieser Berufsgruppen. Der nicht-ärztliche Wissenschaftler jedoch arbeitet bei der Sequenzierung von Patienten-Genomen in der Regel eigenverantwortlich. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn er außerhalb eines ärztlichen Auftrags zusätzliche Befunde identifiziert und zurückmeldet.

Patienteninformation und Einwilligungserklärung

Ein klassisches Konzept der Medizinethik und des Medizinrechts ist die „informierte Einwilligung“. Dieses Schutzinstrument der Patientenautonomie verliert durch die Methoden der Gesamtgenomanalyse wie oben erläutert an Wirkungskraft. Die Ärzte bleiben aber rechtlich verpflichtet, den Patienten über Art und Bedeutung möglicher Befunde und Risiken aufzuklären und sein Einverständnis einzuholen. Deshalb schlägt die EURAT-Gruppe dem Patienten verschiedene Möglichkeiten der Rückmeldung von Ergebnissen aus der Ganzgenomanalyse vor. In der Patientenaufklärung kann er seine Entscheidung über den Informationseingriff und das dabei gewonnene Wissen differenziert äußern.

Wenn ein zusätzlicher Befund erhoben werden soll, muss in der Aufklärung geschildert werden, welche Informationen und Möglichkeiten dadurch eröffnet werden und welche Konsequenzen damit verbunden sind. Insbesondere sollte auf Zusatzbefunde hingewiesen werden, die erbliche Erkrankungen anzeigen. Diese können auch Familienangehörige betreffen. Gleichwohl kann nicht über alle Zusatzbefunde, die sich nach dem jeweiligen Stand des medizinischen Wissens mitteilen lassen, detailliert informiert werden. In der Aufklärung können deshalb nur Befund-Beispiele erläutert werden, zum Beispiel die genetischen Veränderungen, die erblicher Brustkrebs, erblicher Darmkrebs sowie bestimmte Herzmuskel- oder Stoffwechselerkrankungen bedingen. Weiterhin sollte dem Patienten vermittelt werden, welche Befundarten generell nicht ausgewertet und nicht mitgeteilt werden.

Auf Grundlage dieser Aufklärung sollte der Patient dem Arzt sagen können, ob er die Rückmeldung von Zusatzbefunden wünscht oder nicht. Der Kodex fordert zudem, dass die Ent-

scheidung, ob und welche Zusatzbefunde weitergegeben werden, neben dem Willen des Patienten und der Einschätzung des Arztes durch ein interdisziplinär besetztes Beratungsgremium und ein Erfahrungsregister unterstützt wird. Wenn die informierte Einwilligung so als Kommunikationsprozess gestaltet und das Verfahren der Einwilligung gestuft wird, muss schließlich auch die humangenetische Beratung als eine begleitende, fortdauernde Maßnahme ausgebaut werden.

Auch Nicht-Einwilligungsfähige sind in die Genomanalyse einzubeziehen; sie dürfen nicht vom medizinischen Fortschritt ausgeschlossen werden. In diesen Fällen, insbesondere, wenn es sich um Kinder handelt, ist ein besonderer Prozess der informierten Einwilligung unter Beteiligung von Eltern und Verwandten zu gestalten. Erkrankungsdispositionen, die erst im Erwachsenenalter zu einer Krankheit führen können und für die es keine therapeutischen Maßnahmen im Kindesalter gibt, sollten jedoch nicht mitgeteilt werden.

Marsilius-Kolleg: Brücken zwischen Disziplinen bauen

Als „Center for Advanced Study“ gehört das Marsilius-Kolleg zu den zentralen Projekten im Rahmen des Zukunftskonzepts, mit dem die Universität Heidelberg in beiden Runden der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder erfolgreich war. Es trägt dazu bei, wissenschaftlich tragfähige Brücken zwischen den verschiedensten Disziplinen zu schlagen, um auf diese Weise die Idee einer Volluniversität der Zukunft entscheidend zu fördern. Das Marsilius-Kolleg versteht sich als Ort der Begegnung und der Innovation, an dem disziplinübergreifende Forschungsprojekte initiiert sowie konkretisiert werden, wie zum Beispiel das Projekt „Ethische und Rechtliche Aspekte der Totalsequenzierung des menschlichen Genoms“ (EURAT).

Mitglieder von EURAT waren und sind:

Prof. Dr. Claus R. Bartram, Humangenetik | Prof. Dr. Roland Eils, Bioinformatik | Prof. Dr. Christof von Kalle, Onkologie | Prof. Dr. Dr. h.c. Paul Kirchhof, Verfassungsrecht | Dr. Jan Korbelt, Bioinformatik/Genomsequenzierung | Prof. Dr. Andreas E. Kulozik, Onkologie | Prof. Dr. Peter Lichter, Tumorgenetik/Genomsequenzierung | Prof. Dr. Peter Schirmacher, Pathologie/Biobanking | Prof. Dr. J.-Matthias Graf von der Schulenburg, Gesundheitsökonomie (Ende der Projektmitarbeit: Oktober 2013) | Prof. Dr. Klaus Tanner, Ethik/Theologie (Projektsprecher von 2011-2013) | Prof. Dr. Stefan Wiemann, Genomsequenzierung | Priv.-Doz. Dr. Dr. Eva Winkler, Onkologie/Ethik (Projektsprecherin) | Prof. Dr. Dr. h.c. Rüdiger Wolfrum, Verfassungsrecht/Völkerrecht

www.marsilius-kolleg.uni-heidelberg.de

UNDERSTANDING OUR GENETIC MAKEUP

AT THE LIMITS OF KNOWLEDGE

PAUL KIRCHHOF & KLAUS TANNER

The methods used to analyse the human genome are becoming ever more advanced. They allow researchers to identify genetic changes that are at the root of a number of diseases. But the sheer breadth of genetic information at our fingertips revolutionises our understanding of ‘sickness’ and ‘health’ and creates some controversy about how these new technologies may be used responsibly. That is why the Heidelberg Marsilius Kolleg established the project group ‘Ethical and Legal Aspects of Whole Genome Sequencing’ (EURAT) in 2011. In the group, researchers from different disciplines analyse the legal and ethical problems of genome research and develop feasible suggestions for its clinical application.

In 2013 the EURAT group drew up a code of rights and duties for non-medical researchers that establishes new forms of responsibility in the handling of information about patients and their families, not unlike the principles of medical ethics that apply to doctors. In particular, this code emphasises the necessity of obtaining the patients’ informed consent before sequencing, details the duties of the non-medical research personnel involved in the evaluation and investigation of patient genomes and provides a degree of legal protection. The EURAT code has now been adopted as legally binding procedure for the entire university. In addition, it contributes to the scientific exchange on the ethical and legal questions of whole genome sequencing in Germany and around the world. ●

“The methods of whole genome sequencing inevitably lead doctors and researchers to discover facts that go beyond the original diagnostic issue.”

PROF. DR H.C. PAUL KIRCHHOF was Professor of Public Law at Heidelberg University from 1981 to 2013 and headed the Institute for Financial and Tax Law as well as the 'Federal Tax Code' research unit housed at the institute. From 1987 to 1999 he also served as judge at the Federal Constitutional Court in Karlsruhe and contributed to many groundbreaking decisions in this capacity. Before coming to Heidelberg University, Prof. Kirchhof held a teaching and research position at the University of Münster for six years. In 2000 he was elected a member of the Heidelberg Academy of Sciences and Humanities, of which he became president in 2013. In addition to numerous scientific awards and honorary doctorates, Paul Kirchhof was awarded the Grand Cross of the Order of Merit of the Federal Republic of Germany in 1999. In March 2013 he was awarded the title of 'Seniorprofessor distinctus' of Heidelberg University.

Contact: kirchhofp@
jurs.uni-heidelberg.de

PROF. DR KLAUS TANNER was appointed to the Chair of Systematic Theology and Ethics at Heidelberg University in 2008. One focal area of his work is the ethical challenges and the potential for social conflict presented by modern biotechnologies. Prof. Tanner is co-founder and former speaker of the Heidelberg Marsilius project 'Ethical and Legal Aspects of Whole Genome Sequencing' (EURAT). He is also chairman of the Central Ethics Committee for Stem Cell Research of the German government and a former member of the Permanent Senate Commission on Genetic Research of the German Research Foundation. He served as expert advisor on the German Parliament's Study Commission on Law and Ethics in Modern Medicine in the 15th legislative period. Klaus Tanner is co-founder of the Interdisciplinary Centre Medicine – Ethics – Law at Martin Luther University Halle-Wittenberg, heads the Protestant Institute for Interdisciplinary Research (FEST) in Heidelberg and is a member of the National Academy of Sciences and Humanities 'Leopoldina'.

Contact: klaus.tanner@
wts.uni-heidelberg.de

Wirkungen der Stellungnahme

Der EURAT-Kodex und seine Erläuterungen wurden am 28. Januar 2014 vom Heidelberger Universitätsssenat als Satzung beschlossen. Der Kodex wird so im gesamten Universitätsbereich juristisch verbindlich. Im Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) wird auf die Stellungnahme der EURAT-Gruppe in einem Merkblatt hingewiesen, das von neuen Mitarbeitern bei Einstellung zu unterzeichnen ist. Sie verpflichten sich, von dem Kodex Kenntnis zu nehmen und seine Regelungen einzuhalten. Für bereits länger beschäftigte Mitarbeiter werden Schulungen organisiert, in denen die Stellungnahme bekannt gemacht wird. Auch im Rahmen-datenschutzkonzept, das in naher Zukunft verabschiedet wird, ist ein Hinweis auf den Kodex geplant. Bereits Ende 2013 gab es ein Schreiben des DKFZ-Vorstandes, der alle beteiligten Mitarbeiter bittet, nach dem Kodex zu handeln.

Der Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft für Grundsatzfragen der Genforschung wurde die Stellungnahme im Dezember 2013 erstmals vorgestellt. Die Kommission hat sich zu dem Kodex bekannt und wird sich bemühen, seine Verbreitung weiter voranzutreiben. Zudem haben die Empfehlungen von EURAT in den beteiligten Einrichtungen der Kommission Diskussionen über die normativen Probleme der Genomsequenzierung angestoßen, auf deren Grundlage vor Ort Handlungsmaßnahmen weiterentwickelt werden können.

Die Zukunft von EURAT

Die EURAT-Gruppe wird die normativen Herausforderungen der Genomsequenzierung am Forschungs- und Klinikstandort Heidelberg auch künftig weiter bearbeiten. Neben einer fortdauernden Vernetzung der beteiligten Ärzte und Forscher wird sich die Gruppe solchen Fragen widmen, die bei sogenannten retrospektiven Analysen entstehen. Damit ist die erneute Verwendung älterer genetischer Proben und Daten gemeint, die vor dem technischen Fortschritt der Sequenzierung gesammelt wurden und nach wie vor wertvolles Analysematerial für die Wissenschaftler darstellen. Abhängig von der Entwicklung der Computertechnologie muss das verabschiedete Datenschutzkonzept zudem weiter spezifiziert und an die neuen technischen Möglichkeiten angepasst werden.

Auch über die Grenzen Deutschlands hinaus trägt der Kodex der EURAT-Gruppe zum wissenschaftlichen Austausch über die ethischen und rechtlichen Fragen der Ganzgenomsequenzierung bei. So revidierte nun das Amerikanische Kolleg für Medizinische Genetik in seiner neuesten Stellungnahme die Empfehlung, bestimmte Zusatzbefunde gegen den Patientenwillen rückzumelden. Dies bestätigt die Bedeutung des Heidelberger Kodexes auch für den internationalen Raum. ●

**„Der Heidelberger Kodex
schützt die Patienten,
aber auch diejenigen, die ihn
als Selbstverpflichtung
unterzeichnen.“**

CHANCEN

DER NANOSKOPIE

CHANCEN DER NANOSKOPIE

ZOOM IN DIE ZELLE

DIRK-PETER HERTEN & OLIVER TILL FACKLER

Hochauflösende Mikroskopie-Techniken erlauben es heute, den Molekülen bei der Arbeit zuzusehen. Die detailreichen Einblicke in das Leben der Zellen lassen besser verstehen, wie es zu Krankheiten kommt. Das verspricht molekülgenaue Diagnosen und präzise ansetzende Medikamente.

A

Alzheimer, Parkinson, Aids oder Krebs unterscheiden sich sehr in ihren Ursachen und Auswirkungen. Doch sie haben auch eine Gemeinsamkeit: Sie beginnen mit Veränderungen der Moleküle und deren Zusammenarbeit im Innern von Zellen. Mit den herkömmlichen Lichtmikroskopen war es bislang nicht möglich, solche molekularen Veränderungen zu beobachten und zu untersuchen – das Auflösungsvermögen der Mikroskope reichte dazu nicht aus. Mittlerweile jedoch konnte dieses Problem weitgehend behoben werden: Dank der Forschungsarbeiten der Chemie-Nobelpreisträger des Jahres 2014, Stefan Hell, Eric Betzig und William Moerner, gelingt es heute, einzelne Moleküle nachzuweisen und Strukturen in lebenden Zellen abzubilden, die eine Größenordnung unter der üblichen optischen Auflösung von Lichtmikroskopen liegen. So wird es erstmals möglich, krankhafte Veränderungen unmittelbar auf molekularer Ebene zu beobachten, und es lässt sich besser nachvollziehen, wie es zu Krankheiten kommt. Dies lässt auf neue Diagnose- und Behandlungsmethoden hoffen.

Das Beispiel Aids

Infektionen mit dem Aids erzeugenden „Humanen Immundefizienz-Virus“, kurz HIV, sind ein Beispiel dafür, wie aufgrund des Umprogrammierens menschlicher Zellen Krankheiten entstehen. Viren sind obligate Zellparasiten, das heißt, sie können sich nur mithilfe von Zellen vermehren. Die Viren dringen dazu in die Körperzellen ein und missbrauchen deren Lebensfunktionen zu eigenen Zwecken. Daraufhin entstehen große Mengen neuer Viren, die wiederum Körperzellen befallen.

Im Falle von HIV verfügen die Ärzte über eine breite Palette von Medikamenten, mit denen die Vermehrung der Viren im Körper infizierter Menschen eingedämmt werden kann. Mit der Zeit widerstehen die Viren jedoch den Wirkstoffen, sie werden „resistent“. Dann wird es notwendig, die Patienten mit anderen Medikamenten oder Medikamentenkombinationen zu behandeln. Die derzeitige HIV-Therapie muss zudem lebenslang erfolgen: Mit den Wirkstoffen lässt sich die Ausbreitung der Viren zwar kontrollieren – endgültig aus dem Körper der Patienten vertreiben können die Medikamente die Viren jedoch nicht. Ein Impfstoff, der vor einer Infektion mit HIV schützen könnte, ist nicht verfügbar. Die Entwicklung neuer oder ergänzender Therapieoptionen ist daher nach wie vor ein wichtiges Ziel der Forschung.

Alle derzeit verfügbaren Medikamente richten sich gegen bestimmte Schritte im Lebenszyklus der Viren. Zum Teil können diese Infektionsprozesse mit hochauflösenden

Mikroskopieverfahren bereits sichtbar gemacht und analysiert werden. Bislang noch wenig verstanden ist allerdings, wie es dem HI-Virus gelingt, seine Zielzellen zu manipulieren. Diese Mechanismen wollen wir mit unseren Arbeiten aufklären. Eines unserer Ziele dabei ist es, bislang unbekannte Strukturen zu identifizieren, an denen Wirkstoffe ansetzen können, und so zusätzliche Therapieoptionen zu bieten.

Die Achillesferse des HI-Virus

Das HI-Virus befällt zwei grundverschiedene Zelltypen des menschlichen Körpers: die Makrophagen (Fresszellen) und die „T-Helferzellen“ des Immunsystems. T-Helferzellen sind sehr wichtig für die Immunantwort unseres Körpers: Sobald eine T-Helferzelle erkannt hat, dass eine Körperzelle von einem Erreger befallen ist, wird sie aktiv und signalisiert anderen Zellen des Immunsystems, Abwehrmoleküle, sogenannte Antikörper, zu bilden. Interessanterweise kann sich das HI-Virus nur in aktivierten T-Helferzellen effizient vermehren – der Aktivierungszustand der T-Helferzelle definiert also deren Zugänglichkeit für das Virus.

Das HI-Virus wiederum hat Mechanismen entwickelt, den Aktivierungszustand der T-Helferzellen zu seinen Gunsten zu manipulieren. Dabei kommt dem HIV-Protein „Nef“



PROF. DR. DIRK-PETER HERTZEN ist Chemiker und leitet seit dem Jahr 2007 eine unabhängige Nachwuchsgruppe, die im Rahmen des Exzellenzclusters „Zelluläre Netzwerke“ in der Physikalischen Chemie eingerichtet wurde. Im Februar 2015 hat er den Ruf auf eine Startprofessur in der Physikalischen Chemie der Universität Heidelberg angenommen. Die Schwerpunkte seiner Arbeitsgruppe liegen im Bereich der Entwicklung von mikroskopischen Techniken und schaltbaren Fluoreszenzsonden sowie der Anwendung von Einzelmolekül-Techniken zur Untersuchung chemischer Reaktionen und zur Beobachtung zellbiologischer Prozesse in lebenden Zellen. Seit Oktober 2013 koordiniert er das BMBF-Verbundprojekt Switch-Click Microscopy.

Kontakt: dirk-peter.hertzen@urz.uni-hd.de

Neues Schwerpunktprogramm zur angeborenen Immunreaktion

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat im März 2015 die Einrichtung eines neuen Schwerpunktprogrammes (SPP) „Innate Sensing and Restriction of Retroviruses“ an der Universität Heidelberg beschlossen. Ziel des Programms ist es, angeborene Immunreaktionen gegen Retroviren zu untersuchen, zu denen unter anderem auch das HI-Virus gehört. Im Gegensatz zu adaptiven Immunreaktionen, etwa der Produktion von Antikörpern und zytotoxischen T-Zellen, sind die Mechanismen der angeborenen Immunantwort zur Abwehr retroviraler Infektionen nur sehr lückenhaft bekannt. In jüngster Zeit wurden wichtige Elemente der zellulären Erkennungsmaschinerie entdeckt und Zellsysteme entwickelt, in denen deren Funktion studiert werden kann. Darauf aufbauend werden in dem neuen Schwerpunktprogramm Retrovirologen und Immunologen mit Experten zusammenarbeiten, die Schlüsseltechnologien für die Quantifizierung und Visualisierung angeborener Immunreaktionen entwickeln. Langfristig wird ein gesteigertes Verständnis der angeborenen Immunerkennung von Retroviren zur Verbesserung antiviraler Impf- und Therapiestrategien beitragen. Koordinator des neuen Schwerpunktprogramms, das im Jahr 2016 seine Arbeit aufnehmen wird, ist Prof. Dr. Oliver T. Fackler.

eine wesentliche Rolle zu: Es sorgt dafür, dass sich die Viren in den befallenen T-Helferzellen gut vermehren können, und trägt auf diese Weise entscheidend zur Ausbildung der Immunschwäche Aids bei. Dazu verändert das HIV-eigene Protein Nef bestimmte molekulare Ereignisse, die während der Aktivierung der T-Zellen stattfinden, um einen Zustand herbeizuführen, der für die Vermehrung der Viren optimal ist. Unsere Arbeiten sowie die vieler anderer Arbeitsgruppen konnten die Manipulation der T-Helferzell-Aktivierung durch die HI-Viren mittlerweile als eine „Achillesferse“ identifizieren, die womöglich therapeutisch nutzbar ist.

Die Aktivierung der T-Zellen erfolgt im Laufe der Kommunikation verschiedener Immunzellen und wird durch den direkten Kontakt dieser Zellen vermittelt: Die T-Helferzelle erkennt mit einem Protein, das sie auf ihrer Oberfläche trägt (dem „T-Zell-Rezeptor“), kleine körperfremde Strukturen, sogenannte Antigene. Sie werden von „Antigen-präsentierenden Zellen“ als Zeichen für den Befall mit einem Infektionserreger dargeboten. Wenn die T-Zelle dieses „Erkennungszeichen“ mithilfe ihres Rezeptors identifiziert, folgt eine molekulare Signalkaskade, die mit der Aktivierung der T-Helferzelle endet.

Werden immunologische und bildgebende Verfahren miteinander kombiniert, ist es möglich, die Moleküle der Signalkaskade in den Zellen sichtbar zu machen. Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, dass die Übertragung (Transduktion) der Signale sehr präzise mithilfe sogenannter Signaltransduktions-Mikrocluster erfolgt. Diese Cluster lassen sich besonders gut nachweisen, wenn man T-Helferzellen im Labor auf Oberflächen fixiert, die aufgrund ihrer Eigenschaften Stimuli vermitteln, die denen Antigen-präsentierender Zellen entsprechen. Als Antwort auf die Stimulation breiten sich die T-Helferzellen auf der Oberfläche aus und „beordern“ Signaltransduktions-Moleküle in definierte Bereiche – die „Mikrocluster“. Das Nef-Protein des HI-Virus verhindert, dass die T-Helferzellen sich ausbreiten – und es verändert die Zusammensetzung der Mikrocluster.

Die zentralen Fragen sind nun: Welche einzelnen Komponenten werden von Nef manipuliert, und auf welche Weise beeinflusst Nef die Zusammensetzung der Cluster? Weil die Cluster sehr klein (circa zehn Nanometer) und sehr kurzlebig sind (sie existieren nur für etwa zwei Minuten), lassen sich diese Fragen mit herkömmlichen biochemischen oder mikroskopischen Ansätzen nicht beantworten. Dazu bedarf es neuer hochauflösender Mikroskopie-Verfahren.

Neue Mikroskopie-Techniken – neue Einsichten

Die begrenzte optische Auflösung herkömmlicher Lichtmikroskopie ist ein Phänomen der Lichtbeugung. Licht lässt

sich physikalisch sehr gut mit der Ausbreitung von Wellen beschreiben: Wellen können sich gegenseitig überlagern und hierdurch vielfältige Muster bilden, die der ursprünglichen Quelle in ihrer Form nicht mehr entsprechen – das im Mikroskop erzeugte Bild weist dann eine räumliche Ausdehnung aus, die mehr mit dem Durchmesser der Linsensysteme und der Farbe des Lichts zu tun hat als mit der Größe des abgebildeten Objekts.

Als Faustregel gilt, dass die Auflösung optischer Systeme bestenfalls bei etwa der halben Wellenlänge des beobachteten Lichts liegt. Bei roter Beleuchtung beträgt die Auflösung also etwa 0,3 Mikrometer und bei blauer Beleuchtung 0,2 Mikrometer. Mit der Lichtmikroskopie kann man also bestenfalls 2.000stel Millimeter auflösen. Die Abbildung kleinerer Objekte gelingt nicht – sie verschmelzen zu einem einzigen verschwommenen Fleck. Folglich können mit der herkömmlichen Lichtmikroskopie so kleine Strukturen wie die Signaltransduktions-Mikrocluster nicht untersucht und die Anzahl der daran beteiligten Proteine nicht ermittelt werden.

Eine Lösung für das generelle Problem der nicht ausreichenden lichtmikroskopischen Auflösung begann sich im Jahr 1989 abzuzeichnen. Damals gelang es dem amerikanischen Physiker William Moerner und seinen Mitarbeitern erstmals, einzelne Moleküle mithilfe der Spektroskopie sichtbar zu machen – mit flüssigem Helium und bei sehr tiefen Temperaturen. Bereits ein Jahr später erfolgten ähnliche Versuche bei Raumtemperatur und in Lösung. Daraufhin entwickelte sich die „Einzelmolekül-Spektroskopie“ rasch zu einem wichtigen Forschungsgebiet. Heute lassen sich einzelne Moleküle mit verbesserten Fluoreszenzmikroskopen abbilden und verfolgen. Aus den stochastischen Änderungen der Fluoreszenzintensität einzelner Moleküle lässt sich dabei auch auf Änderungen ihrer Zustände schließen. Auf diese Weise ist es möglich, die Dynamik der Moleküle unmittelbar zu verfolgen. Insgesamt haben Einzelmolekül-Techniken in den vergangenen 25 Jahren ungeahnte Möglichkeiten eröffnet, molekulare Prozesse zu untersuchen – nicht nur in der Biophysik, wo sie es erlauben, dynamische Prozesse von Proteinen

„Hochauflösende Mikroskopie-Techniken erlauben es heute, einzelne Moleküle in lebenden Zellen nachzuweisen. Das macht es erstmals möglich, krankhafte Veränderungen unmittelbar auf molekularer Ebene zu beobachten.“



PROF. DR. OLIVER TILL FACKLER leitet seit dem Jahr 2013 die Sektion „Integrative Virologie“ am Department für Infektiologie des Universitätsklinikums Heidelberg. Er ist Biologe und baute nach einem dreijährigen Forschungsaufenthalt an der University of California in San Francisco im Jahr 2001 eine Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe am Universitätsklinikum auf. 2007 schließlich wurde er hier auf eine Professur berufen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen auf der Zellbiologie, Immunologie und Pathogenese der HIV-Infektion.

Kontakt: oliver.fackler@med.uni-heidelberg.de

und Proteinverbänden zu studieren. Auch in den Materialwissenschaften werden sie eingesetzt, beispielsweise, um „OLED-Materialien“ (OLED = Organic Light Emitting Diodes) zu charakterisieren, sowie in der Chemie, um die chemische Transformation einzelner Moleküle direkt zu verfolgen.

Für alle diese Anwendungen wird ein zu beobachtendes Molekül mit einem Fluoreszenzfarbstoff verknüpft – so wird es möglich, Veränderungen des Moleküls als Änderung des Fluoreszenzsignals zu erkennen. Da einzelne Moleküle isolierte Quantensysteme darstellen, erfolgen diese Änderungen sprunghaft: Das Fluoreszenzsignal wird an- oder ausgeschaltet, oder die abgestrahlte Fluoreszenz ändert plötzlich ihre Farbe.

Ein Schalter für die verbesserte Auflösung

Genau diese sprunghaften Zustandsänderungen haben sich als Schlüssel erwiesen, um die Auflösung von Lichtmikroskopen zu verbessern. Wie bei den meisten genialen Ideen ist auch hier der prinzipielle Ansatz trivial: Eine Ansammlung dicht beieinanderliegender Lichtquellen erscheint deshalb als verschwommener Fleck, weil sich die Lichtflecken aller Lichtquellen summieren. Sorgt man aber dafür, dass die Lichtquellen einzeln und nacheinander leuchten, erscheinen die Lichtflecken leicht gegeneinander verschoben. Stellt man also sicher, dass nur einzelne Lichtflecken abgebildet werden, kann man deren Lage mit höherer Genauigkeit bestimmen. Der Chemie-Nobelpreis des vergangenen Jahres ging an zwei Forscher, die sich dieses Prinzip zunutze gemacht haben, um auf jeweils unterschiedlichen Wegen Mikroskopie-Techniken zu entwickeln, die eine rund zehnfach bessere Auflösung erreichen als herkömmliche Methoden. Einer der Preisträger, der deutsche Physiker Stefan Hell, wurde von der Universität Heidelberg promoviert, schloss hier seine Habilitation ab und lehrt an der Universität seit dem Jahr 2003 als außerplanmäßiger Professor. Mit den neuen Techniken sind erstmals Objekte auf einer Größenskala von rund 0,02 Mikrometern zugänglich – was etwa der Größe kleinerer Proteinverbände entspricht.

Die von Eric Betzig und seinen Mitarbeitern entwickelte Methode nutzt das beschriebene Prinzip direkt: Der größte Teil aller Fluoreszenzfarbstoff-Moleküle in einer Probe, beispielsweise in einer Zelle, sind in einem dunklen (nicht-fluoreszenten) Zustand, und nur wenige werden in den „An“-Zustand (fluoreszent) geschaltet. Diese Schaltprozesse passieren ständig und zufällig. Deshalb nimmt man von der Probe einen kompletten Film auf, aus dessen einzelnen Bildern anschließend die Informationen über die Lage der Farbstoffmoleküle gewonnen und in einem resultierenden Bild höherer Auflösung gesammelt werden können.

Entwicklung neuartiger Mikroskopie-Methoden

Im Verbund „Switch-Click Microscopy“ werden neue Fluoreszenzmarker und Fluoreszenzmarkierungs-Verfahren für die Hochauflösungs-Mikroskopie im medizinischen Kontext der HIV-Infektion erforscht. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung seit Oktober 2013 in der Initiative „Biophotonik“ mit rund 4,6 Millionen Euro gefördert. Beteiligt sind neben den Fakultäten für Biowissenschaften und für Medizin der Universität Heidelberg auch das Heidelberger „European Molecular Biology Laboratory“ (EMBL), die Julius-Maximilian-Universität in Würzburg sowie die Unternehmen „ATTO-TEC“ aus Siegen, „Sirius Feinchemikalien“ aus Bremen, „TOP-TICA“ aus München und „Picoquant“ aus Berlin.

Es liegt auf der Hand, dass die Qualität der mikroskopischen Aufnahme von der Dynamik des Schaltprozesses abhängt. Denn es muss sichergestellt sein, dass nur wenige Moleküle leuchten – diese aber mit möglichst hoher Lichtausbeute. Nur so lässt sich deren Lage genau bestimmen. Es ist deshalb erforderlich, die Schaltprozesse auf molekularer Ebene zu kontrollieren. Bei allen genannten Methoden geschieht dies derzeit mithilfe von Licht. Um die Farbstoffe zu aktivieren oder zu deaktivieren, muss das Präparat also mit einem gewissen Quantum an Licht bestrahlt werden, entweder der Anregungswellenlänge oder einer anderen durch den Schaltprozess vorgegebenen Wellenlänge. Da aber gleichzeitig auch die Fluoreszenz durch das Bestrahlen mit Licht angeregt wird – was ausschlaggebend für die Bildqualität ist –, muss meist ein Kompromiss in der Bestrahlungsleistung gefunden werden.

Neue Sonden für eine noch bessere Mikroskopie

Wir verfolgen seit einigen Jahren das Ziel, die Schaltprozesse von der Fluoreszenzanregung zu entkoppeln: Auf diese Weise ließen sich beide unabhängig voneinander optimieren. Eine Grundlage unserer Arbeiten sind „Fluoreszenzsonden“, wie sie beispielsweise zum Nachweis von Chemikalien, etwa von Schwermetallen, eingesetzt werden. Fluoreszenzsonden, mit denen man die Zusammensetzung von Stoffen analysieren kann, nutzen das analoge Prinzip: Das Binden des zu untersuchenden Stoffes (Analyten) beeinflusst die spektroskopischen Eigenschaften der Sonde, und die Fluoreszenz kann an- und ausgeschaltet werden. Im Unterschied hierzu muss der Schaltprozess für die uns interessierenden biologischen Anwendungen aber reversibel sein.

Zurzeit arbeiten wir an Fluoreszenzsonden, die durch Zugabe von Kupfer(II)-Salzen ausgeschaltet werden. Prinzipiell können aber beliebige Reaktionen genutzt werden, beispielsweise Reaktionen mit Kationen, die

THE POSSIBILITIES OF NANOSCOPY

ZOOMING INTO THE CELL

DIRK-PETER HERTEN & OLIVER TILL FACKLER

Alzheimer's disease, Parkinson's disease, AIDS and cancer differ greatly in their causes and effects. But they have one thing in common: They all begin with a change in molecules and their cooperation inside the cells. Until recently, it was impossible to observe and examine such molecular changes – the resolution of conventional light microscopes was too low. Now, however, this problem has been virtually solved: New, high-resolution microscopy techniques allow scientists to detect individual molecules and depict structures inside living cells that are one order of magnitude below the usual optical resolution of light microscopes. For the first time, we can observe pathological changes directly at the molecular level.

We are currently attempting to implement these new microscopy techniques in the area of HIV research. One important mechanism of HIV's pathogenic effect is its ability to interfere with the communication of T-helper cells – the main targets of HIV – in such a way that the cells can no longer trigger an efficient immune response to the virus. Our aim is to observe and quantify the molecular events of this mechanism with the improved microscopic resolution. These new insights into the interaction of viral and human proteins will supply important information on the mode of operation of the HI virus. They will help us understand how diseases develop and deliver accurate diagnoses at the molecular level and the chance for high-precision drug therapies. ●

PROF. DR DIRK-PETER HERTEN is a chemist and has been heading an independent research group in the field of physical chemistry within the 'Cellular Networks' cluster since 2007. In February 2015, he accepted a starting professorship in physical chemistry at Heidelberg University. His work group focuses on developing microscopy techniques and switchable fluorescent probes, and on applying single molecule techniques to the examination of chemical reactions and the observation of cellular processes in living cells. Prof. Herten has been coordinating the joint BMBF-funded project 'Switch-Click Microscopy' since October 2013.

Contact: dirk-peter.herten@urz.uni-hd.de

PROF. DR OLIVER TILL FACKLER has been heading the 'Integrative Virology' section of Heidelberg University Hospital's Department of Infectious Diseases since 2013. After completing a three-year research stay at the University of California in San Francisco, the biologist established an Emmy Noether junior research group at the university hospital in 2001. In 2007 he accepted a professorship in Heidelberg. Prof. Fackler's research interests are cellular biology, immunology and the pathogenesis of HIV infection.

Contact: oliver.fackler@med.uni-heidelberg.de

“Improved microscopy techniques allow us to detect individual molecules in living cells. For the first time, we can observe pathological changes directly at the molecular level.”

in biologischen Materialien vorkommen (etwa Calcium oder Natrium), oder reversible intramolekulare Reaktionen. Zur Kontrolle der Sonden in der Bildgebung wird die Konzentration der Analytmoleküle so eingestellt, dass die meisten Fluoreszenzmarker sich im „Aus“-Zustand befinden. Die Analytmoleküle bewegen sich durch freie Diffusion in der Probe: Sie können so mit den verschiedenen Markern in Wechselwirkung treten und sie an- beziehungsweise ausschalten. Die Fluoreszenzanregung kann damit also unabhängig vom Schalten für die Bildgebung optimiert werden und hat die Chance, eine höhere Präzision zu erreichen. Das Resultat ist eine Einzelmolekül-basierte hochauflösende Mikroskopie-Methode, für die Fluoreszenzmarker eingesetzt werden, die sich durch die Zugabe bestimmter Reagenzien kontrollieren lassen.

Mit der Entwicklung derartiger Fluoreszenzmarker, die durch reversible chemische Reaktionen kontrolliert werden und selbstständig ihre Fluoreszenzaktivität schalten, verfolgen wir einen neuen Ansatz der Einzelmolekül-basierten Hochauflösungs-Mikroskopie. Zurzeit versuchen wir, die neuen Sonden im Bereich der HIV-Forschung zu implementieren. Unser Ziel dabei ist es – wie oben beschrieben –, die molekularen Ereignisse, über die das HI-Virus Signalübertragungs-Wege in der Zelle manipuliert, mit verbesserter mikroskopischer Auflösung zu beobachten und quantitativ zu erfassen. Diese neuartigen Einblicke in die Interaktionen viraler und menschlicher Proteine werden wichtige Erkenntnisse über die Arbeitsweise des HI-Virus liefern und versprechen neue Ansatzpunkte für Medikamente. ●

„Neue Sonden machen eine noch bessere Mikroskopie möglich. Sie werden derzeit in der HIV-Forschung erprobt und versprechen molekulare Ansatzpunkte für zielgerichtet wirkende Medikamente.“

VOM

KRANNKEN

**MANN
EUROPAS**

VOM KRANKEN MANN EUROPAS ...

... ZUM VORBILDLICHEN PATIENTEN

REIMUT ZOHLNHÖFER

Die deutsche Wirtschaft hat in den vergangenen knapp zwei Jahrzehnten einen erstaunlichen Wandel vollzogen: von einem „kranken Mann“, wie die Presse schrieb, zu einem vorbildlichen Patienten, einem „Beschäftigungswunder“ geradezu. Wichtig für die Genesung war eine Reihe politischer Reformen, die in den Jahren von 2002 bis 2008 auf den Weg gebracht wurden. Ihr Auslöser: die Angst vor dem Wähler.



Im Juni 1999 erschien im britischen Wirtschaftsblatt „The Economist“ ein Artikel über den Zustand der deutschen Wirtschaft, der überschrieben war mit den Worten: „The sick man of the Euro“. In der Tat stellte sich die Situation düster dar: Die Wirtschaft wuchs kaum, die Arbeitslosigkeit war auf über vier Millionen gestiegen, und nur mit Mühe hatte es die Bundesregierung geschafft, das Haushaltsdefizit im Jahr 1997 – dem Referenzjahr für die Aufnahme in die Europäische Währungsunion – unter die hierfür erforderlichen drei Prozent am Bruttoinlandsprodukt zu drücken. Und die Krankheit besserte sich in den Folgejahren nicht, im Gegenteil, sie schien chronisch geworden zu sein: Zwischen 2002 und 2005 überschritt das gesamtstaatliche Defizit alljährlich die Drei-Prozent-Schwelle, womit Deutschland als eines der ersten Länder gegen den Stabilitäts- und Wachstumspakt der EU verstieß – lange vor Griechenland, Spanien oder Italien. Die Arbeitslosigkeit schoss Anfang 2005 sogar auf über fünf Millionen, und die Wirtschaft stagnierte weiter.

Chronisch hatte diese Krankheit werden können, so eine weitverbreitete Diagnose, weil Bundesregierungen verschiedener parteipolitischer Couleur nicht in der Lage oder willens waren, Reformen durchzusetzen, die den verkrusteten Arbeitsmarkt liberalisiert, die hohen Lohnnebenkosten begrenzt und die Steuerlast für Unternehmen gesenkt hätten. „Reformstau“ war das Wort des Jahres 1997 geworden, aber es blieb auch in der Folgezeit in regem Gebrauch.

Zehn Jahre später erscheinen diese Diagnosen aus einer ganz anderen Zeit zu stammen, der Patient ist nach weitverbreiteter Auffassung als geheilt zu entlassen. Die Entwicklung des deutschen Arbeitsmarktes wird auch von ernst zu nehmenden Wissenschaftlern sowie der OECD, der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, als „Beschäftigungswunder“ bezeichnet – und das nicht zu Unrecht, wurden doch 2014 mehr als 42 Millionen Arbeitnehmer in Deutschland gezählt, und damit mehr als jemals zuvor in der Nachkriegsgeschichte.

Natürlich ist die Politik nicht allein verantwortlich für den derzeitigen Beschäftigungsboom – auch die moderate Lohnpolitik, die Flexibilisierung im System der industriellen Beziehungen und die im Vergleich zur Jahrtausendwende

ungleich niedrigeren Realzinsen spielen eine wichtige Rolle. Doch die Politik hat eben mit einer ganzen Reihe von Reformen, insbesondere den sogenannten Hartz-Reformen, auch ihren Beitrag zur Wende auf dem Arbeitsmarkt geleistet. Zudem hat sie die Sozialsysteme, von der Rente bis zur Krankenversicherung, mehrfach reformiert, die lange Zeit hohen Sätze der Unternehmensteuer auf ein im europäischen Vergleich mittleres Niveau gesenkt und sogar in der Familienpolitik Anschluss an die Vorreiter in diesem Politikfeld gefunden.

Warum taten sich verschiedene Bundesregierungen in den 1990er-Jahren aber so schwer mit reformpolitischen Veränderungen und wieso konnte der Reformstau zwischen 2002 und 2008 überwunden werden?

Die Gründe des Reformstaus

Es besteht weitreichender Konsens in der politikwissenschaftlichen Literatur, dass die Durchsetzung tief greifender Reformen im politischen System der Bundesrepublik Deutschland in der Regel sehr schwer ist. In erster Linie wird hierbei die Rolle des Bundesrates betont, der seit 1990 zumeist andere, häufig entgegengesetzte Mehrheiten als der Bundestag aufweist. Und tatsächlich scheiterte insbesondere die Regierung Kohl gegen Ende ihrer Amtszeit immer wieder mit größeren Reformprojekten an der rot-grünen Mehrheit in der Länderkammer. Das prominenteste Beispiel hierfür ist zweifellos die 1997 geplatzte Steuerreform.

Meine Analysen der Wirtschaftspolitik seit den 1990er-Jahren verweisen allerdings darauf, dass auch akteursbezogene Gründe für den Reformstau bis 2002 verantwortlich waren. Parteien sind zweifellos die zentralen Akteure politischer Willensbildung in der Bundesrepublik. Sie sind es, die Reformen letztlich auf die Agenda bringen, verabschieden und vor den Wählern vertreten müssen. Und die Wähler stellten in der Tat eine zentrale Hürde für die Durchsetzung liberaler Reformpolitik dar. Die Regierung Kohl wurde für ihre ersten Ansätze in diese Richtung Mitte der 1990er-Jahre mit der Abwahl bestraft, und die neu ins Amt gekommene rot-grüne Koalition hatte nichts Eiligeres zu tun, als die liberalen Reformen der Kohl-Regierung, die sie im Bundesrat nicht hatte verhindern können, zurückzunehmen – von der Rente über die Gesundheit bis zum Arbeitsmarkt. Auch etwaige Reformbestrebungen der Regierung Schröder, etwa ein Sparpaket, das Hans Eichel kurz nach seiner Ernennung zum Finanzminister 1999 auflegte, wurden umgehend sanktioniert: Es folgte ein Absturz in den Umfragen und Niederlagen bei Landtagswahlen, die wiederum schnell die Mehrheitsverhältnisse im Bundesrat zum Kippen brachten. Entsprechend hielt sich die Regierung Schröder – ebenso wie ihre christlich-liberale Vorgängerin – so lange wie irgend möglich mit nennenswerten Reformen zurück.

„Warum taten sich verschiedene Bundesregierungen in den 1990er-Jahren so schwer mit reform- politischen Veränderungen?“

Hinzu kam im Falle der rot-grünen Koalition, dass die SPD (und damit der Koalitionspartner, der die Wirtschafts- und Sozialpolitik weitgehend monopolisiert hatte) selbst nicht recht wusste, wie der Patient deutsche Wirtschaft behandelt werden sollte: Sollte man es eher, wie es dem linken Parteiflügel vorschwebte, mit einer Ausweitung der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage und einer umfassenden Sozialpolitik versuchen, oder versprach die Therapie des Modernisiererflügels mehr Erfolg, die einen Umbau des Sozialstaates sowie des Arbeitsmarktes vorsah? Gerade in der Beschäftigungspolitik konnte sich zunächst kein Flügel durchsetzen, sodass Abwarten – Schröder sprach von einer „Politik der ruhigen Hand“ – auch in dieser Hinsicht das politisch sicherste Vorgehen zu sein schien.

Das deutsche Reformwunder

Warum aber kam es dann gerade ab 2002 zu einer Überwindung des Reformstaus, die geradezu als deutsches Reformwunder bezeichnet werden könnte? Besonders bemerkenswert ist, dass es hierzu keines Regierungswechsels bedurfte, wie man – auch auf der Basis verschiedener politikwissenschaftlicher Theorieschulen – erwarten könnte. Vielmehr brachte die gleiche rot-grüne Regierung, die in den ersten dreieinhalb Jahren ihrer Amtszeit kaum nennenswerte Reformen verabschiedet hatte, ab 2002 mit den Hartz-Reformen und der Agenda 2010 richtungsweisende Veränderungen auf den Weg, die dann ab 2005

**„Reformstau
war das Wort
des Jahres
1997, aber
auch in
der Folgezeit
blieb es
in regem
Gebrauch.“**

in den ersten Jahren der ersten Großen Koalition unter Angela Merkel durch die Unternehmenssteuerreform, die Erhöhung des Renteneintrittsalters und die Reform der Familienpolitik abgerundet wurden. Was kann diesen Wandel erklären?

Natürlich müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, der zentrale Auslöser für die gewachsene Reformbereitschaft der Regierung Schröder aber war die Angst vor dem Wähler. Das mag eine irritierende Schlussfolgerung sein, ist weiter oben doch argumentiert worden, dass die Wählerschaft Regierungsparteien üblicherweise für Reformen bestraft hat, sodass diese so lange wie nur möglich aufgeschoben wurden. Im Jahr 2002 jedoch schien ein Aufschieben der Reformen ebenfalls nur noch zum Preis des Machtverlusts zu haben. Gerhard Schröder hatte im Wahlkampf 1998 angekündigt, er wolle sich an der Reduzierung der Arbeitslosigkeit messen lassen, und als konkretes Ziel eine Senkung der Zahl der Arbeitslosen auf 3,5 Millionen bis zur kommenden Wahl im Jahr 2002 genannt. Spätestens im Winter 2001/02 wurde den Entscheidungsträgern im Bundeskanzleramt jedoch klar, dass dieses Ziel nicht mehr erreicht werden würde; und die Opposition machte sich daran, ihren Wahlkampf auf das beschäftigungspolitische Scheitern der rot-grünen Koalition hin auszulegen.



PROF. DR. REIMUT ZOHLNHÖFER ist seit 2011 Professor für Politische Wissenschaft an der Universität Heidelberg. Zuvor forschte und lehrte er am Zentrum für Sozialpolitik der Universität Bremen sowie am Center for European Studies der Harvard University und hatte eine Professur für international vergleichende Politikfeldanalyse der Universität Bamberg inne. Fokus seiner Forschung ist es, die Determinanten wirtschafts- und sozialpolitischer Willensbildungsprozesse in Deutschland sowie den entwickelten Demokratien Europas und Nordamerikas zu analysieren.

Kontakt: reimut.zohnhoefer@ipw.uni-heidelberg.de

Die Regierung war also vor die Wahl gestellt, entweder wegen des beschäftigungspolitischen Scheiterns abgewählt zu werden oder unpopuläre Reformen einzuleiten. Diese konnten zwar auch zur eigenen Abwahl beitragen, im Falle eines Erfolges würden sie aber zumindest die Arbeitslosigkeit deutlich senken. Schröder und die Verantwortlichen im Kanzleramt entschieden sich für letztere Option – übrigens auch im internationalen Vergleich kein untypisches Muster.

Auf Linie gebracht

Doch mit der Bereitschaft der Regierungsspitze, Reformen in Angriff zu nehmen, ist deren Verabschiedung gerade im mit Vetoakteuren gespickten System der Bundesrepublik noch keineswegs gesichert. Sowohl die Uneinigkeit der SPD als auch die Oppositionsmehrheit im Bundesrat hatten zuvor wiederholt weitreichende Reformen verhindert. Wieso nicht im Falle der Agenda 2010?

Die Zustimmung der SPD sicherten sich Schröder und seine Mitstreiter durch eine selten zu beobachtende Zentralisierung des politischen Willensbildungsprozesses. Zum einen wurden mit der Hartz-Kommission die Routinen des deutschen Politikbetriebes übergangen, indem man auf den Rat von externen Experten setzte und Gewerkschaften und Arbeitgeberverbänden ebenso wie das zuständige Bundesministerium nicht wie in der Arbeitsmarktpolitik sonst üblich einband; zum anderen kündigte der Bundeskanzler schon bei der Vorlage des Hartz-Berichtes an, dass er die Vorschläge „eins zu eins“ umsetzen würde.

Auch wenn aus der „Eins-zu-eins“-Umsetzung nichts wurde, hatte der Bundeskanzler damit – wenige Wochen vor der Bundestagswahl 2002 – die Agenda gesetzt, so dass der linke SPD-Flügel ebenso wie die Gewerkschaften wenigstens vor der Wahl gute Miene zu den Vorschlägen machen mussten, sollten sie die sozialdemokratischen Wahlchancen durch Uneinigkeit in einer womöglich wahlentscheidenden Frage nicht schmälern wollen. Nach der Wahl kam es dann bekanntlich zu innerparteilichem Widerstand gegen das Projekt; doch Schröder schirmte seine Pläne geschickt ab, präsentierte der Öffentlichkeit wichtige Weichenstellungen, etwa zur Zusammenlegung von Arbeitslosen- und Sozialhilfe, ohne die SPD vorher eingeweiht zu haben, und disziplinierte seine Partei durch Rücktrittsdrohungen so weit, dass er nur in geringem Maße Konzessionen zugestehen musste.

Die oppositionsdominierte Mehrheit im Bundesrat dagegen war hin- und hergerissen zwischen der Versuchung, ein zentrales Projekt der Regierung zu blockieren, und der Chance, eine auch von Union und FDP als notwendig erachtete, aber vermutlich unpopuläre Reform des Arbeitsmarktes durchzusetzen, ohne die volle politische Verantwortung dafür übernehmen zu müssen. Letztlich setzte sich die zweite Perspektive durch, für die sowohl

„Der zentrale Auslöser für die gewachsene Reformbereitschaft der Regierung Schröder war die Angst vor dem Wähler.“

FROM THE SICK MAN OF EUROPE ...

... TO A MODEL PATIENT

REIMUT ZOHLNHÖFER

15 years ago, Germany was characterised as the ‘sick man of the euro’ by British magazine *The Economist*. The country lagged behind other industrialised countries with regard to economic growth, faced tremendous labour market problems and was unable to rein in its budget deficit. In contrast, the situation has improved remarkably since the late 2000s. One reason for this turnaround is a series of economic and welfare state reforms that were adopted between 2002 and 2008. But why did various governments of differing partisan complexion fail to get these reforms adopted for so long? And why did these same reforms become possible in the early 2000s?

The adoption of policies is very often difficult in Germany, for two reasons: First, the veto-ridden political system gives opponents of change ample opportunity to prevent reforms. Second, the fierce competition for votes usually keeps parties from adopting far-reaching reforms. Nonetheless, this latter mechanism also explains why reforms finally became possible. As a result of its reluctance to reform the German political economy, the Social Democratic government at the time was unable to achieve its self-declared goal with regard to the number of unemployed. Given that this failure could have seriously endangered its re-election, the government opted for far-reaching reforms, which were facilitated by an alignment of the strategic and programmatic interests of the two main players in the German party system, Christian Democrats and Social Democrats.

Today, the German economy is no longer ailing, and so the bitter medicine of reforms has been discontinued. Instead, the adverse effects of the medication are being treated with more generous welfare policies and more regulation on the labour market. Whether this will provoke a relapse remains to be seen. ●

PROF. DR REIMUT ZOHLNHÖFER was appointed to the Chair of Political Science of Heidelberg University in 2011. Before coming to Heidelberg, he taught and conducted research at the Centre for Social Policy Research of Bremen University and at the Center for European Studies at Harvard University and held the Chair of Comparative Policy Analysis at Bamberg University. Prof. Zohlhörer's particular research interest is analysing the determinants of decision-making processes relating to economic and social policy in Germany and in the developed democracies of Europe and North America.

Contact: reimut.zohlhoefer@ipw.uni-heidelberg.de

“The German economy has undergone a remarkable change in the past two decades, turning from a ‘sick man’, according to the press, into a model patient and ‘employment miracle’.”

programmatische – die Reformen entsprachen den Grundvorstellungen der bürgerlichen Oppositionsparteien – als auch strategische Gründe sprachen, mussten doch bei einer zukünftigen Regierungsübernahme umstrittene Arbeitsmarktreformen nicht mehr umgesetzt werden.

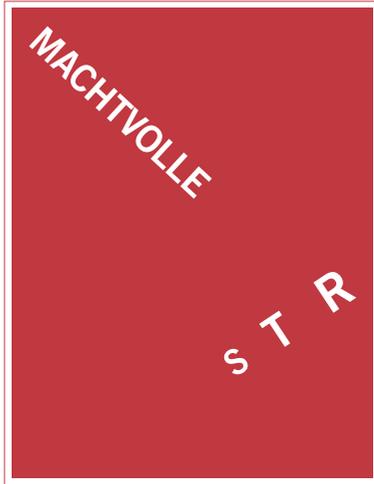
Back to normal

Die Durchsetzung der Agenda 2010 war also – durchaus vergleichbar mit der Durchsetzung der deutschen Einheit – einer Zentralisierung des Willensbildungsprozesses sowie gleichgerichteten strategischen Interessen von Regierung und Bundesratsmehrheit geschuldet, wie es sie in der Bundesrepublik selten gibt. Dass dieser Kurs auch von der Großen Koalition ab 2005 zunächst weiterverfolgt wurde, hatte zum einen damit zu tun, dass die einschlägigen Indikatoren beim Wirtschaftswachstum, vor allem aber die Arbeitslosigkeit und das Haushaltsdefizit, nach wie vor unbefriedigend waren. Zum anderen blieben die strategischen Interessen der beiden Hauptwettbewerber im deutschen Parteiensystem, Union und SPD, zunächst gleichgerichtet, wollten doch beide die Koalition zu einem Erfolg führen.

Je näher jedoch der Wahltag rückte und je positiver die wirtschaftliche Situation sich entwickelte, desto mehr näherte sich das politische Geschehen wieder dem „business as usual“ an und desto weniger tief greifende Strukturreformen wurden verabschiedet. Zwar brachte auch die Bekämpfung der Finanzkrise weitreichende Reformen hervor, diese jedoch implizierten keine strukturellen Veränderungen. Unter der christlich-liberalen Koalition ab 2009 schief die Reformtätigkeit dann fast vollständig ein. Gründe hierfür waren eine im internationalen Vergleich weit überdurchschnittliche Wirtschafts- und vor allem Beschäftigungsperformanz, aber auch die Absorption der zentralen Entscheidungsträger mit anderen Problemen, insbesondere der Eurokrise.

Auch unter der derzeitigen Großen Koalition ist von Strukturreformen nichts mehr zu erkennen, die bittere Medizin der Umwälzungen in den Jahren 2002 bis 2008 scheint gewirkt zu haben, der Patient gilt als geheilt, hadert allerdings mit einigen Nebenwirkungen der Reformen, wie einem wachsenden Niedriglohnsektor und zunehmender sozialer Ungleichheit. Der Kampf gegen diese Nebenwirkungen zeigt sich insbesondere in dem wieder wachsenden Konsum von sozialer Sicherheit, etwa dem Rentenpaket der derzeitigen Regierung, aber auch in der Einführung eines generellen Mindestlohns. Ob derartige Maßnahmen einen Rückfall herbeiführen werden, lässt sich gegenwärtig noch nicht abschätzen. Sollte es dazu kommen, wäre aber neuerlich mit einer längeren Krankheit zu rechnen, denn die politische Konstellation, die Anfang des 21. Jahrhunderts die Genesung des vormaligen kranken Mannes Europas ermöglichte, entwickelte sich eben erst nach einer solchen langen Phase des Kränkels. ●

„Heute ist die Reformtätigkeit fast vollständig eingeschlafen. Die bittere Medizin der Umwälzungen scheint gewirkt zu haben, der Patient gilt als geheilt.“



RADIOONKOLOGIE
**MACHTVOLLE STRAHLEN
PRÄZISE INS ZIEL**
JÜRGEN PETER DEBUS

42



SCHMERZTHERAPIE
**DEN SCHMERZ VERLERNEN
DAS PLASTISCHE GEHIRN**
HERTA FLOR

50



WISSENSCHAFTLICHES RECHNEN
**DAS WUNDER DER BEWEGUNG
GEHEN WIE EIN MENSCH**
KATJA MOMBAUR

58



GLOBAL HEALTH
**DER STILLE HUNGER
NACHHALTIG GEGEN MANGELERNÄHRUNG**
SABINE GABRYSCH

66

WAGEN



MACHTVOLLE

S T R

MACHTVOLLE STRAHLEN

PRÄZISE INS ZIEL

JÜRGEN PETER DEBUS

Die Strahlentherapie zählt zu den wichtigsten Waffen im Kampf gegen Krebs. Heidelberger Wissenschaftler erproben derzeit neue technische Verfahren, die es erlauben, Strahlen sehr präzise im Tumor zur Wirkung zu bringen, ohne das umgebende gesunde Gewebe zu schädigen. Darüber hinaus erforschen die Wissenschaftler neue biologische Ansätze, um Strahlenschäden im normalen Gewebe mit Medikamenten zu verhindern und so die Nebenwirkungen der Therapie zu reduzieren.

Im Jahr 1896 behandelte der Wiener Arzt Leopold Freund den weltweit ersten Patienten mit den kurz zuvor entdeckten Röntgenstrahlen. Seither hat sich die Strahlentherapie, die „Radiotherapie“, rasant entwickelt. Neben der Operation und der Chemotherapie ist sie als dritte Säule der modernen Krebsbehandlung schon lange fest etabliert.

Die Wirkung der Strahlentherapie beruht auf einem relativ einfachen Prinzip: Ionisierende Strahlen gehen Wechselwirkungen mit dem Erbmolekül DNS im Innern der Tumorzellen ein und schädigen die DNS entweder direkt oder indirekt über das Erzeugen sogenannter reaktiver Sauerstoffradikale. Idealerweise sollten die auf diese Weise in den Krebszellen verursachten DNS-Schäden so gravierend sein, dass es den zelleigenen molekularen Reparaturtrupp nicht mehr möglich ist, die Defekte zu beheben. Die bösartigen Zellen büßen dann ihre Fähigkeit ein, sich weiterhin auf Kosten gesunder Zellen zu vermehren.

Damit sich die zerstörerische Kraft der Strahlung effektiv und nachhaltig entfalten kann, sind – je nach Art des zu behandelnden Tumors – relativ hohe Strahlendosen notwendig. Dies jedoch geht mit dem Risiko einher, auch umliegendes gesundes Gewebe und Organe mit zu bestrahlen und zu schädigen. Je höher die Strahlendosis ist, desto größer ist also auch die Gefahr akuter und langfristiger Nebenwirkungen. Die moderne Krebsstrahlentherapie ist deshalb stets eine Gratwanderung: Einerseits gilt es, die Tumoren mit möglichst hohen Dosen zu bestrahlen, andererseits müssen umliegende Gewebe und Organe bestmöglich geschont werden.

Die Forschungsarbeiten unserer Abteilung haben zum Ziel, dieses Dilemma zu lösen. Einer unserer Schwerpunkte ist es, die Präzision, mit der Strahlen verabreicht werden, auf technischen und physikalischen Wegen zu erhöhen. In einem weiteren Schwerpunkt erforschen wir neue Ansätze, die es ermöglichen sollen, das Auftreten von Strahlenschäden in umliegenden gesunden Organen und Geweben mithilfe von Medikamenten zu verhindern.

Höhere Präzision durch Teilchenstrahlen

Seit dem Jahr 2009 gibt es in der Universitätsklinik Heidelberg eine weltweit einzigartige Einrichtung zur Therapie von Krebserkrankungen mit hochenergetischen geladenen Teilchen: das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum, kurz HIT. In dieser neuartigen Behandlungsanlage können leichte geladene Elementarteilchen wie Wasserstoffatomkerne

„Krebsstrahlentherapie ist stets eine Gratwanderung: Einerseits gilt es, die Tumoren mit möglichst hohen Dosen zu bestrahlen, andererseits müssen umliegende Gewebe und Organe bestmöglich geschont werden.“

(Protonen), aber auch schwere Teilchen wie Kohlenstoffionen auf bis zu 75 Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Danach werden sie über ein elektromagnetisches Lenksystem in definierter Energie zum Patienten geführt und treffen dort punktgenau auf den Tumor.

Während die herkömmliche hochenergetische Röntgenstrahlung durch das Zielgewebe durchstrahlt und im ganzen Verlauf Energie an das Gewebe abgibt, erreicht die Teilchenstrahlung gleich nach dem Eintritt in den Körper ein Maximum der Energieabgabe. Aufgrund dieser physikalischen Besonderheit wird fast die gesamte Energie des Teilchenstrahls im Tumor abgegeben – hinter dem Zielgewebe kommt es zu nahezu keiner Strahlenbelastung. Dies erlaubt es, Tumoren präzise zu behandeln und Risikoorgane vor der zerstörerischen Kraft der Strahlen weitestgehend zu bewahren.

Hinzu kommt, dass die zur Teilchenbestrahlung eingesetzten schweren Ionen, etwa von Kohlenstoff oder Sauerstoff, bei gleicher Energiedosis eine höhere biologische Wirksamkeit entfalten als herkömmliche Röntgenstrahlen. Unsere experimentellen Arbeiten mit Zellkulturen konnten beispielsweise zeigen, dass die biologische Wirksamkeit der Teilchenbestrahlung je nach Art der eingesetzten Ionen und der bestrahlten Gewebe etwa zwei- bis fünffach höher ist als die der Röntgenbestrahlung. Der Teilchentherapie könnte also ein besonderer Nutzen zukommen, wenn es um die Behandlung solcher Tumoren geht, die auf die herkömmliche Bestrahlung nicht oder nur unzureichend reagieren. Bislang gibt es allerdings nur sehr wenige praktische Erfahrungen, die es erlauben würden, von den experimentellen Daten auf die Behandlung von Patienten zu schließen. In unserer Klinik erfolgen deshalb zurzeit zahlreiche klinische Studien, die den Stellenwert der Ionentherapie bei strahlenresistenten Tumoren in der klinischen Routine überprüfen sollen.

Eine dieser Studien beschäftigt sich mit der Behandlung von Patienten, die an „Chordomen“ leiden, einer seltenen Art von Knochentumoren. Chordome entstehen häufig an der Schädelbasis und in unmittelbarer Nähe zu Risikoorganen, etwa dem Rückenmark. Sie sind relativ strahlenresistent und benötigen deshalb üblicherweise eine Therapie mit hohen Bestrahlungsdosen. Patienten, die an Chordomen erkrankt sind, gehörten denn auch zu den ersten Patienten, die bereits vor der Inbetriebnahme des Heidelberger HIT in der experimentellen Vorläuferanlage im Darmstädter Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung behandelt wurden.

Eine erste Auswertung der Überlebens- und Nebenwirkungsdaten aller Chordompatienten, die in Darmstadt behandelt wurden, zeigte bereits exzellente Ergebnisse

Innovative Technologien gegen Krebs

Das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT wurde im November 2009 am Universitätsklinikum Heidelberg in Betrieb genommen. Aufgrund seiner innovativen Technologie nimmt es eine weltweit einzigartige Stellung in der Behandlung von Tumorpatienten ein. Zudem ist es die europaweit erste Therapie-Einrichtung an einer Klinik, in der Tumoren sowohl mit Schwerionen als auch mit Protonen behandelt werden. Von einer Therapie im HIT sollen langfristig rund zehn Prozent der Krebspatienten profitieren, bei denen das Tumorwachstum mit der herkömmlichen Strahlentherapie nicht gestoppt werden kann. Diese Patienten leiden an Tumoren, die tief im Körper liegen, extrem widerstandsfähig gegenüber herkömmlicher Bestrahlung sind oder von hoch strahlenempfindlichem gesundem Gewebe umschlossen werden, beispielsweise dem Sehnerv, dem Hirnstamm oder dem Rückenmark.

Das Herzstück des HIT ist ein Teilchenbeschleuniger, der Ionen verschiedener Elemente auf bis zu 75 Prozent der Lichtgeschwindigkeit bringen kann. Bevor die Partikel in diesen einfliegen, müssen sie in einer Ionenquelle erzeugt und in einem Linearbeschleuniger auf zehn Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Die bereits schnellen Teilchen werden im Teilchenbeschleuniger in kürzester Zeit mehrere Millionen Mal im Kreis geführt und nehmen dabei jedes Mal zusätzliche Energie auf. Dabei werden sie auf die exakte Geschwindigkeit gebracht, die sie brauchen, um einen bestimmten Tumor im menschlichen Körper zu treffen. Ist diese erreicht, werden die Teilchen auf die beiden horizontalen Behandlungsplätze geführt – oder zur 2012 in Betrieb genommenen sogenannten Gantry, die sich 360 Grad um den Patienten drehen lässt, um auch schwer zu erreichende Tumoren aus einem optimalen Winkel bestrahlen zu können.

www.heidelberg-hit.de

für die Bestrahlung mit Kohlenstoffionen. Betrachtet man diese Patientendaten zusammen mit den Daten, die wir zwischenzeitlich in unserer Abteilung experimentell gewonnen haben, ist zu vermuten, dass die derzeit in der Heidelberger Klinik laufende fortgeschrittene Phase-III-Studie die Vorteile der neuartigen Teilchentherapie bei der Behandlung von Patienten, die an Chordomen leiden, bestätigen wird. Um einen breiteren Stellenwert der Teilchenbestrahlung unter wissenschaftlichen Bedingungen prüfen zu können, sollen demnächst weitere klinische Studien mit Patienten erfolgen, die an verschiedenen anderen Krebserkrankungen leiden.

Bildgeführte Strahlenbehandlung

Die zunehmende Präzision moderner Bestrahlungsverfahren ermöglicht es, Tumoren immer zielgerichteter mit effektiven Dosen zu behandeln. Damit einher geht aber ein potenzielles Risiko: Schon geringe Lageungenauigkeiten, beispielsweise aufgrund minimaler Bewegungen des Patienten auf dem Behandlungstisch, können zu Abweichungen der Strahlendosis im Zielgewebe führen. Es ist zudem bekannt, dass sich das Tumorgewebe im Laufe einer Strahlenbehandlung verändert: Es schrumpft oder wächst, es kann teilweise absterben oder Veränderungen in der Durchblutung erfahren. Um die größtmögliche Präzision zu gewährleisten, müssten all diese Veränderungen bei der zielgenauen Strahlentherapie berücksichtigt werden. Moderne Strahlenbehandlungen machen es deshalb in zunehmendem Maße erforderlich, die Genauigkeit mit bildgebenden Verfahren zu überprüfen.

Dies erfolgt bei der „bildgeführten Strahlentherapie“. Neben der klassischen Röntgenaufnahme wird hierzu vor allem die „Cone-Beam-Computertomographie“ eingesetzt, mit der sich ein dreidimensionales Abbild des zu behandelnden Körperbereichs erzeugen lässt. Allerdings hat dieses Verfahren einige Nachteile: zum einen verwendet es Röntgenstrahlen und belastet den Patienten somit zusätzlich mit Strahlen; zum anderen ist die Methode aufgrund des reduzierten Kontrast- und Auflösungsvermögens nur sehr beschränkt einsetzbar, um Weichgewebe und Organe zu beurteilen. Der Abgleich mit dem Bestrahlungsplan kann deshalb häufig nur hilfsweise über benachbarte

Gebündelte Kompetenz in der Strahlenforschung

Das Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO) steht für gebündelte Kompetenz in der Strahlenforschung und deckt die gesamte Kette von der Grundlagenforschung über die Durchführung klinischer Studien bis hin zur klinischen Versorgung ab. Dazu umfasst es alle notwendigen Aspekte der Radioonkologie, Strahlenphysik, Medizininformatik und Strahlenbiologie. In einem international herausragenden Bündnis vereint das HIRO alle Heidelberger Institutionen, die auf dem Gebiet der Strahlentherapie tätig sind: das Universitätsklinikum Heidelberg, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum sowie die Medizinische Fakultät der Universität Heidelberg. Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen Heidelberg ist Kooperationspartner des HIRO. Im Jahr 2010 wurde das HIRO gemeinsam mit dem OncoRay Zentrum in Dresden zum Nationalen Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie ernannt.

www.hiro-heidelberg.de

Knochen- oder Knorpelstrukturen erfolgen. Um die zunehmend präziser ansetzenden Behandlungsverfahren therapeutisch nutzen zu können, ist es deshalb notwendig, auch die begleitende Bildgebung zu optimieren.

Aktuell läuft in unserer Abteilung eine klinische Studie, die überprüfen will, welchen Nutzen die Magnetresonanztomographie (MRT) – sie kommt ohne Röntgenstrahlen aus – bei der bildgeführten Strahlentherapie haben kann. Die Patienten, die an dieser Studie teilnehmen, erhalten vor jeder Bestrahlungssitzung neben der Cone-Beam-Computertomographie auch eine kurze MRT-Untersuchung. Unsere ersten Daten zeigen, dass Lagekontroll-MRTs in der klinischen Routine einsetzbar sind und mit konventionellen computertomographischen Verfahren gut abgeglichen werden können. Zurzeit untersuchen wir, wie der mit dem MRT zu erzielende höhere Weichteilkontrast – und die daraus resultierende höhere Genauigkeit der Strahlenbehandlung – das Therapieansprechen der Patienten beeinflusst.

Die Studie erlaubt es darüber hinaus, während des gesamten mehrwöchigen Verlaufs der Strahlentherapie einen einzigartigen Datensatz zu gewinnen. Diese Daten sollen genutzt werden, um schon in frühen Behandlungsstadien Muster zu identifizieren, mit denen sich der Erfolg der Therapie vorhersagen lässt. In Zukunft könnte man dann Patienten, bei denen die Chance auf ein Therapieansprechen groß ist, mit niedrigeren Dosen behandeln und die Nebenwirkungen verringern. Genauso ließen sich Hochrisikopatienten identifizieren, bei denen ein Therapieversagen wahrscheinlich ist. Für bestimmte Patienten würde eine MRT-geführte Strahlenbehandlung also eine viel individuellere strahlentherapeutische Behandlung erlauben, als es bislang möglich ist.

Folgeschwere Signalwege gezielt unterbrechen

Therapiebedingte Schäden an mitbestrahltem gesundem Gewebe mit teilweise gravierenden Nebenwirkungen stellen weiterhin ein großes Problem bei der Strahlenbehandlung dar. Wir untersuchen deshalb zurzeit die molekularbiologischen Grundlagen strahlenbedingter Organschäden, vor allem am Beispiel der Lunge, da Lungenkrebs weltweit zu den häufigsten Tumorerkrankungen zählt. Es ist bekannt, dass bis zu 15 Prozent der Patienten, die aufgrund einer Lungenkrebserkrankung eine Strahlentherapie erhalten, teilweise schwerwiegende Nebenwirkungen erleiden. Wie es aber zur strahlenbedingten Schädigung der Lunge kommt, ist bislang nur teilweise verstanden.

Unsere Arbeiten haben gezeigt, dass bestrahlte und damit geschädigte Lungenzellen bestimmte Wachstumsfaktoren und Signalmoleküle freisetzen. Daraufhin wandern Immunzellen in die strahlengeschädigte Region ein und verstärken dort eine lokale Entzündungsreaktion. In diesem Stadium

leidet der Patient an einer strahlenbedingten Lungenentzündung, der sogenannten Strahlenpneumonitis. Bleibt sie unbehandelt, kommt es in der Lunge längerfristig zur Aktivierung von Bindegewebszellen (Fibroblasten), die sich übermäßig teilen und Faserproteine ablagern. Das schränkt die Funktion der zur Sauerstoffaufnahme notwendigen Lungenbläschen mehr und mehr ein. Klinisch entsteht dann das Vollbild einer strahlenbedingten Lungenfibrose mit zunehmender Atemnot und Sauerstoffmangel.

Bis heute ist es nicht möglich, diese gefürchtete Spätkomplikation zu behandeln. Umso wichtiger ist es zu erforschen, wie die verhängnisvolle Signalkaskade unterbrochen werden kann. Mit unseren Untersuchungen konnten wir zeigen, dass sich die Entzündungsreaktion relativ früh mit Wirkstoffen (Inhibitoren) stoppen lässt, die imstande sind, die Wachstumsfaktoren zu hemmen. Die von uns untersuchten Inhibitoren richten sich gegen den „transformierenden Wachstumsfaktor β “ (TGF- β) und gegen den „Blutplättchen-Wachstumsfaktor“ (PDGF). Nach Hochdosisbestrahlung und Gabe einer der beiden Inhibitoren zeigte die feingewebliche Untersuchung von Lungengewebe eine deutlich reduzierte Entzündungsreaktion und geringere Ablagerungen von Bindegewebe. Dass die beiden Inhibitoren die strahlenbedingte Lungenfibrose beeinflussen, bewiesen auch computertomographische Aufnahmen des Lungengewebes: Die Lungendichte als Marker für den fortschreitenden bindegewebigen Umbau stieg nach Hemmung der Wachstumsfaktoren weniger stark an.

Unsere molekularbiologischen Untersuchungen legen zudem nahe, dass die Signalwege der beiden Wachstumsfaktoren miteinander wechselwirken. Es zeigte sich nämlich, dass eine weitere Reduzierung der strahlenbedingten Lungenfibrose zu erreichen ist, wenn nach einer Bestrahlung beide Hemmstoffe verabreicht werden. Die beiden Wachstumsfaktor-Inhibitoren eröffnen also möglicherweise einen Weg, um die gefürchteten Strahlenschäden der Lunge künftig medikamentös zu behandeln. Darüber hinaus könnten sich die Hemmstoffe auch über die Strahlentherapie hinaus als nützlich erweisen, um andere Formen der Lungenfibrose zu therapieren.

Beim Glioblastom, einem aggressiven Hirntumor, konnten wir jüngst in Untersuchungen zeigen, dass die Hemmung bestimmter Signalwege in Kombination mit der Strahlenbehandlung nicht nur die gefürchteten Nebenwirkungen der Therapie reduziert – auch das Ansprechen des Tumors auf die Bestrahlung ließ sich auf diese Weise steigern. Wir hoffen, dass ein tieferes Verständnis der molekularen Mechanismen künftig weitere Möglichkeiten aufzeigen wird, wie strahlenbedingte Schäden zu vermeiden sind oder wie sie behandelt werden können. Auch die präzise Strahlentherapie sollte dadurch noch wirkungsvoller werden. ●

Interventionsraum der Zukunft für Krebsbehandlung

Der Forschungscampus „Mannheim Molecular Intervention Environment“ (M²OLIE) gehört zu den neun Gewinnern des Wettbewerbs „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“, die seit dem Jahr 2012 durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert werden. Einer der zentralen Bestandteile von M²OLIE ist die Entwicklung einer hocheffizienten Interventionsumgebung auf Basis von Automatisierungstechniken, die eine umfassende Behandlung von Krebspatienten in einem geschlossenen Regelkreis ermöglicht. Sie wird die diagnostische Bildgebung, interventionelle Maßnahmen, Laboruntersuchungen und zukünftig auch die Produktion von Diagnostika und Therapeutika umfassen. Der Vorteil eines solchen „Interventionsraums der Zukunft“ ist, dass der Patient eine präzise Diagnose und Therapie in einem „One-Stop-Shop“ im Idealfall an einem Vormittag erhält, sodass eine belastende Behandlung über Wochen vermieden wird.

Im Forschungscampus M²OLIE werden unter Federführung der Universität Heidelberg Forschungseinrichtungen, Forscher und Industrieunternehmen aus der ganzen Region und darüber hinaus am Universitätsklinikum Mannheim zusammengeführt. Zu den zahlreichen Kooperationspartnern gehören Wissenschaftler der Universität Mannheim, der Hochschule Mannheim, der Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie und des Deutschen Krebsforschungszentrums, ebenso wie Experten der Unternehmen Siemens AG Healthcare Sector, MAQUET GmbH, Carl Zeiss Meditec AG, Bruker BioSpin MRI GmbH, Leica Biosystems Nussloch GmbH, RAPID Biomedical GmbH, Q-Bios GmbH sowie der Klinikum Mannheim GmbH. Beteiligt ist zudem die Wirtschaftsförderung der Stadt Mannheim.

Mit der Förderinitiative „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“ unterstützt das BMBF ausgewählte Projekte der strategisch angelegten Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft. Der Forschungscampus M²OLIE wird für einen Zeitraum von bis zu 15 Jahren mit projektbezogenen Zuwendungen in Höhe von bis zu zwei Millionen Euro jährlich gefördert.

www.m2olie.de



PROF. DR. JÜRGEN PETER DEBUS ist promovierter Physiker und Mediziner. Im Jahr 2003 wurde er auf eine Professur an die Universität Heidelberg berufen und leitet seither die Abteilung für Klinische Radiologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum. Seit 2009 ist er zudem einer der Direktoren des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen (NCT) in Heidelberg sowie wissenschaftlich-medizinischer Leiter des Heidelberger Ionenstrahl-Therapie-zentrums (HIT). Seit 2010 leitet er darüber hinaus das Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO). Seine Arbeiten auf dem Gebiet der klinischen und experimentellen Strahlentherapie wurden vielfach ausgezeichnet, unter anderem im Jahr 2005 mit dem Innovationspreis der Deutschen Hochschulmedizin und 2012 mit dem Alfred-Breit-Preis der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie.

Kontakt: juergen.debus@med.uni-heidelberg.de

POWERFUL RADIATION

HIGH PRECISION AGAINST CANCER

JÜRGEN PETER DEBUS

Over the last 100 years, radiotherapy has established itself as one of the mainstays of modern oncology. The mode of action is fairly simple: The ionising radiation utilised in radiotherapy interacts with the cells' genomic information and causes damage, either directly by disrupting DNA strands or indirectly by creating ionising oxygen radicals. Depending on the radiation dose, the treated tumour cells are unable to repair the DNA damage and lose the ability to proliferate, or undergo cell death.

However, the radiation dose needed to efficiently treat certain tumours is often limited by the risk of inducing severe damage to the surrounding normal tissues. This means that modern radiotherapy must often perform a balancing act: treating cancer with the highest possible radiation dose while attempting to preserve the surrounding healthy tissues and organs. A solution to this dilemma likely requires refining the available technology to achieve greater precision in the treatment and increasing the biological sensitivity of cancer tissue while protecting healthy tissue by investigating the different biological properties.

On the technical and physical side, one research focus of the Department of Radiation Oncology is directed at optimising radiation beam precision by utilising novel radiation modalities such as protons and carbon ions. Various clinical studies at the Heidelberg Ion-Beam Therapy Center (HIT) are currently investigating potential advantages of high-precision particle therapy for a multitude of different tumours. Additionally, we are researching the biological mechanisms of radiation-induced tissue damage to mitigate the side effects of this highly effective cancer therapy. ●

PROF. DR JÜRGEN PETER DEBUS holds doctoral degrees in physics and medicine. In 2003, he accepted a chair at Heidelberg University and has since been heading the Department of Radiation Oncology and Radiation Therapy at Heidelberg University Hospital. In 2009 he was appointed Director of the National Center for Tumor Diseases (NCT) in Heidelberg as well as scientific-medical Head of the Heidelberg Ion-Beam Therapy Center (HIT). Since 2010, he has also directed the Heidelberg Institute of Radiation Oncology (HIRO). Prof. Debus has received numerous awards for his work in clinical and experimental radiotherapy, among them the Innovation Award of German University Medicine in 2005 and the Alfred Breit Award of the German Association of Radiation Oncology in 2012.

Contact: juergen.debus@med.uni-heidelberg.de

Modern radiation oncology is always a balancing act: It aims at treating tumours with as high a radiation dose as possible while minimising damage to the surrounding tissue and organs.

Verknüpfung von Klinik und Forschung

Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg ist eine gemeinsame Einrichtung des Universitätsklinikums Heidelberg, des Deutschen Krebsforschungszentrums, der Thoraxklinik Heidelberg und der Deutschen Krebshilfe. Ziel des Zentrums ist die Verknüpfung von neuen vielversprechenden Ansätzen aus der Krebsforschung mit der bestmöglichen individuellen Versorgung der Patienten und der Prävention auf dem neuesten Stand des medizinischen Fortschritts. Ärzte und Wissenschaftler arbeiten hierzu im NCT unter einem Dach zusammen.

Für die Patienten ist die interdisziplinäre Tumoramбуlanz der erste Anlaufpunkt im NCT. Danach erstellen fachübergreifende Expertenrunden, die sogenannten Tumorboards, zeitnah einen individuellen Therapieplan. Neben der ärztlichen und pflegerischen Versorgung in der Ambulanz, in der Tagesklinik und in den klinischen Abteilungen des Universitätsklinikums profitieren die Patienten von einem umfassenden Beratungsangebot und kompetenten Ansprechpartnern für alle krankheitsbezogenen Fragen. Die Teilnahme an klinischen Studien eröffnet ihnen darüber hinaus den Zugang zu innovativen Therapien.

www.nct-heidelberg.de

„Untersuchungen zeigen, dass sich die gefürchteten Nebenwirkungen der Strahlentherapie mit Wirkstoffen reduzieren lassen, die imstande sind, bestimmte molekulare Signalwege zu hemmen.“

DEN S C H E M M E R Z

VERLERNEN

DEN SCHMERZ VERLERNEN

DAS PLASTISCHE GEHIRN

HERTA FLOR

Wenn wir eine neue Sprache erlernen, ein Musikstück einüben oder körperlich trainieren – immer verändert sich dabei auch die Struktur und Funktion des Gehirns. Denn unser Gehirn ist „plastisch“ – und das bleibt es, ein Leben lang. Auch nach schweren Verletzungen organisieren sich Hirnareale um und passen sich an die neuen Bedingungen an. Solche „kortikalen Reorganisationen“ sind typisch für chronische Schmerzen. Verhaltenstherapien können das Gehirn dazu veranlassen, sich erneut umzuorganisieren – und dabei die Schmerzen zu verlernen.

**„Ich stimme dir vollkommen zu“,
sagte die Herzogin, „und
die Moral davon ist: ‚Scheine, was du
bist, und sei, was du scheinst‘ –
oder einfacher ausgedrückt:
‚Sei niemals verschieden von dem, als
was du jenem in dem,
was du wärst oder hättest sein
können, dadurch erscheinen könntest,
dass du unterschieden von
dem wärst, was jenen so erscheinen
könnte, als seiest du anders.““**

Lewis Carroll, „Alice im Wunderland“

D

Die neurowissenschaftliche Forschung der letzten Jahre hat gezeigt, dass das Gehirn bis ins hohe Alter plastisch ist und sich in seiner Struktur und Funktion verändern kann. Im Gehirn eines Geigenspielers beispielsweise sind bestimmte Hirnareale vergrößert – sie repräsentieren die Finger, die er für das Geigenspiel braucht. Die Repräsentationsareale sind umso stärker ausgeprägt, je länger der Violinist geübt hat. Zu solchen Veränderungen des Gehirns kommt es nicht nur verhaltensbedingt, also nach Training oder Stimulation. Auch schwere Verletzungen wie die Amputation einer Gliedmaße führen zu Umorganisationen in der Großhirnrinde (Kortex) – die „Karten“, die in unserem Gehirn die Körperteile repräsentieren, werden gleichsam neu gemischt. Wissenschaftler sprechen von „kortikaler Reorganisation“.

Schmerz und Gehirnplastizität

Von unseren Forschungsarbeiten wissen wir, dass es nach Amputationen zur Reorganisation benachbarter Hirnareale kommt: Nach der Amputation einer Hand etwa wandert das neuronale Repräsentationsareal des Mundes und der Lippen in das neuronale Areal der amputierten Hand ein. Interessant ist, dass diese Reorganisation nur bei Patienten auftritt, die unter Phantomschmerzen leiden, also unter einem Schmerzempfinden, das die amputierte Gliedmaße betrifft. Bei Patienten ohne Phantomschmerzen lässt sich die Reorganisation im Gehirn nicht feststellen. Die Intensität des Phantomschmerzes indes korreliert deutlich mit der Verschiebung der Mundrepräsentation in das Handareal: Je größer die Veränderung im Gehirn, desto ausgeprägter ist der Phantomschmerz.

Für chronische Schmerzen, die nicht durch eine Amputation verursacht sind, wurde gezeigt, dass auch ein lange andauernder schmerzhafter Einstrom zu Umbauprozessen im Gehirn führt und Schmerzen auf diese Weise langfristig aufrechterhalten werden. Dabei erweitern sich schmerzbezogene Repräsentationsareale und verknüpfen sich mit Hirnregionen, die Anteil haben an Angst, Stress oder Depression. Menschen, die unter chronischen Schmerzen leiden, reagieren häufig deutlich empfindlicher auf Schmerzreize als gesunde Menschen. Sie nehmen den Schmerzreiz auch stärker wahr (höhere Sensitivität), und sie gewöhnen sich im Unterschied zu gesunden Menschen nicht an den Reiz

(Habituation), wenn er experimentell häufiger oder länger anhaltend dargeboten wird.

Ein Gedächtnis für den Schmerz

Es ist davon auszugehen, dass sich bei chronischen Schmerzpatienten ein „Schmerzgedächtnis“ ausgebildet hat: Die erweiterten und veränderten kortikalen Repräsentationsareale lassen das Gehirn Schmerzreize intensiver verarbeiten, und Reize, die normalerweise nicht als schmerzhaft empfunden würden, werden vom Gehirn überschwellig wahrgenommen. Es kommt zu „Schmerzgedächtnis-Spuren“, die auch bei nur geringem oder ohne äußeren Anlass zum Schmerzempfinden führen.

Da diese Hirnveränderungen nicht der bewussten Wahrnehmung zugänglich sind, ist es schwer, sie zu beeinflussen. Es ließ sich jedoch zeigen, dass die kortikale Repräsentation von Schmerz durch Lernprozesse umgeformt werden kann. Eine besondere Rolle spielt hier die sogenannte instrumentelle oder operante Konditionierung, bei der Verhalten durch seine positiven oder negativen Konsequenzen – also Bestrafung oder Belohnung – moduliert wird.

Lernen, Gedächtnis und Plastizität des Gehirns

Der Sonderforschungsbereich „Lernen, Gedächtnis und Plastizität des Gehirns: Implikationen für die Psychopathologie“ (SFB 636) untersucht Lern- und Gedächtnismechanismen sowie die hieraus resultierenden plastischen Veränderungen des Gehirns und ihren Einfluss auf die Psychopathologie. Im Mittelpunkt stehen Krankheitsbilder wie Angststörungen, Suchterkrankungen, Störungen der Affektivität und der Affektregulation. Ziel ist es, aus den gewonnenen Erkenntnissen neue verhaltenstherapeutische und pharmakologische Behandlungsansätze zu entwickeln. Der SFB nahm 2004 seine Arbeit auf und befindet sich derzeit in seiner dritten Förderphase, für die die Deutsche Forschungsgemeinschaft 11,3 Millionen Euro bewilligt hat.

In den insgesamt 22 Teilprojekten des Sonderforschungsbereichs arbeiten Heidelberger Wissenschaftler unter anderem aus der Zell- und Molekularbiologie, der Neurologie, der Experimentellen Psychologie und der Genetik interdisziplinär zusammen. Sprecherin des SFB ist Prof. Dr. Herta Flor. Beteiligt sind neben dem Mannheimer Zentralinstitut für Seelische Gesundheit (ZI) die Medizinischen Fakultäten Heidelberg und Mannheim der Universität Heidelberg, die Universitätsklinik Heidelberg und Mannheim, das Deutsche Krebsforschungszentrum sowie das Interdisziplinäre Zentrum für Neurowissenschaften und das Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung in Heidelberg.



PROF. DR. HERTA FLOR studierte Psychologie in Würzburg, Tübingen und an der Yale University. Im Jahr 1993 wurde sie an das Psychologische Institut der Humboldt-Universität zu Berlin berufen, seit 2000 ist sie Inhaberin des Lehrstuhls für Neuropsychologie und Klinische Psychologie an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg. Darüber hinaus ist sie wissenschaftliche Direktorin am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Psychobiologie und die interdisziplinäre Therapie psychischer Störungen sowie Lernen und Hirnplastizität.

Kontakt: herta.flor@zi-mannheim.de

Das Schmerzgedächtnis löschen

Die bisherigen Befunde lassen darauf schließen, dass Methoden, die das Schmerzgedächtnis beeinflussen können, eine wichtige Bedeutung zukommen dürfte, um chronische Schmerzen wirksam zu behandeln. Vor allem verhaltensorientierte Maßnahmen bieten sich an. Mit ihnen sollen veränderte Hirnregionen gezielt beeinflusst werden; sie können deshalb spezifischer wirken als pharmakologische Interventionen. Dabei macht man sich den Umstand zunutze, dass das Gehirn nicht die physikalische, sondern die wahrgenommene Welt verarbeitet und – wie von der Herzogin in „Alice im Wunderland“ ausgedrückt – durch neue Sichtweisen neue Realitäten geschaffen werden können. Entwickelt wurden die neuartigen Verfahren zur Schmerzreduktion unter anderem im Rahmen des von mir geleiteten Forschungsprojekts „PHANTOMMIND“, das seit dem Jahr 2008 durch einen „European Research Council Advanced Grant“ gefördert wurde.

Der Phantomschmerz beispielsweise lässt sich durch ein sogenanntes Spiegeltraining beeinflussen. Dazu absolviert der Patient vor einem Spiegel körperliche Übungen mit der intakten Gliedmaße. Auf diese Weise wird dem Gehirn der Eindruck vermittelt, dass der amputierte Körperteil wieder vorhanden und intakt ist. Mit dem Spiegeltraining

1,2 Millionen Euro für innovative Forschung

Seit Ende 2014 fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit insgesamt 1,2 Millionen Euro die Psychologin Prof. Dr. Herta Flor vom Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim und ihr Projekt „Körperrepräsentation und sensomotorische Funktionen modulieren die Reorganisation des Gehirns und Verhaltensänderungen: Von chronischen Schmerz zur Immobilität und Demenz“. Die Finanzierung über einen Zeitraum von fünf Jahren erfolgt im Rahmen des Reinhart Koselleck-Programms der DFG, das Wissenschaftlern Freiraum für besonders innovative Forschung ermöglichen will.

Ziel des Projekts ist es, einen neuartigen Trainingsansatz zu untersuchen, der virtuelle Realität, sensomotorisches Training und Computerspiele kombiniert, um krankheitsfördernde plastische Veränderungen im Gehirn zu modifizieren. Das Programm soll bei chronischen Schmerzen, bei Immobilität infolge von Verletzungen, bei motorischen Störungen sowie bei frühen Demenzanzeichen eingesetzt werden. Die Ergebnisse des Projekts sollen als Basis für neue Behandlungsansätze dienen, zur grundlegenden Erforschung der Körperrepräsentation beitragen und das Verständnis des Zusammenspiels von Motorik, Tastsinn, Sehen und Hören fördern.

lässt sich das Schmerzempfinden der Patienten reduzieren. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass sich infolge des Trainings diejenigen Hirnareale normalisieren, die sich aufgrund der Amputation umorganisiert haben und mit der Wahrnehmung des Phantomschmerzes assoziiert sind. Ähnliche Resultate kann das Training mit einer myoelektrischen Prothese erzielen, vor allem, wenn man das Training mit einer sensorischen Rückmeldung kombiniert. So erhält das Gehirn ein visuelles und ein sensomotorisches Feedback, die kortikalen Reorganisationen bilden sich zurück, und die Phantomschmerzen werden geringer.

Eine spezielle Form der Verhaltenstherapie kann Patienten mit chronischen Schmerzsyndromen der Skelettmuskulatur – den häufigsten Schmerzzuständen – helfen. Dieses „verhaltenstherapeutische Extinktionstraining“ soll dem Gehirn vermitteln, dass der Körper gesund ist und der Schmerzpatient deshalb Schonhaltungen, die Schmerzen auslösen, verstärken oder erhalten, nicht einzunehmen braucht.

Die Therapie beginnt mit einem Tagebuch, in das der Patient nicht die Phasen des Schmerzes, sondern die Phasen der Schmerzfreiheit sowie positive Aktivitäten einträgt. Dadurch rückt der Schmerz aus dem Zentrum der Aufmerksamkeit, positive Assoziationen werden verstärkt. Ein zweiter wichtiger Baustein der Therapie ist das „Videofeedback“. Dabei wurde deutlich, dass allein das Sehen des vom Schmerz betroffenen Körperteils den Schmerz vermindern kann, vermutlich über multisensorische Integrationsprozesse. Zusätzlich werden durch das Videofeedback gesundheitsfördernde Verhaltensweisen wie normales Gehen und normales Bewegen positiv verstärkt. Dieses Feedback kann auch durch erweiterte oder virtuelle Realitätsanwendungen unterstützt werden, die intakte Bewegungen und Körperhaltungen simulieren. Das Ziel der Therapie ist es, auf vielfältige Weise schmerzbezogene Verhaltensweisen zu reduzieren, zunehmend ein gesundes Verhalten aufzubauen und kortikale Umorganisationen durch Veränderung der Körperwahrnehmung und der Aktivitäten zu normalisieren.

Auch die Partnerinnen und Partner der Schmerzpatienten spielen bei dieser Therapieform eine wichtige Rolle: Sie müssen lernen, weniger auf den Schmerz ihres Partners zu reagieren und stattdessen sein gesundes Verhalten positiv zu verstärken. Die Medikation erfolgt nach Bedarf und zu einem festen Zeitplan: Hier ist es das Ziel, das Nachlassen des Schmerzes lernpsychologisch von der Einnahme des Medikaments zu trennen.

Nach ähnlichen Prinzipien lässt sich ein gesundes Verhalten im Bereich der körperlichen Aktivitäten aufbauen. Dieses Extinktionstraining reduziert nicht nur effektiv den Schmerz, es vermindert auch deutlich die Anzahl der

„Die Gehirnrepräsentationen von Schmerz lassen sich durch Lernprozesse umformen.“

UNLEARNING PAIN

THE MALLEABLE BRAIN

HERTA FLOR

When we learn a new language, practice a piece of music or exercise our body, these activities change the structure and function of our brain. Our brain is 'malleable' – a phenomenon known as neuroplasticity – and it remains that way throughout our lives. Even after serious injuries, such as amputation of limbs, certain areas of our brain reorganise and adapt to the new physical conditions. This cortical reorganisation is frequently the cause of chronic pain, such as phantom pain.

We were able to show that changes in the brain which are accompanied by chronic pain can be influenced with interventions from the field of behavioural therapy. Such therapy can prompt the brain to reorganise yet again and 'forget' the pain. This approach is based on the fact that the brain processes not the physical, but the perceived world, and that a new reality can be created simply by changing the point of view. Phantom pain, for instance, can be alleviated by means of mirror therapy, during which the patient performs exercises with his healthy limb in front of a mirror. This suggests to the brain that the amputated limb is once again attached and intact. The therapy causes those cerebral areas that reorganised in the wake of the amputation to undo these changes, thereby reducing the intensity of the patient's pain.

Our findings on pain can be applied to other sensory and motor disorders. We assume that they also play a role in mental disorders and various forms of dementia that result in cortical reorganisation. Our aim is to discover ways of applying our findings to develop suitable therapeutic methods for these illnesses. ●

PROF. DR HERTA FLOR studied psychology in Würzburg, Tübingen and at Yale University. She accepted a position at the Department of Psychology of Humboldt-Universität zu Berlin in 1993, and in 2000 transferred to the Medical Faculty Mannheim of Heidelberg University as professor of neuropsychology and clinical psychology. Prof. Flor is also a scientific director at the Central Institute of Mental Health in Mannheim. Her research interests are psychobiology and the interdisciplinary therapy of mental disorders, as well as learning and neuroplasticity.

Contact: herta.flor@zi-mannheim.de

**“Our brain is malleable –
and it remains that
way throughout our lives.
This fact is one of
the cornerstones of pain
therapy.”**

Arztbesuche und Klinikaufenthalte. Und auch hier zeigt sich: Ein Verhaltenstraining kann die Anpassungen des Gehirns, die mit den Schmerzen einhergehen, wieder normalisieren.

Mit dem „Neurofeedback“, einer computergestützten Trainingsmethode, kann der Patient seine eigene Gehirnaktivität regulieren. Dazu erhält er Rückmeldungen zur Aktivität von Hirnarealen, die gerade mit der Schmerzwahrnehmung befasst sind. Der Patient kann die Hirnaktivität beeinflussen und dadurch den Schmerz mindern.

Schließlich können auch emotionale oder motivationale Störungen kortikale Reorganisationen zur Folge haben. Und auch sie lassen sich mit entsprechenden Trainingsverfahren beeinflussen. Damit befasst sich ein an der Universität Heidelberg angesiedelter Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgemeinschaft unter dem Titel „Lernen, Gedächtnis und Hirnplastizität: Implika-

tionen für die Psychopathologie“. Ein weiteres von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördertes Projekt, das „Koselleck-Projekt“, hat zum Ziel, die von den Wissenschaftlern im Sonderforschungsbereich erarbeiteten Erkenntnisse auf die Prävention von demenziellen Erkrankungen zu übertragen. ●

Weltweit anerkanntes Zentrum zur Erforschung und Behandlung psychischer Störungen

Das Zentralinstitut für Seelische Gesundheit (ZI) in Mannheim verzahnt Krankenversorgung, Forschung und Lehre im Bereich psychischer Störungen. Mit dieser Zielsetzung wurde es im Mai 1975 als Landesstiftung des öffentlichen Rechts mit Mitteln des Bundes, des Landes Baden-Württemberg und der VolkswagenStiftung gegründet. In den vier Kliniken des ZI werden jährlich über dreitausend psychisch kranke Menschen aller Altersstufen mit modernsten Therapiemethoden stationär und teilstationär behandelt. Ergänzend bieten alle vier Kliniken ein breites Spektrum an ambulanten Behandlungen an. Gleichzeitig ist das Institut ein weltweit anerkanntes Zentrum innovativer Psychiatrieforschung; es ist eng mit der Universität Heidelberg verknüpft und pflegt zahlreiche wissenschaftliche Kooperationen mit nationalen und internationalen Einrichtungen.

Die Forscher am ZI haben es sich zur Aufgabe gemacht, neue Behandlungsmöglichkeiten für psychische Erkrankungen zu entwickeln und vorhandene Therapien zu verbessern. Vorrangiges Ziel ist es, psychotherapeutische und pharmakologische Wirkmechanismen zu identifizieren, zu etablieren und schließlich zu personalisieren. Die am ZI tätigen Professoren werden von der Universität Heidelberg unter Beteiligung des Zentralinstituts berufen. Sie sind Mitglieder der Universität und erfüllen Lehraufträge an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Ruperto Carola sowie an anderen universitären Einrichtungen in der Region.

www.zi-mannheim.de

„Vor allem verhaltensorientierte Maßnahmen bieten sich an, um chronische Schmerzen wirksam zu behandeln.“

DAS WUNDER

DER BEWEGUNG

DAS WUNDER DER BEWEGUNG

GEHEN WIE EIN MENSCH

KATJA MOMBAUR

Wie es Menschen gelingt, zu gehen, zu laufen oder zu rennen, ist in den Details noch immer weitgehend unbekannt. Wissenschaftler der Universität Heidelberg analysieren die menschlichen Bewegungsmuster und übersetzen sie in die Sprache der Mathematik. Das erlaubt es ihnen, die Bewegungen im Computer zu simulieren und für diverse Anwendungen zu optimieren, beispielsweise, um Prothesen zu verbessern. Auch humanoide Roboter, die problemlos auf zwei Beinen laufen können, zählen zu den Visionen der Forscher.

W

Warum wir aus den unendlich vielen Möglichkeiten, einen Fuß vor den anderen zu setzen, ein bestimmtes Bewegungsmuster auswählen, ist noch lange nicht verstanden. Die Gesetzmäßigkeit zu kennen, die dem Laufen zugrunde liegt, mag auf den ersten Blick unerheblich erscheinen – die meisten Menschen erlernen das Laufen während ihrer Kindheit völlig problemlos und wenden das Bewegungsmuster lebenslang intuitiv an. Bei näherer Betrachtung aber wird rasch klar, dass Laufbewegungen eine besonders wichtige Klasse menschlicher Bewegungen darstellen. Sie sind im Alltag essenziell und dienen als Basis für viele unserer Tätigkeiten.

Spätestens dann, wenn das natürliche Laufen nicht mehr funktioniert, etwa infolge von Krankheit oder nach einem Unfall, wird deutlich, wie wichtig ein fundamentales Verständnis des Laufens ist. Auch wenn es gilt, krankhafte Gangmuster zu behandeln, Operationen zu planen, Prothesen und Orthesen anzupassen oder Muskeln künstlich zu stimulieren, ist es wichtig, Laufbewegungen grundlegend zu verstehen. Ebenso bedeutend ist ihr Verständnis, will man Leistungssteigerungen im Sport erreichen oder Roboter wie Menschen gehen lassen. Schließlich sind auch die Produzenten von Computerspielen und Zeichentrickfilmen an möglichst natürlichen Laufbewegungen für ihre virtuellen Charaktere interessiert.

Was macht das Laufen so kompliziert? Laufen ist ein vielschichtiger hierarchischer Prozess, der zahlreiche mechanische und kognitive Komponenten umfasst. Wir nehmen unsere Umgebung mit den Sinnen wahr und entscheiden dann, auf welchem Weg wir ein Ziel ansteuern wollen. Diese Entscheidung „auf höchster Ebene“ wird sodann intuitiv umgesetzt in koordinierte Bewegungen der einzelnen Gelenke. Aus mechanischer Sicht ist der Mensch ein redundantes System mit weniger Antrieben als Freiheitsgraden. Besonders kompliziert und bislang noch wenig verstanden ist die Stabilitätskontrolle des menschlichen Laufens. Denn das System ist statisch nie stabil, sondern befindet sich aufgrund der wechselnden Kontakte und der produzierten Sequenzen aus Fallen und Schwingen in einem kontrollierten dynamischen Gleichgewicht.

Ein Blick zurück

Bereits im späten 19. Jahrhundert begannen Wissenschaftler damit, alltägliche Bewegungssequenzen von Menschen und Tieren – etwa die verschiedenen Gangarten – zu beobachten und zu experimentellen Zwecken aufzuzeichnen. Berühmte Beispiele sind die „Chronophotographien“ des britischen Fotografen Eadweard Muybridge und des französischen Physiologen Étienne-Jules Marey. Heute werden in klinischen und universitären Ganglaboren deutlich präzisere Messtechniken eingesetzt, beispielsweise Infrarotkameras, die Positionen von reflektierenden Markern an vielen Stellen des Körpers aufnehmen können. Hinzu kommen Messungen der Beschleunigung und der Drehraten am Körper, Kraftmessplatten, Drucksensoren oder die Aufzeichnung der elektrischen Aktivität der Muskeln (Elektromyographie).

Doch auch die modernen Verfahren können kein vollständiges Bild des menschlichen Ganges liefern. An dieser Stelle kommen die Methoden des wissenschaftlichen Rechnens – der Modellierung, Simulation und Optimierung – ins Spiel, wie wir sie im „Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen“ der Universität Heidelberg entwickeln und anwenden. Dazu abstrahieren wir menschliche Bewegungssysteme in mathematischen

Modellen, implementieren diese im Computer und gleichen sie mit der Realität ab. In der Computersimulation lässt sich testen, wie sich Systeme bei bestimmten Eingaben verhalten; die Optimierung schließlich liefert die bestmöglichen Bewegungen. Auf diese Art und Weise gewinnen wir Einblicke in die Eigenschaften des Systems und der Bewegungen, die allein mit Experimenten nicht zu erreichen wären.

Dritte Säule der Wissenschaft: das Wissenschaftliche Rechnen

Das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) wurde im Jahr 1987 als das bundesweit erste universitäre Forschungszentrum seiner Art gegründet. Die Forscher am IWR befassen sich mit Fragestellungen aus Natur-, Technik- und Geisteswissenschaften und bearbeiten sie mit dem Methodenrepertoire des Wissenschaftlichen Rechnens: der mathematischen Modellierung, Simulation und Optimierung, der Bild- und Datenverarbeitung sowie der Visualisierung. Als Querschnittsdisziplin trägt das Wissenschaftliche Rechnen entscheidend zur Lösung anspruchsvoller Probleme aus Wissenschaft und Technik bei und gilt damit als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Seine Methoden kommen bei so unterschiedlichen Fragestellungen zum Einsatz wie dem Entwurf effizienter Brennstoffzellen, der Simulation der Vorgänge beim Hirninfarkt, der Prognose des Pestizidabbaus im Boden oder auch der Optimierung von Bewegungsabläufen.

Das IWR umfasst heute mehr als fünfzig Forscherteams aus den unterschiedlichsten Fakultäten sowie neun von jungen Wissenschaftlern geführte Nachwuchsgruppen. Rund fünfhundert Forscherinnen und Forscher arbeiten im Rahmen des Zentrums in interdisziplinären Kooperationen zusammen. Neben Mathematik, Physik, Chemie und Informatik sowie den Lebenswissenschaften sind hier zunehmend auch die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, die Psychologie, die Kognitionswissenschaften sowie die Geistes- und Kulturwissenschaften vertreten. Die Infrastruktur des IWR, auf die die Forscher zurückgreifen können, umfasst unter anderem Hochleistungsrechner, 3D-Graphiklabore sowie spezielle Laser-Scanner. Auf Initiative des IWR entstand 2007 die „Heidelberger Graduiertenschule der mathematischen und computer-gestützten Methoden in den Wissenschaften“ (HGS MathComp), die in der Exzellenzinitiative gefördert wird. Hier forschen derzeit gut 150 Doktoranden aus allen am Zentrum vertretenen Fächern.

www.iwr.uni-heidelberg.de

Menschliche Bewegung als mathematisches Modell

Bewegungen von Menschen und Tieren lassen sich als mathematische Modelle im Computer darstellen. Der menschliche Organismus wird dabei als System von starren Körpern beschrieben, die an Gelenken beweglich miteinander verbunden sind. Es ist dazu nicht notwendig, jeden einzelnen Knochen des menschlichen Skeletts separat abzubilden – vielmehr gilt es, diejenigen Segmente zu identifizieren, die für einen bestimmten Bewegungstyp relevant sind. Um die charakteristischen Modellparameter, wie zum Beispiel die Geometrien und Massen der Segmente, zu beschreiben, können wir Daten aus anthropometrischen Standardtabellen oder individualisierte Werte für einen Patienten oder eine Patientengruppe verwenden. Der Antrieb der Bewegung lässt sich mithilfe der Drehmomente beschreiben, die an den Gelenken wirken. Man kann aber auch noch weiter zurückgehen, und die Kräfteerzeugung in den Muskeln, die Ansteuerung der Muskeln durch die Nerven und die zahl-reichen Regelschleifen des Körpers abbilden.

Eine solche Modellierung führt mathematisch auf Systeme von Differentialgleichungen oder differentiell-algebraischen Gleichungen. Laufbewegungen bestehen dabei aus mehreren Phasen – sie sind charakterisiert durch die verschiedenen wirkenden Kontakte mit der Umgebung, insbesondere mit dem Boden. Jede Phase lässt sich dementsprechend durch einen eigenen Satz von Bewegungsgleichungen beschreiben.

Wie optimal sind natürliche Bewegungen?

Es ist eine verbreitete Hypothese, dass sich viele – insbesondere alltägliche – Bewegungen von Menschen und Tieren im Laufe der Evolution und infolge individueller Entwicklung und individuellen Trainings optimal ausgeprägt haben. Diese Aussage steht im Einklang mit grundlegenden Annahmen der Bionik zur Optimalität natürlicher Strukturen und Prozesse – und ihres Vorbildcharakters für die Technik. Während der Evolution hat sich die menschliche Statur bestmöglich an den zweibeinigen Gang angepasst, auch die Ausführung häufig wiederholter Bewegungen ist in der Regel optimal. Die anthropomorphe Struktur ist dabei für die meisten Bewegungsaufgaben hochgradig redundant: Sie würde es prinzipiell erlauben, allgemeine Aufgaben wie „Gehe vorwärts!“ oder „Greife nach diesem Gegenstand!“ auf ganz unterschiedliche Weisen auszuführen.

Die natürlichen Bewegungen können in der Regel auf die Optimierung naheliegender mechanischer Eigenschaften des menschlichen Bewegungssystems zurückgeführt werden, beispielsweise eine Minimierung der Energie oder eine Maximierung der Effizienz. Der Mensch verbessert solche Kriterien nicht bewusst. Aber es scheint, als leite die Mechanik die Lernprozesse unbewusst in derartige Optima und trainiere das Gehirn und die neuronalen Reflexschleifen auf die entsprechenden Kontrollsignale. Eine ähnliche Optimierung findet bei Bewegungen im Sport



PROF. DR. KATJA MOMBAUR hat Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität Stuttgart und in Toulouse studiert und im Jahr 2001 in Heidelberg in Mathematik promoviert. Ihre wissenschaftliche Laufbahn führte sie unter anderem an die Seoul National University und das LAAS-CNRS in Toulouse. Seit 2010 ist sie Professorin am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen der Universität Heidelberg. Dort leitet sie die Arbeitsgruppe „Optimierung in Robotik und Biomechanik“ sowie das Robotiklabor. Aktuell ist sie Fellow im Heidelberger Marsilius-Kolleg. Die Schwerpunkte ihrer wissenschaftlichen Arbeit sind die Modellierung, Simulation und Optimierung von anthropomorphen Systemen, also von Menschen, humanoiden Robotern und virtuellen Charakteren.

Kontakt: katja.mombaur@iwr.uni-heidelberg.de

statt – mit einem hier klar formulierten Ziel und durch ein bewusstes Training unterstützt. Das verwendete Optimierungskriterium variiert in Abhängigkeit von der Bewegungsaufgabe und besteht häufig aus einer Mischung verschiedener einzelner Optimierungsziele.

Auch pathologische Bewegungen kann man als das Ergebnis einer Optimierung auffassen. Wobei dieser Prozess hier nicht zu verstehen ist als Suche nach der besten oder leistungsfähigsten Lösung, sondern als Reaktion auf eine Krankheit oder Verletzung: Sind einzelne Segmente oder Gelenke geschwächt, wird der Patient versuchen, sie zu entlasten, das heißt, er minimiert die Last auf der Struktur und die im Gelenk erzeugten Drehmomente und kompensiert mit anderen Teilen des Körpers. Andere Pathologien, etwa Parkinson oder die durch frühe Hirnschädigungen verursachte Zerebralparese, führen insgesamt zu veränderten Gehbewegungen. Im Vergleich zu den Normbewegungen zeichnen sie sich durch eine geringere Effizienz und Dynamik sowie durch eine höhere Anspannung, Steifheit und das Anstreben von quasistatischer Stabilität aus.

Mathematische Optimierungen

Aufgrund ihrer Optimalitätseigenschaften lassen sich menschliche Bewegungen hervorragend mit den mathematischen Methoden zur optimalen Steuerung eines Systems untersuchen. Indem Bewegungsmodelle in Differentialgleichungen beschrieben und geeignete Optimierungs-Zielfunktionen formuliert werden, können im Computer optimale Bewegungen erzeugt und mit der Realität verglichen werden.

Die sogenannte inverse Optimalsteuerung behandelt den umgekehrten Fall: Anstatt eine Lösung für eine gegebene Optimierungsaufgabe zu finden, suchen wir hier die Optimierungsaufgabe, die eine gegebene Lösung erzeugt. Damit können wir herausfinden, welches Optimierungsziel einer bestimmten, experimentell gemessenen Bewegung zugrunde liegt. Die Ergebnisse dieses sehr aufwendigen Vorgehens sind immer dann von großer Bedeutung, wenn sich nachweisen lässt, dass ganze Klassen von Bewegungen von ein und demselben Optimierungskriterium bestimmt werden.

Eine wichtige Frage der mathematischen Modellierung, die über die Grenzen verschiedener Bewegungstypen hinausgeht, ist zudem die nach den Gemeinsamkeiten aller natürlichen beziehungsweise menschenähnlichen Bewegungen im gesunden Zustand. Ihre Beantwortung könnte zu einer allgemeingültigen Definition, beispielsweise in Form von Komponenten der Zielfunktion, führen.

Die nachfolgend dargestellten Projekte stellen exemplarisch Untersuchungen vor, die wir in unserer Arbeitsgruppe „Optimierung in Robotik & Biomechanik“ mithilfe der optimalen Steuerung bei gesunden und kranken Bewegungen vorgenommen haben.

Exoskelette unterstützen menschliche Bewegungen

Im Rahmen der „Heidelberg-Karlsruhe Research Partnership“, HEiKA, haben wir uns gemeinsam mit dem Institut für Anthropomatik des Karlsruher Instituts für Technologie mit „Exoskeletten“ für die untere Extremität und ihrem möglichen Einsatz bei querschnittsgelähmten Menschen beschäftigt. Exoskelette sind Roboteranzüge oder tragbare Roboter. Sie können entweder die vorhandene Bewegungsaktivität eines Menschen unterstützen oder die Bewegungen vollständig erzeugen. Ziel unseres Teilprojekts war es, ein computergestütztes Design-Tool zu entwickeln, das den Entwicklungsprozess von Exoskeletten bei der Auswahl der Struktur und der Motoren unterstützt. Für eine gewünschte Bewegung können wir damit die auftretenden Belastungen und die notwendigen Gelenkmomente für das Gesamtsystem Mensch-Exoskelett bestimmen. Erreicht wurde dies durch das Anpassen der Modellbewegung an die gemessenen tatsächlichen Bewegungsdaten eines gesunden Probanden. Unsere Ergebnisse liefern Designern wichtige Einsichten für die Entwicklung geeigneter Exoskelette, die Auswahl der Komponenten, beispielsweise von passiven Elementen und Motoren, sowie die Ausgestaltung der Form und die Auswahl des Materials.

Assistenzroboter für die Geriatrie

Aufgrund der zunehmenden Alterung der Gesellschaft beschäftigen sich viele Forschungsvorhaben damit, die medizinische Versorgung und den Erhalt der Mobilität bis ins hohe Alter zu verbessern. Ziel des europäischen Projektes „MOBOT“ ist es, Mobilitätsassistenten-Roboter

„Aus mechanischer Sicht ist der Mensch ein redundantes System mit weniger Antrieben als Freiheitsgraden.“

zu entwickeln, die älteren Patienten beispielsweise dabei helfen können, aufzustehen und zu laufen. Diese Assistenzsysteme können etwa die Form eines intelligenten, adaptiven Rollators annehmen, auf den sich die Patienten aktiv aufstützen. Doch auch komplexere Ausgestaltungen sind möglich, zum Beispiel Roboter, die wie ein menschlicher Pfleger den Patienten festhalten können.

Mithilfe der mathematischen Optimierung ist es uns am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen in Heidelberg gelungen, die Bewegungen von Patienten zu simulieren und zu bestimmen, welche Kräfte entlang welcher Aktionslinien auf den Körper einwirken sollten, um den Betroffenen bestmöglich zu entlasten. Auf diese Weise konnten wir das Design unseres Roboters so optimieren, dass er in der Lage war, die gewünschte Unterstützung zu leisten. Die Systeme befinden sich zurzeit in der ersten klinischen Evaluation. Darüber hinaus entwickeln wir aktuell Methoden, die es möglich machen, die adaptiven Bewegungen der Assistenzsysteme in Echtzeit zu messen und zu optimieren.

Bessere Prothesen

Auch im Bereich der Prothetik können Optimierungsrechnungen dazu beitragen, das Verhalten von Patienten mit Prothesen zu analysieren und das Design der künstlichen Gliedmaße zu verbessern. Zusammen mit Kollegen des Ganglabors der Orthopädischen Klinik in Heidelberg-Schlierbach interessieren wir uns insbesondere für die Stabilität von Gehbewegungen mit und ohne Prothesen. Wir versuchen zu erklären, wie es zur Veränderung der Gangmuster durch die Prothese kommt. Zudem interessieren wir uns für das Gehen auf schiefen Ebenen und für den Effekt, den zusätzliche Kontakte an den Händen auf die Stabilität haben.

Mit Kollegen aus Köln und Karlsruhe gehen wir darüber hinaus der Frage nach, ob der Einsatz professioneller Sportprothesen für Unterschenkelamputierte – im Wesentlichen große Federn aus Kohlefaser – zu einem Wettbewerbsvorteil verhilft. Dies wurde zunächst im Fall des südafrikanischen Sprinters Oscar Pistorius diskutiert, im letzten Sommer dann auch bei dem deutschen Weitspringer Markus Rehm. Wir konnten mit Optimierungsrechnungen zeigen, dass die Sportler mithilfe ihrer Prothesen bei konstanter Maximalgeschwindigkeit in der Tat mit einem deutlich geringeren Energieaufwand und nahezu verschwindender Knieflexion rennen können. Um jedoch abschließend zu klären, ob Prothesen im Wettbewerb tatsächlich einen nennenswerten Vorteil verschaffen, müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden, etwa die Beschleunigungs- und Bremsphasen, der Einfluss der Stumpf-Schaft-Interaktion und die Beteiligung der Muskeln in benachbarten Gelenken. Diese Fragen sind Gegenstand unserer aktuellen Forschungsarbeiten.

Funktionelle elektrische Stimulation

Muskeln, die aufgrund einer Krankheit oder eines Unfalls nicht mehr natürlich stimuliert werden, können mit der „funktionellen elektrischen Stimulation“ (FES) künstlich dazu angeregt werden. Die FES wird bereits seit Jahren in verschiedenen Bereichen des Körpers, vor allem in der unteren und oberen Extremität, eingesetzt. Während die Stimulation von Gangbewegungen eines querschnittsgelähmten Menschen noch immer als sehr aufwendig gilt und für den Patienten ermüdend ist, wird sie bei halbseitig, nur teilweise gelähmten Patienten bereits relativ häufig durchgeführt.

Ein häufiges Symptom, beispielsweise nach einem Schlaganfall, ist die „Fußhebschwäche“: Der Patient zieht beim Gehen das Bein nach, und der Fuß hängt an der betroffenen Seite herunter. Hier genügt die gezielte Stimulation eines einzelnen Muskels – des „Musculus tibialis anterior“ –, um die Laufbewegung deutlich zu verbessern. Gemeinsam mit Kollegen vom „Laboratoire d'Informatique, de Robotique

Heidelberg-Karlsruhe Research Partnership

Die im Oktober 2011 ins Leben gerufene „Heidelberg-Karlsruhe Research Partnership“ (HEiKA) festigt die langjährige Zusammenarbeit der Universität Heidelberg mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Die komplementäre Aufstellung beider Institutionen bietet optimale Voraussetzungen für eine strategische Partnerschaft. HEiKA fördert wissenschaftliche Kooperationen in fünf sogenannten „Forschungsbrücken“: den Bereichen „Medizintechnik für die Gesundheit“ und „Natur, Technik, Gesellschaft“ sowie den Forschungsfeldern „Organische Elektronik“, „Erweiterte Imaging Plattform“ und „Synthetische Biologie“. 26 wissenschaftliche Projekte wurden und werden im Rahmen von HEiKA in diesen Bereichen bislang unterstützt.

Als institutionalisiertes Dach ermöglicht die Forschungspartnerschaft darüber hinaus eine Abstimmung beider Universitäten etwa bei Berufungsverfahren und gemeinsamen Forschungsanträgen sowie die gemeinsame Beschaffung von Großgeräten, die nur in vereinter Anstrengung möglich ist. Besonders hervorzuheben ist zudem die enge Zusammenarbeit bei der Initiierung und Einwerbung großer, auch internationaler, Forschungs- und Innovationsverbünde. Neben der Unterstützung exzellenter Forschung innerhalb der fünf Forschungsbrücken fördert HEiKA auch den Dialog mit der Öffentlichkeit. Hierzu werden alle zwei Jahre die sogenannten HEiKA-Symposien organisiert, deren Ziel es ist, einen interdisziplinären Blick auf gesellschaftlich bedeutsame Fragestellungen zu ermöglichen.

www.heika-research.de

THE MIRACLE OF LOCOMOTION

WALK LIKE A HUMAN

KATJA MOMBAUR

Walking and running are important forms of human motion that are essential for our everyday life and serve as basis for many of our actions. However, we still lack a fundamental understanding of the mechanisms underlying human locomotion, i.e. how we choose a particular way to put one foot in front of the other out of an infinite number of ways to do so. This lack of understanding may not seem important at first sight, since most people learn to walk and run intuitively and without problems at an early age. Deeper insights into human locomotion are, however, required when this natural ability is lost or does not exist, due to illness or an accident, if a performance increase is desired, e.g. in sports, or if walking or running are to be implemented in technical systems such as robots.

With the methods available to date, we cannot yet paint a complete picture of the way we walk. Walking is a complex hierarchical process that includes numerous mechanical and cognitive components. This is where the methods of scientific computing come in – modelling, simulation and optimisation – that we use at the Interdisciplinary Center for Scientific Computing of Heidelberg University. They allow us to simulate movements in the computer and optimise them for various applications, e.g. to improve prosthetic limbs or build exoskeletons. The latter are robotic suits or wearable robots that either support the wearer's existing movement activity or generate such activity themselves. Humanoid robots that walk easily on two legs are part of our vision. ●

PROF. DR KATJA MOMBAUR studied aerospace engineering at the University of Stuttgart and the ENSAE Toulouse and earned her PhD at Heidelberg University in mathematics in 2001. Her career led her to a number of academic institutions, among them Seoul National University and the LAAS-CNRS in Toulouse. In 2010 she became a professor at Heidelberg University's Interdisciplinary Center for Scientific Computing. She heads the research group 'Optimization in Robotics and Biomechanics' and the robotics lab. In addition, she is currently a fellow at the Marsilius Kolleg of Heidelberg University. Prof. Mombaur's research focuses on modelling, simulation and optimisation of anthropomorphous systems, i.e. of humans, humanoid robots and virtual characters.

Contact: katja.mombaur@iwr.uni-heidelberg.de

“Movement optimisation lends itself to many different applications – including the use of humanoid robots in disaster areas.”

et de Microélectronique“ in Montpellier arbeiten wir daran, mithilfe von Optimierungen auf der Basis eines Muskel-Skelett-Modells zu ermitteln, welche Stimulationsmuster für den Patienten am angenehmsten wären. Ebenso interessiert uns, wie die Stimulation in Echtzeit, auf der Basis einer aktuellen Zustandsschätzung bei minimaler Sensorik, so optimiert werden kann, dass der Fuß nicht mehr über den Boden schleift.

Optimale Bewegungen im Sport

Sportbewegungen zeichnen sich durch schnelle Abläufe und komplizierte dreidimensionale Koordinationsaufgaben aus. Im Sport ist das Ziel der Optimierung offensichtlich: Sportler möchten schneller und effizienter laufen, höher und weiter springen, komplexe gymnastische Aufgaben wie Salti und Schrauben am Turngerät ausführen oder Sprünge vom Turm ins Wasser optimal absolvieren. Tänzerinnen und Tänzer möchten sich möglichst anmutig bewegen. Eine modellbasierte Optimierung von Sportbewegungen bietet Trainern und Leistungssportlern wichtige Einblicke in die Bewegungsabläufe, in die internen Kräfte und Drehmomente und in die äußeren Belastungen. Mit personalisierten Modellen für einzelne Sportler würde es beispielsweise möglich werden, eine virtuelle Trainingsumgebung aufzubauen. Basierend auf Mehrkörpersimulation und -optimierung könnte die virtuelle Trainingsumgebung eingesetzt werden, um Trainingshypothesen zu überprüfen, Bewegungsvariationen zu testen und Leistungsfrequenzen zu ermitteln.

Humanoide Roboter

In unserem aktuellen Forschungsprojekt „KoroiBot“, das von der Europäischen Union gefördert wird, untersuchen wir gesunde menschliche Gangbewegungen in verschiedenen Situationen, beispielsweise auf ebenem Untergrund, auf Treppen, schiefen Ebenen, auf Balken, Geröll, Trittsteinen oder Wippen. Dabei analysieren wir, welchen Anteil die reine Mechanik an diesen Bewegungen hat und wie hoch der kognitive Beitrag ist, der am Anfang und nach Abschluss des Lernprozesses notwendig ist. Ziel von „KoroiBot“ ist es, auf Basis dieser Erkenntnisse Methoden zu entwickeln, die es humanoiden Robotern erlauben, mechanisch intelligente und stabile Bewegungen in unterschiedlichen Laufsituationen zu generieren. Auch hierbei spielt die Optimierung eine entscheidende Rolle. Humanoide Roboter sollen künftig beispielsweise eingesetzt werden, um Menschen in gefährlichen oder unangenehmen Situationen zu unterstützen oder zu ersetzen – als Retter in Katastrophengebieten, als Helfer im Haushalt oder als Mitarbeiter in Arbeitsbereichen wie der Flugzeug- oder Schiffertigung. Für diese Aufgaben benötigen sie eine Reihe fortgeschrittener Fähigkeiten. Auch die Fähigkeit, sich auf zwei Beinen stabil fortzubewegen, ist eine entscheidende Voraussetzung, um die genannten Aufgaben erfüllen zu können.

„Bewegungsoptimierungen erlauben vielfältige Anwendungen – auch den Einsatz humanoider Roboter in Katastrophengebieten.“

In den nächsten Jahren werden wir uns in Heidelberg weiterhin damit beschäftigen, gesunde und kranke menschliche Laufbewegungen sowie die Umsetzung der Ergebnisse in Medizin, Robotik und Sport zu erforschen. Wir werden die Modelle, die Methoden und die technischen Komponenten in Präzision und Effizienz weiter verbessern, sodass sie es uns erlauben, Bewegungen zuverlässig vorauszusagen und zu regeln. Zu unseren Visionen zählen die optimierungsbasierte Entwicklung neuer Exoskelett-Technologien mit innovativen Materialien, beispielsweise für den Einsatz bei Querschnittsgelähmten oder um alltägliche Bewegungen gesunder Menschen zu erleichtern. Darüber hinaus streben wir die Konstruktion einer neuen Generation von Robotern an. Diese könnten bei der Fertigung von Flugzeugen oder Schiffen zum Einsatz kommen oder uns in Katastrophensituationen wie Fukushima entlasten. ●

DER

STILLE

HUNGER

DER STILLE HUNGER

NACHHALTIG GEGEN MANGELERNÄHRUNG

SABINE GABRYSCH

Zwei Milliarden Menschen leiden weltweit an Mangelernährung: Sie hungern nicht offensichtlich, sind aber aufgrund einer extrem einseitigen Ernährung nur ungenügend mit lebenswichtigen Nährstoffen versorgt. Die Folgen für die Gesundheit sind schwerwiegend, vor allem für Kinder. Landwirtschaftliche Programme, die Frauen dazu befähigen, sich und ihre Kinder besser zu ernähren, könnten die Situation nachhaltig ändern. Eine Heidelberger Studie prüft die Effektivität eines solchen Programms in Bangladesch.

D

Die medizinische Forschung konzentriert sich zumeist auf einzelne Erkrankungen, auf individuelle Risikofaktoren, bessere Diagnosen und neue Therapien. Große Fortschritte wurden dabei schon erzielt. Viele Gesundheitsprobleme erfordern jedoch einen breiteren Ansatz, der gesellschaftliche Faktoren stärker ins Blickfeld rückt, die die „Verteilung“ von Gesundheitschancen – und folglich von Lebenschancen – ganzer Bevölkerungsgruppen beeinflussen. Der bedeutende deutsche Arzt Rudolf Virchow hat dies schon im Jahr 1848 angesichts der Armut in Oberschlesien erkannt, ebenso die Weltgesundheitsorganisation in ihrer Erklärung von Alma-Ata aus dem Jahr 1978, die zu einer engen Zusammenarbeit des Gesundheitssektors mit anderen relevanten Sektoren wie Bildung, Landwirtschaft und Städtebau aufrief. Der Kampf gegen die ungleiche Verteilung von Gesundheitschancen ist ethisch zwingend und zählt zu den Grundbausteinen verantwortungsbewusster Gesellschafts-

und Entwicklungspolitik. Das nötige Wissen und die Werkzeuge dafür muss den Politikern eine breit angelegte Public-Health-Forschung liefern.

„Public Health“, oder „Öffentliche Gesundheit“, wird dabei zunehmend zu „Global Health“. Denn globale Probleme wie Über- und Unterernährung, Klimawandel oder Antibiotikaresistenzen verlangen globale Antworten und neue Forschungsansätze. Dieser komplexen Herausforderung stellen sich Forschungseinrichtungen in aller Welt. Ein Beispiel ist die renommierte „London School of Hygiene & Tropical Medicine“ in Großbritannien. In Deutschland nimmt das „Heidelberg Institute of Public Health“ eine führende Rolle in der Erforschung der internationalen öffentlichen Gesundheit ein. Ein großes neues Forschungsprojekt der „Sektion Epidemiologie und Biostatistik“ am Institut für Public Health widmet sich speziell dem Thema Mangelernährung – dem „stillen Hunger“.

Was ist „stiller Hunger“?

Weltweit sind rund zwei Milliarden Menschen übergewichtig, zunehmend auch in ärmeren Ländern. Gleichzeitig leiden 800 Millionen Menschen an Hunger und weitere zwei Milliarden Menschen an Mangelernährung. Mangelernährte Menschen werden zwar satt, es fehlt ihnen jedoch an bestimmten Nährstoffen, weil sie sich extrem einseitig nur von Reis, Mais oder Maniok ernähren. Obst, Gemüse, Eier, Milchprodukte und Fleisch stehen hingegen nur selten auf ihrem Speiseplan, sodass dem Körper lebenswichtige Proteine, essentielle Fettsäuren und Spurenelemente wie Vitamin A, Eisen und Zink fehlen.

Akute Hungersnöte erhalten aufgrund ihrer Dramatik üblicherweise eine große Medienaufmerksamkeit – die chronische Unterernährung hingegen, die meist in Form von Mangelernährung auftritt, ist medial weit weniger sichtbar. Sie wird deshalb auch als „stiller Hunger“ bezeichnet. Während akut unterernährte Kinder auffällig dünn und ausgemergelt sind, können chronisch unterernährte Kinder äußerlich normal aussehen, sind aber zu klein für ihr Alter.

Weltweit sind schätzungsweise 52 Millionen Kinder von akuter Unterernährung und 165 Millionen von chronischer Unterernährung betroffen. Über drei Millionen Kinder sterben pro Jahr infolge von Unterernährung.

Die entscheidenden ersten 1.000 Tage

Mangelernährte Kinder sind äußerlich an einem verzögerten Längenwachstum erkennbar. Auch in ihrer sonstigen körperlichen und in ihrer geistigen Entwicklung sind sie stark beeinträchtigt. Sie sind anfälliger für Infektionskrankheiten wie Lungenentzündung, Masern oder Durchfall, sie fangen später an zu laufen und zu sprechen, sie bleiben zeitlebens kleiner, sind weniger intelligent, in der Schule weniger erfolgreich und als Erwachsene weniger produktiv. Es hat sich gezeigt, dass die ersten 1.000 Tage von der Empfängnis über die Schwangerschaft bis zum Alter von zwei Jahren entscheidend sind. In dieser frühen Lebensphase werden wichtige Weichen für die spätere Entwicklung gestellt, insbesondere für das Gehirn und das Immunsystem. Mangelernährung in dieser Phase hat dramatische und vielfach irreversible Folgen.

Die Wurzel des Problems

Die Ursachen von Mangelernährung sind komplex. Sie lassen sich keinesfalls allein auf Armut reduzieren. Eine bedeutende Rolle spielen auch Bildungsdefizite, landwirtschaftliche Traditionen und Essgewohnheiten, Klimaveränderungen, kulturelle Faktoren wie die Stellung von Frauen und Kindern in Familie und Gesellschaft sowie Hygiene- und Wohnverhältnisse.

In jüngster Zeit hat der politische Kampf gegen Mangelernährung deutlich an Dynamik gewonnen. Große Initiativen sind entstanden, und im November 2014 beschäftigte sich eine viel beachtete UN-Konferenz mit dem Thema. Die medizinische Fachzeitschrift „The Lancet“ widmete im Jahr 2008 und erneut im Jahr 2013 eine komplette Artikelserie der Ernährung von Müttern und Kindern.

Die Autoren der Serie unterscheiden direkte und indirekte Maßnahmen zur Bekämpfung der Mangelernährung. Zu den direkten Maßnahmen zählt es beispielsweise, Schwangere und Kinder unter zwei Jahren (also in den entscheidenden ersten 1.000 Tagen) mit Vitamintabletten zu versorgen, Mütter bei der Zufütterung zu beraten und sie gegebenenfalls mit Zusatznahrung zu unterstützen. Die Kosten für die flächendeckende Umsetzung der zehn wichtigsten direkten Maßnahmen in den 34 afrikanischen und asiatischen Ländern, in denen 90 Prozent der mangelernährten Kinder

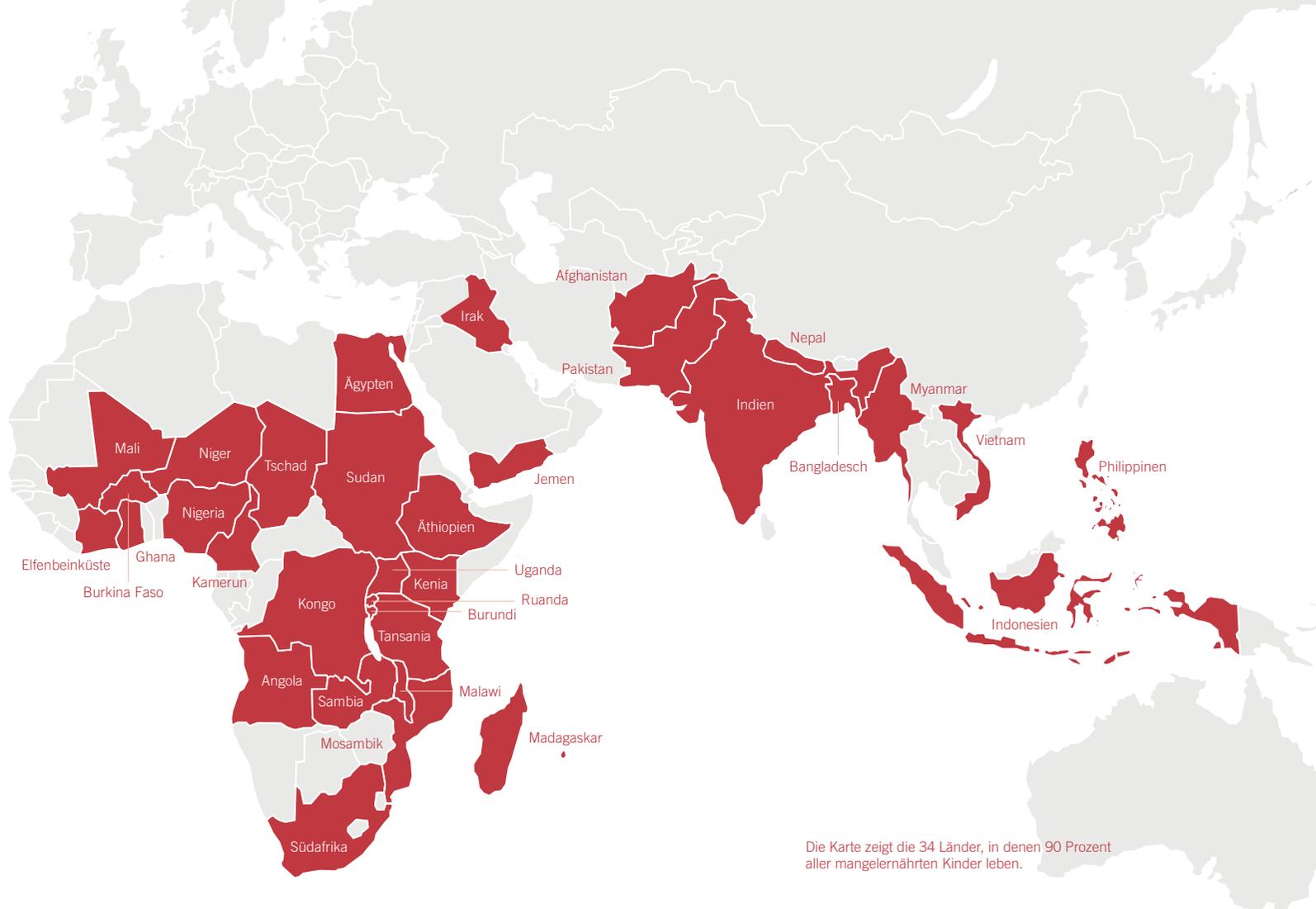


Guatemala

„Globale Probleme wie Über- und Unterernährung, Klimawandel oder Antibiotikaresistenzen verlangen globale Antworten.“

leben, werden von der „Lancet“ auf 9,6 Milliarden Dollar jährlich geschätzt. Viele Geber von Entwicklungshilfe setzen ihre Mittel für diese relativ simplen Maßnahmen ein, zumal sie – teils gefördert von interessierten Firmen – vergleichsweise gut erforscht sind.

Direkte Maßnahmen sind aber nur begrenzt wirksam, da sie die Ursachen der Mangelernährung, wie etwa ausgelaugte Böden, einseitige Ernährung und schlechte Hygienebedingungen, nicht nachhaltig beseitigen. Indirekte Maßnahmen setzen hingegen an den Wurzeln der Mangelernährung an. Sie fördern beispielsweise Kleinbauern und die Produktion von Nahrungsmitteln in größerer Vielfalt (einschließlich Obst und Gemüse), eine bessere Hygiene und Sanitärversorgung sowie die Bildung von Mädchen und Frauen. Die momentan sehr populäre direkte Maßnahme, Reisbrei mit Vitaminpulvern aufzuwerten, kann schon allein deshalb keine langfristige Lösung sein, weil Lebensmittel wie Obst und Gemüse viele verschiedene Nährstoffe und zudem bioaktive Pflanzenstoffe enthalten, die in komplexer Weise interagieren und zur Gesundheit der Menschen beitragen.



Die Karte zeigt die 34 Länder, in denen 90 Prozent aller mangelernährten Kinder leben.

Beispiel Bangladesch

Besonders häufig ist der „stille Hunger“ in Bangladesch. Dort sind 41 Prozent der Kleinkinder zu klein für ihr Alter und 27 Prozent der schwangeren Frauen zu dünn. Die wichtigsten Ursachen finden sich in der schwachen sozialen Position junger Frauen und in der Struktur des Agrarsektors.

In Bangladesch leben bis heute die meisten Menschen in kleinbäuerlichen Haushalten. Das kleine Land schafft es seit einiger Zeit, seine 160 Millionen Einwohner mit dem Grundnahrungsmittel Reis zu versorgen, trotz zahlreicher, vom Klimawandel verschärfter Naturkatastrophen. Die Konzentration auf hocheffizienten Reisanbau ging allerdings auf Kosten von Obst, Gemüse und Hülsenfrüchten und damit der Nahrungsmittelvielfalt.

Die resultierende einseitige Ernährung mit Reis führt zwangsläufig zu Mangelernährung. Sie wird durch die traditionell schwache soziale Position und die geringe Bildung der Frauen verschärft: Viele Frauen essen nur, was die Männer übrig lassen, auch während der Schwangerschaft. Über 30 Prozent aller Kinder in Bangladesch

„In 34 Ländern der Welt leben 90 Prozent aller mangelernährten Kinder. Besonders häufig ist der ‚stille Hunger‘ in Bangladesch.“

kommen bereits untergewichtig zur Welt. Anschließend werden die Kinder zu Opfern schwerer Ernährungsfehler: Nur wenige Mütter stillen während der ersten sechs Monate ohne Zufütterung und nur wenige füttern ab dem siebten Monat protein-, vitamin- und mineralstoffreichen Brei zu. Viele Mütter ernähren ihre Kinder – oft auf Druck der dominanten Schwiegermutter – mit gezuckertem Reisbrei, zuweilen auch mit aufgeweichten Keksen aus dem nächsten Kiosk.

Ein vielversprechendes Programm

Die renommierte amerikanische Entwicklungsorganisation „Helen Keller International“ nimmt in Bangladesch seit den 1990er-Jahren eine führende Rolle in der Bekämpfung der Mangelernährung ein und setzt dabei auf nachhaltige Interventionen. Im Rahmen ihres „Homestead Food Production“-Programms werden Frauen in den Dörfern darin geschult, in ihren Gärten Lebensmittel wie Bohnen, Kürbis, Papaya oder Spinat anzubauen und Hühner zu halten.

So können sie ihre Familien das ganze Jahr über mit Obst, Gemüse und Eiern versorgen. Der Verkauf überschüssiger



PRIV.-DOZ. DR. DR. SABINE GABRYSCH leitet seit dem Jahr 2014 die Sektion Epidemiologie und Biostatistik am Institut für Public Health des Universitätsklinikums Heidelberg. Nach Medizinstudium und Promotion in Tübingen war sie als Assistenzärztin in Schweden tätig und erwarb anschließend an der London School of Hygiene & Tropical Medicine einen zusätzlichen Doktorgrad in Epidemiologie. Seit 2009 forscht sie am Institut für Public Health und habilitierte sich 2014 zum Thema Müttergesundheit in Entwicklungsländern. Im Rahmen ihrer BMBF-finanzierten Nachwuchsgruppe in Epidemiologie leitet sie das Forschungsprojekt FAARM zu Mangelernährung in Bangladesch.

Kontakt: sabine.gabrysch@uni-heidelberg.de

Produkte erlaubt es den Frauen zudem, eigenes Geld zu verdienen. Dies wiederum stärkt die Rolle der Frauen in der Familie und im Dorf. Die Frauen werden zudem intensiv in Kleinkind-Ernährung und Hygiene unterrichtet, dazu gehört auch das Zubereiten kleinkindgerechter Mahlzeiten. Auch sonst setzt das Programm konsequent auf Nachhaltigkeit: Mit biologischem Gartenbau, integrierter Schädlingsbekämpfung und Kompostgewinnung, mit Bodenmanagement mittels Mischkulturen und Fruchtwechsel sowie einer eigenständigen Saatgutproduktion werden die Frauen unabhängig vom Zukauf teurer Ressourcen, etwa von Düngern und Pflanzenschutzmitteln. Gut ausgebildete und in der Dorfgemeinschaft verwurzelte „Multiplikatorinnen“ stellen sicher, dass die Aktivitäten langfristig fortgeführt werden.

Aus Mangel an Beweisen

Auch andere Organisationen führen in verschiedenen Ländern seit Jahren ähnliche Programme durch, deren Ziel es ist, die Mangelernährung nachhaltig zu bekämpfen. Bisherige Auswertungen zeigen, dass dank der Programme die Nahrungsvielfalt zunimmt, dass das Einkommen der Frauen steigt und deren Position in der Familie gestärkt wird. Diese Ergebnisse sind vielversprechend, jedoch nicht ausreichend. Um Politiker und Geldgeber zu überzeugen, ist es wichtig nachzuweisen, dass die Programme auch die Mangelernährung deutlich reduzieren können. Dafür allerdings gibt es bislang kaum wissenschaftliche Hinweise, denn es fehlt an belastbaren Studien, die die Auswirkungen landwirtschaftlicher Programme auf den Ernährungsstatus von Kindern untersuchen. Den meisten bisherigen Studien mangelt es an Aussagekraft – sie waren zu klein und zu kurzfristig angelegt, oder sie verwendeten keine soliden Methoden.

Der Kampf gegen Mangelernährung kann nur nachhaltig wirksam sein, wenn er die Ursachen des Problems angeht – wie komplex diese Ursachen, und mit ihnen die nötigen Maßnahmen, auch sein mögen. Die Wirksamkeit komplexer Interventionen zu evaluieren erfordert allerdings einen großen wissenschaftlichen Aufwand – ein Aufwand, der weit größer ist, als die Effektivität von Vitaminpräparaten zu prüfen. Die Evidenzlage für indirekte Maßnahmen ist deshalb im Allgemeinen vergleichsweise schlecht. Auch aus diesem Grund führen sie im Vergleich zu den direkten Maßnahmen ein Schattendasein.

Unser Forschungsprojekt FAARM

Mit unserem Forschungsprojekt FAARM (Food and Agricultural Approaches to Reducing Malnutrition) stellen wir uns der Herausforderung, die Wirksamkeit komplexer Interventionen zu evaluieren. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen eines Förderprogramms für Epidemiologie finanziert (von 2013 bis 2019). Gemeinsam mit der Entwicklungsorganisation „Helen Keller International“ führen wir in Bangladesch eine

Globale Gesundheit an der Universität Heidelberg

Das Institut für Public Health (ehemals Abteilung „Tropenhygiene und Öffentliches Gesundheitswesen“) wurde 1962 gegründet und ist Teil der Medizinischen Fakultät Heidelberg der Ruperto Carola sowie des Universitätsklinikums Heidelberg. Ziel der Wissenschaftler am Institut ist es, durch Forschung und Lehre zur besseren Gesundheit in Entwicklungs- und Schwellenländern sowie in Deutschland beizutragen. Hierzu arbeiten die Forscher zusammen mit ihren Partnern in aller Welt unter anderem an Studien zu Malaria-Kontrolle, HIV-Behandlung und Impfeffekten, zur Qualität der Gesundheitsversorgung in Afrika, zu Millennium-Entwicklungszielen und Folgen des Klimawandels sowie zu Krebserkrankungen bei Migranten und importierten Antibiotikaresistenzen. Dabei evaluieren sie auch Programme und Projekte von Regierungen und internationalen Organisationen.

Die Wissenschaftler am Institut eint der Ansatz, individuelle und gesellschaftliche Einflussfaktoren auf die Gesundheit von Bevölkerungen zu studieren. Dabei nehmen sie eine globale Perspektive ein, die die Erfahrungen in den verschiedenen Ländern miteinander zu verknüpfen sucht. Das Institut beschäftigt rund 60 Mitarbeiter, die aus 30 verschiedenen Ländern und diversen Fachgebieten stammen, unter anderem Medizin, Epidemiologie, Statistik, Medizininformatik, Gesundheitsökonomie, Soziologie, Anthropologie, Geographie und Biologie.

Interventionsstudie durch, an der knapp 3.000 junge Frauen und ihre Kleinkinder teilnehmen. Ziel der Studie ist es, herauszufinden, inwieweit in Kleingruppen organisierte Frauen durch den Betrieb von Hausgärten und Hühnerzucht sowie durch Schulungen zu Ernährung, Hygiene und Kinderpflege befähigt werden können, ihren eigenen und den Ernährungszustand ihrer Kinder zu verbessern.

Das Forschungsprojekt ist langfristig und breit genug angelegt, um statistisch sicher feststellen zu können, ob die Mangelernährung mit den Maßnahmen reduziert wird. Als Indikatoren für den Ernährungszustand dienen uns dabei Längenwachstum und Gewicht sowie Hämoglobin-, Eisen- und Vitamin-A-Spiegel im Blut. Kontrolldörfer, die nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden, erlauben es – im Unterschied zu einer „Vorher-nachher-Studie“ –, eindeutig zwischen dem Interventionseffekt und sonstigen Einflussfaktoren im Projektgebiet zu trennen. Wir schließen junge verheiratete Frauen in die Studie ein und untersuchen vier Jahre später deren Kleinkinder im Alter von bis zu drei Jahren. Diese Kinder sind zu Studienbeginn noch nicht gezeugt und können somit potenziell über ihre gesamten

HIDDEN HUNGER

SUSTAINABLE ACTION AGAINST MALNUTRITION

SABINE GABRYSCH

More than 3 million children die every year as a consequence of undernutrition. While acutely undernourished children look thin and emaciated, chronic undernutrition is less visible and therefore called ‘hidden hunger’. 165 million children worldwide are affected. Among the countries with a severe malnutrition problem is Bangladesh, where over 40 percent of children suffer from hidden hunger. The causes are complex. Immediate causes include insufficient breastfeeding, lack of dietary diversity and frequent infections. Underlying causes comprise an exclusive focus on rice production, unsanitary living conditions and the low status and poor education of young women. To be successful and sustainable, interventions need to address not only the immediate, but also the root causes of hidden hunger.

The NGO Helen Keller International (HKI) has been implementing a Homestead Food Production programme in Bangladesh since the 1990s, training women’s groups in year-round vegetable and fruit gardening, poultry production, marketing, nutrition and feeding of young children as well as hygiene. The programme has been shown to increase dietary diversity, income and women’s empowerment. However, there is no evidence yet that this promising approach can improve child growth and health because most studies to date were too small, too short-term or did not employ rigorous methodology. Our new BMBF-funded research project FAARM (Food and Agriculture Approaches to Reducing Malnutrition) wants to fill this gap. In collaboration with HKI, we will conduct a cluster-randomised controlled field trial in rural Bangladesh that involves nearly 3,000 women in 96 villages. After four years of HKI’s intervention, we will compare the nutritional status of children under age three between intervention and control villages. We hope that the scientific evidence generated can help shift the policy focus from vitamin supplementation towards more sustainable approaches. ●

DR DR SABINE GABRYSCHE has been heading the Unit of Epidemiology and Biostatistics at the Heidelberg Institute for Public Health since 2014. After studying medicine in Tübingen and working as a medical doctor in Sweden, she completed an MSc and PhD in epidemiology at the London School of Hygiene & Tropical Medicine. Since her transfer to Heidelberg in 2009, she has continued to work on global maternal and child health. Dr Gabrysch is leading the BMBF-funded research project FAARM on malnutrition in Bangladesh.

Contact: sabine.gabrysch@uni-heidelberg.de

“Global problems like overnutrition and undernutrition, climate change or resistance to antibiotics require global answers and new research approaches.”

ersten 1.000 Tage von den Maßnahmen profitieren. Bisherige Studien setzten meist erst während der Schwangerschaft oder nach der Geburt des Kindes an.

Die Feldstudie in Sylhet

Für unsere Studie haben wir 96 Dörfer in der Region Sylhet im Nordosten Bangladeschs ausgewählt und pro Dorf zehn bis 65 junge Frauen registriert, die bereit waren, an der Studie teilzunehmen. Voraussetzung war, dass der Haushalt über mindestens 40 Quadratmeter Land verfügt, davon mindestens zehn Quadratmeter nahe am Haus. In einer Basiserhebung werden zunächst detailliert Daten zum Ist-Zustand ermittelt: zum Ernährungs- und Gesundheitszustand der Frauen und ihrer Kleinkinder, zur wirtschaftlichen Situation und zum bisherigen Nahrungsmittelanbau der Haushalte, zur Ernährungspraxis, zur Entscheidungsmacht der Frauen und zu ihrem Hygieneverhalten. Eine kleine Blutprobe aus der Fingerspitze soll Auskunft geben über Anämie, an der viele Frauen und Kinder leiden, sowie über ihren Eisen- und Vitamin-A-Status.

Nach der Basiserhebung, die momentan (Frühjahr 2015) erfolgt, werden die Dörfer per Zufallsprinzip in zwei Gruppen aufgeteilt: 48 Interventions- und 48 Kontrolldörfer. In den Interventionsdörfern implementiert die Entwicklungsorganisation „Helen Keller International“ sodann ihr „Homestead Food Production“-Programm: Die Frauen werden in Gruppen organisiert und über die nächsten Jahre systematisch geschult – sowohl in der Produktion von Obst und Gemüse als auch in Fragen der Ernährung, Hygiene und Kinderpflege. Im Laufe der Zeit soll die Intensität der Betreuung reduziert werden, bis die Frauengruppen in der Schlussphase weitgehend auf sich allein gestellt agieren.

Nach vier Jahren wird eine weitere detaillierte Erhebung erfolgen, die den Ernährungszustand der Frauen und ihrer dann etwa 1.500 Kleinkinder unter drei Jahren in den Interventions- und in den Kontrolldörfern vergleicht. Auf diese Weise kann die Wirksamkeit der Intervention beurteilt werden. Wir erwarten, dass die Kinder in den Interventionsdörfern, deren Mütter von den Schulungen profitieren konnten, größer und gesünder sind als die Kinder in den Kontrolldörfern. Um nicht nur zu wissen, *ob* das Programm funktioniert hat, sondern auch *wie* (etwa über eine größere Nahrungsvielfalt, ein verbessertes Ernährungswissen, bessere Hygiene oder eine stärkere Stellung der Frau in Familie und Dorfgesellschaft), werden wir während der vierjährigen Feldphase der Studie weitere Informationen erheben. Zudem wollen wir in einer Zusatzstudie alle neugeborenen Babys kurz nach der Geburt vermessen, um beurteilen zu

können, wie sich die Intervention auf das Wachstum der Kinder im Mutterleib auswirkt.

Der Mühen Lohn

Das Heidelberger FAARM-Team arbeitet eng mit der Entwicklungsorganisation „Helen Keller International“ und mit Forschern der BRAC-Universität in Bangladesch zusammen. Unterstützt werden wir zudem von wissenschaftlichen Kooperationspartnern in Gießen, Hohenheim, London und Nairobi. FAARM vereinigt damit wissenschaftliche Expertise in den Bereichen Epidemiologie, Public Health, Medizin, Ernährungswissenschaften, Sozialwissenschaften und Landwirtschaft. Eine derart komplexe Studie in einem Land wie Bangladesch zu planen und durchzuführen – das sei nicht verschwiegen –, ist mit vielen Herausforderungen verbunden. Sie reichen von ausgedehnten Stromausfällen über politische Unruhen und Probleme mit dem Zoll bis hin zu langwierigen Genehmigungsverfahren.

Trotz alledem wollen wir mit unserer Studie belastbare Ergebnisse erarbeiten. Wir hoffen, eindeutige Belege dafür liefern zu können, dass sich die Mangelernährung mit einer Diversifizierung der Landwirtschaft, mit der expliziten Unterstützung von Frauengruppen und mit weiteren flankierenden Maßnahmen nachhaltig reduzieren lässt. Dieses Ergebnis könnte dann auch politische Entscheidungen im Kampf gegen Mangelernährung beeinflussen: Gegenüber sicher wichtigen, aber wenig nachhaltigen Interventionen mit großen Mengen an Nahrungsergänzungsmitteln könnten komplexe Maßnahmen, die den „stillen Hunger“ an seinen Wurzeln packen, an Bedeutung gewinnen.

Darüber hinaus kann unser Heidelberger Institut mit großen und interdisziplinären Projekten wie FAARM hoffentlich dazu beitragen, die noch wenig beachtete Global-Health-Forschung in Deutschland voranzutreiben – und unserer globalen Verantwortung gerecht zu werden. ●

„Der Kampf gegen die ungleiche Verteilung von Gesundheitschancen zählt zu den Grundbausteinen einer verantwortungsbewussten Gesellschafts- und Entwicklungspolitik.“



UMWELTPOLITIK
UNGESUNDE UMWELT
GUTE GRÜNDE FÜR EINE GLOBALE KLIMAPOLITIK
JALE TOSUN

76



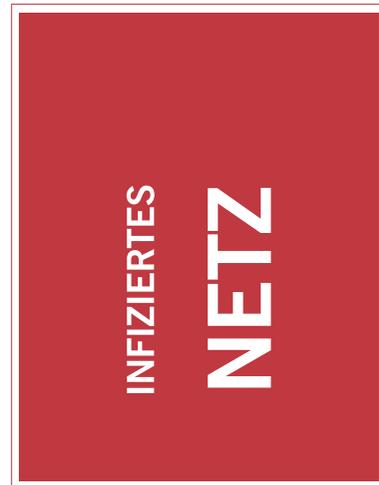
SOZIOLOGIE
GEMEINSAM LÄNGER LEBEN
WIE PARTNERSCHAFTEN GESUND HALTEN
THOMAS KLEIN & INGMAR RAPP

84



SPORTWISSENSCHAFT
VOM VERSCHWINDEN DER BEWEGUNG
WER LÄUFT, LEBT LÄNGER
GERHARD HUBER

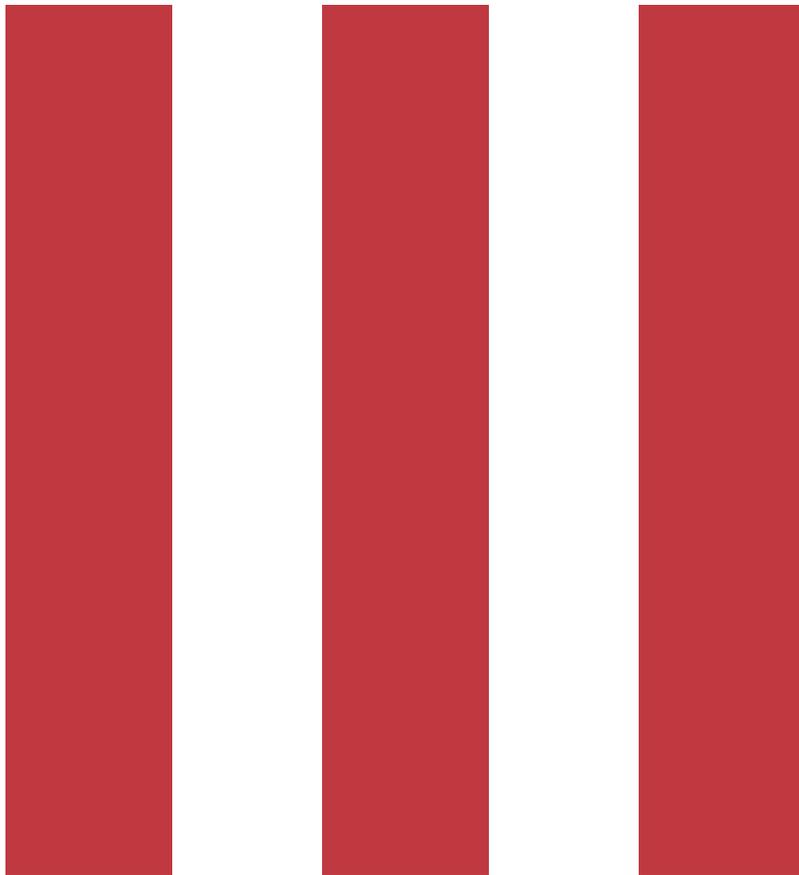
92



INFORMATIK
INFIZIERTES NETZ
VIRTUELLE KRANKMACHER
VINCENT HEUVELINE

100

WIRKEN



**UNGE
UMWELT
SUNDE**

UNGESUNDE UMWELT

GUTE GRÜNDE FÜR EINE GLOBALE KLIMAPOLITIK

JALE TOSUN

Umweltbelastungen haben zahlreiche negative Folgen – auch für unsere Gesundheit. Spürbar wird dieser Zusammenhang vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern. Vor den gesundheitsschädigenden Auswirkungen des globalen Klimawandels jedoch bleibt auch die westliche Welt nicht verschont. Diese Einsicht kann als politisches Werkzeug dienen, um die Akzeptanz für klimapolitische Maßnahmen in der Gesellschaft zu steigern und internationale Umweltschutzabkommen durchzusetzen.



In unserem Alltag mögen uns die vielfältigen Auswirkungen, die Umweltbelastungen auf unsere Gesundheit haben, nicht immer bewusst sein. Schließlich leben wir in einer der weltweit führenden Industrienationen mit einem gut entwickelten Umweltrecht und funktionierenden staatlichen Institutionen. In zahlreichen Entwicklungs- und Schwellenländern jedoch sind Umweltbelastungen virulent und führen nicht selten zu schweren Erkrankungen. Ein Beispiel hierfür ist die weltweite Kindersterblichkeit: In rund der Hälfte aller Fälle ist sie auf Krankheiten zurückzuführen, die durch verschmutztes Trinkwasser entstehen.

Die gesundheitsschädigenden Konsequenzen von Umweltverschmutzung hatten in der Vergangenheit nachweislich immer wieder auch politische Auswirkungen. In den 1970er- und 1980er-Jahren etwa führte die alarmierend schlechte Luftqualität in Santiago de Chile dazu, dass zahlreiche Menschen auf die Straße gingen. Mit ihren Protesten setzten sie die chilenische Militärregierung so stark unter Druck, dass diese ab Ende der 1980er-Jahre schließlich eine Reihe von Umweltschutzgesetzen erließ, etwa den verpflichtenden Einbau von Katalysatoren in Fahrzeuge oder die Einführung schärferer Emissionsnormen für die Industrie. Mindestens ebenso gravierend waren die Umweltbelastungen in den sozialistischen Staaten Mittel- und Osteuropas. Die politikwissenschaftliche Literatur geht sogar so weit, ihnen eine Rolle bei der Umstürzbewegung von 1989 zuzuschreiben.

Doch auch Menschen in Industriestaaten sind von Umwelteinflüssen betroffen. Ein Beispiel hierfür ist die zunehmende Belastung durch Feinstaub, die zu Atemwegserkrankungen wie Asthma sowie Herz-Kreislauf-Problemen führen kann. Feinstaub entsteht unter anderem bei Verbrennungsprozessen in Kraftfahrzeugen und der Produktion von Energie und Konsumgütern. Weitere typische Beschwerden, die infolge von Umweltbelastungen in der westlichen Welt auftreten, sind Allergien, chronische Kopfschmerzen und Migräne, Müdigkeit, Schlafstörungen und depressive Verstimmungen. Im Unterschied zu Ländern, die nicht demokratisch regiert werden oder keine ausreichenden staatlichen Kapazitäten besitzen, werden derartige Phänomene in unserer Gesellschaft jedoch erfasst und dokumentiert. So können Entscheidungsträger sie bei der Politikgestaltung berücksichtigen, indem sie bestehende Gesetze entsprechend anpassen oder neue umweltpolitische Maßnahmen verabschieden.

Gegenwärtig sucht man in Deutschland beispielsweise nach einer politischen Lösung für die Tatsache, dass Umweltbelastungen und die damit verbundenen gesundheitlichen Störungen sozial ungleich verteilt sind. Besonders Menschen mit einem geringeren sozioökonomischen Status sehen sich demnach mit Wohnbedingungen konfrontiert, die sie negativen Umwelteinflüssen wie etwa Verkehrslärm aussetzen. Dies zeigen Daten, die das Umweltbundesamt im Rahmen seines Umwelt-Surveys erhoben hat.

Der Klimawandel – ein globales Problem

Ein Phänomen, das Industrie-, Entwicklungs- und Schwellenländer gleichermaßen betrifft, ist der Klimawandel. Dessen Auswirkungen auf die Gesundheit rücken immer stärker in den Fokus der politischen Aufmerksamkeit. Unmittelbar bedeutsam ist dabei die Zunahme von Extremwettererscheinungen – vor allem Hitzewellen, Stürme und Orkane sowie Hochwasser und Überschwemmungen. Darüber hinaus haben Klimaveränderungen jedoch auch indirekte Folgen, etwa indem sie Qualität und Quantität von Trinkwasser



PROF. DR. JALE TOSUN trat im Jahr 2013 eine Juniorprofessur am Heidelberger Institut für Politische Wissenschaft an und wurde Anfang 2015 dort auf eine Professur berufen. Zuvor forschte sie am Mannheimer Zentrum für Europäische Sozialforschung und an der Universität Konstanz. Im Jahr 2010 wurde sie mit dem Umweltpreis der LBS-Stiftung „Umwelt und Wohnen an der Universität Konstanz“ ausgezeichnet. Ihre Schwerpunkte in Forschung und Lehre umfassen die Bereiche Umwelt- und Energiepolitik, Risiko-Governance, internationale Regulierungsregime und europäische Integration.

Kontakt: jale.tosun@ipw.uni-heidelberg.de

und Lebensmitteln beeinträchtigen. Im Dezember 2008 verabschiedete die Bundesregierung daher die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“, die den Schutz vor den gesundheitsschädlichen Folgen der Klimaveränderungen in den Mittelpunkt rückt. Diese Strategie wiederum dient als Anknüpfungspunkt für andere EU-Staaten sowie für die Festlegung der europäischen Position in internationalen Klimaverhandlungen.

Angesichts der Bedeutung, die unsere Umwelt für die Gesundheit hat, initiierte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) 1989 die erste europäische Konferenz zu Umwelt und Gesundheit. Ergebnis des Treffens war die Formulierung einer „Europäischen Charta Umwelt und Gesundheit“, die das Bekenntnis zu umweltbezogenem Gesundheitsschutz enthält: „Jeder Mensch hat Anspruch auf eine Umwelt, die ein höchstmögliches Maß an Gesundheit und Wohlbefinden ermöglicht.“ Seitdem haben vier solcher Konferenzen mit variierenden Schwerpunktthemen stattgefunden. Im Fokus der beiden vergangenen Treffen in den Jahren 2004 und 2010 stand etwa die Gesundheit von Kindern und deren Schutz vor Umweltbelastungen. Inwiefern aber wirkt sich die Teilnahme an solchen internationalen Konferenzen auf das konkrete gesetzgeberische Handeln von Regierungen aus? Und wie stark beeinflusst sie die Positionierung der europäischen Institutionen?

Die Wirksamkeit internationaler Empfehlungen

Tatsächlich spiegelt sich die Verbindung zwischen Umwelt und Gesundheit sowohl in der nationalen wie auch in der europäischen und internationalen Rechtsetzung wider: Es finden sich eine Reihe von Umweltgesetzen und

Heidelberg Center for the Environment

Das Heidelberg Center for the Environment (HCE) vernetzt die bestehenden Kompetenzen in den Umweltwissenschaften an der Universität Heidelberg. Sein Ziel ist es, über Fächer- und Disziplinengrenzen hinweg den existenziellen Herausforderungen und ökologischen Auswirkungen des natürlichen, technischen und gesellschaftlichen Wandels auf den Menschen wissenschaftlich zu begegnen. Dabei setzt das HCE gezielt auf eine enge interdisziplinäre und integrative Zusammenarbeit, da die Komplexität und kulturelle Gebundenheit der heutigen Umweltprobleme das Analyseraster einzelner Methoden oder Disziplinen sprengt. Die Universität Heidelberg sticht, auch international, als ein Ort heraus, an dem diese Gesamt-sicht auf die Umwelt entwickelt und gleichzeitig in die Lehre und den öffentlichen Diskurs eingebracht werden kann.

www.hce.uni-heidelberg.de

„Typische Beschwerden infolge von Umweltbelastungen sind Asthma, Allergien, chronische Kopfschmerzen und Migräne, Müdig- keit, Schlafstörungen und depressive Verstimmungen.“

-verordnungen, deren Ziel es ist, die Gesundheit vor schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen. Um politische Entscheidungsträger bei der Ausgestaltung ihres Rechtsrahmens zu unterstützen, veröffentlicht die Weltgesundheitsorganisation regelmäßig Empfehlungen für Umweltstandards. Seit 1987 gibt sie beispielsweise Leitlinien zur Luftqualität heraus, die auf extensiven epidemiologischen und toxikologischen Erkenntnissen beruhen. Diese Leitlinien, die ursprünglich auf Europa beschränkt waren, sind mittlerweile weltweit gültig und umfassen Richtwerte zu Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Stickstoffdioxid, Ozon, Feinstaub und Blei. Hiermit will es die WHO insbesondere Entwicklungs- und Schwellenländern ermöglichen, geeignete Luftqualitätsstandards zu setzen, ohne dass diese selbst die Kosten für die Erschließung der vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse tragen müssen.

Unser Ziel am Heidelberger Institut für Politische Wissenschaft ist es, herauszufinden, wie gut solche Leitlinien von nationalen Regierungen angenommen werden. Oder allgemeiner ausgedrückt: Wie sehr orientieren sich politische Entscheidungsträger an Regelungsvorschlägen von internationalen Organisationen? Bei der Untersuchung dieser Frage arbeiten wir mit Forschern des Alfred-Weber-Instituts für Wirtschaftswissenschaften, des Instituts für Public Health und des Center for the Environment der Universität Heidelberg zusammen.

Für den speziellen Fall der Luftqualitätsstandards zeigt sich, dass das Regelungsangebot nur bedingt Niederschlag findet. Eine wichtige Ursache hierfür ist, dass sich neben den Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation weitere internationale Standards etabliert haben. Diese entsprechen in erster Linie den Luftqualitätsstandards der amerikanischen Umweltschutzbehörde sowie denen der EU. Die zulässigen Grenzwerte, die die WHO für Schadstoffkonzentrationen vorgibt, liegen dabei in den meisten Fällen niedriger als die der anderen internationalen Standards – sie sind also strenger formuliert. Dementsprechend laufen Staaten, die den WHO-Richtlinien folgen, eher Gefahr, die Grenzwerte zu verletzen und Maßnahmen zur Bekämpfung der Schadstoffbelastung einleiten zu müssen – Maßnahmen, die sich nachteilig auf wirtschaftliche Aktivitäten sowie die Mobilität auswirken können und mit Kosten einhergehen.

Wir haben beobachtet, dass viele Nationen folglich nicht jene Leitlinien beachten, die für den Gesundheitsschutz nach wissenschaftlichem und technischem Stand am förderlichsten sind, sondern dass sie sich lieber an vergleichsweise laxen Luftqualitätsstandards orientieren. Welchen Leitlinien die Länder im Endeffekt folgen – sofern sie überhaupt Luftqualitätsstandards erlassen –, scheint dabei maßgeblich davon abzuhängen, wie sie außenpolitisch und wirtschaftlich mit der internationalen Staatengemeinschaft verflochten sind.

„Viele Staaten beachten nicht jene Leitlinien, die für den Gesundheitsschutz am förderlichsten sind, sondern orientieren sich an vergleichsweise laxen Standards.“

Diese Beobachtung steht im Zentrum unserer Forschung: Wir analysieren die politischen und wirtschaftlichen Verflechtungen von Staaten und untersuchen, wie genau sich diese auf das Befolgen von Regelungsvorschlägen internationaler Organisationen auswirken, wenn es konkurrierende Leitlinien gibt. Erste Ergebnisse zeigen, dass sich Staaten vor allem an den Luftqualitätsstandards orientieren, die denen ihrer wichtigsten Handelspartner entsprechen. Es sind somit vor allem außenwirtschaftliche Erwägungen, die bei der Festlegung der Richtlinien eine Rolle spielen. Unser Vorgehen ist dabei spezifisch für den Heidelberger Forschungsansatz und steht mit einem allgemeineren Schwerpunkt in der Heidelberger Politischen Wissenschaft in Verbindung: dem systematischen Vergleich von politischem Entscheiden in Demokratien und Autokratien.

Das Schreckgespenst Ozonloch – eine Erfolgsgeschichte

Mit den Schädigungen der Umwelt bringt der Mensch seine eigene Gesundheit in Gefahr – diese Erkenntnis hat nicht nur dazu geführt, dass die Umweltpolitik ins Leben gerufen wurde. Vielmehr hat sich die Verknüpfung von Umwelt und Gesundheit auch als ein Instrument bewährt, um internationale Kooperation zur Bekämpfung grenzüberschreitender Umweltprobleme zu fördern. Die Unterzeichnung und Ratifizierung von internationalen Umweltabkommen ist Gegenstand vielzähliger politikwissenschaftlicher Arbeiten. Als besonders erfolgreich gilt dabei das 1989 in Kraft getretene Protokoll von Montreal, das den Schutz der Ozonschicht verfolgt. Das Abkommen, dem alle 197 Staaten der Vereinten Nationen beigetreten sind, verlangt von sei-

nen Mitgliedern, die ozonschichtschädigende Emission von chlor- und bromhaltigen Chemikalien zunächst zu reduzieren und anschließend vollständig abzuschaffen. Tatsächlich enthielt es einen präzisen Zeitplan, der im Zuge der Änderungsprotokolle von London (1990), Kopenhagen (1992), Wien (1995), Montreal (1997) und Peking (1999) mehrfach verschärft wurde. Industriestaaten wurden für die Umsetzung der vereinbarten Maßnahmen dabei kürzere Fristen eingeräumt als den Entwicklungsländern, die zusätzlich von einem durch die Industriestaaten finanzierten Fonds profitierten.

Das Protokoll von Montreal gilt gemeinhin als eine Erfolgsgeschichte internationaler Zusammenarbeit: Durch die universelle Teilnahme der Staatengemeinschaft konnte die Produktion von ozonschädlichen Stoffen bis 2004 um 97 Prozent reduziert werden. Ausschlaggebend für diesen Erfolg sind im Wesentlichen zwei Gründe. Erstens konnte die Zerstörung der Ozonschicht direkt mit gesundheitlichen Schäden in Zusammenhang gebracht werden. Die Öffentlichkeit erfuhr in den späten 1980er- und frühen 1990er-Jahren durch eine intensive mediale Berichterstattung, dass erhöhtes UV-Licht zu Hautkrebs führt: Betroffen seien vor allem viele Menschen in Australien – ein Kontinent, über dem die schädigende Strahlung infolge eines „Ozonlochs“ besonders starke Auswirkungen habe. Derartige Berichte führten dazu, dass Verbraucher etwa das Verbot von Treibgasen in Spraydosen akzeptierten und Produzenten neue Produkte auf den Markt brachten, die keine ozonschichtschädigenden Stoffe enthielten. Zweitens

UNHEALTHY ENVIRONMENT

GOOD REASONS FOR A GLOBAL CLIMATE POLICY

JALE TOSUN

Health and environmental protection are very much related. In developing and transition countries, environmental pollution represents an important cause of disease and mortality. However, regardless of their socio-economic development status, people in all countries of the world are likely to be confronted with the health impacts of climate change. That is why the World Health Organization (WHO) has been active in drawing up and promoting environmental standards – most notably air quality standards. Researchers at the Heidelberg Institute of Political Science study whether – and under which conditions – countries follow these standards or whether they apply rivaling regulatory guidelines developed by other organisations. They discovered that the countries' decision to follow any of the air quality standards depends greatly on the manner in which they are integrated in the international economic and political system.

While environmental regulation is promulgated with a view to protecting human health, health concerns can also be used strategically by policymakers to achieve international environmental cooperation. A particularly successful example of such a strategy is the Montreal Protocol, which entered into force in 1989 and aims at protecting the ozone layer: Due to the universal cooperation of the community of states, the production of ozone-depleting substances could be reduced by 97 per cent until 2004. The reasons for the success of the Montreal Protocol are the obvious connection between adverse human health effects and the depletion of the ozone layer as well as the availability of a concrete solution. This suggests that climate change negotiations may want to capitalise on the health effects of global warming in an attempt to achieve an international climate change agreement. ●

PROF. DR JALE TOSUN became a junior professor at the Heidelberg Institute of Political Science in 2013 and was appointed to a chair at the institute in early 2015. She previously held research positions at the Mannheim Centre for European Social Research and at the University of Konstanz. In 2010 she was awarded the Environmental Prize of the LBS Foundation 'Environment and living at the University of Konstanz'. Prof. Tosun's particular research and teaching interests are environmental and energy policy, risk governance, international regulatory regimes and European integration.

Contact: jale.tosun@ipw.uni-heidelberg.de

“Connecting climate change to human health is one way to ensure social acceptance for climate policy measures and pave the way for international environmental agreements.”

lag die Lösung für das zugrunde liegende Problem – die Ausdünnung der Ozonschicht – auf der Hand und war vergleichsweise kostengünstig: Vor allem das Freisetzen von Fluorchlorkohlenwasserstoffen musste unterbunden werden.

Strategische Überlegungen

Nicht immer jedoch ist der Bezug zu gesundheitlichen Problemen so offensichtlich, und nicht immer existieren derart konkrete Lösungen. Dies könnte zu einem gewissen Grad erklären, weshalb die Bemühungen für ein allseits verbindliches Klimaschutzabkommen bislang vergeblich waren. Im Umkehrschluss gilt, dass die Verknüpfung des Klimawandels mit gesundheitlichen Folgen eine Möglichkeit darstellt, die gesellschaftliche Akzeptanz für klimapolitische Maßnahmen zu steigern und somit auch die Bereitschaft, höhere Preise für klimafreundliche Produkte zu zahlen. Dies wiederum könnte einen Anreiz für die Industrie darstellen, ihre Produktionsverfahren umzustellen. So scheint es gerade bei einem komplexen Problem wie dem Klimawandel geboten, die vielfältigen Risiken für die menschliche Gesundheit im Rahmen des politischen Prozesses deutlich zu kommunizieren.

Hieraus lässt sich allgemeiner schließen, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht nur als Ursache dienen sollten, um umweltpolitische Maßnahmen voranzutreiben. Vielmehr könnten Politiker und Verhandlungsführer gesundheitliche Implikationen auch ein Stück weit strategisch einsetzen, um breitflächige Umweltprobleme wie etwa die globale Klimaveränderung zu bekämpfen. Hierfür müssen potenzielle umweltbezogene Gesundheitsrisiken jedoch bekannt sein und auf einfache verständliche Weise breit kommuniziert werden.

Insbesondere dieser zweite Aspekt eignet sich für inter- und transdisziplinäre Forschung unter Beteiligung der Politischen Wissenschaft, wie wir sie etwa im Rahmen des Heidelberg Center for the Environment betreiben. Dabei gehen wir der Frage nach, wie politische Entscheidungsträger die mit dem Klimawandel verbundenen Gesundheitsrisiken der Öffentlichkeit mitteilen und welche Rolle gesundheitliche Argumente im Rahmen von Klimaverhandlungen spielen. Unsere Erkenntnisse können dabei helfen, in Zukunft eine größere soziale Akzeptanz für klimapolitische Maßnahmen zu erreichen. ●

„Bei einem komplexen Problem wie dem Klimawandel scheint es geboten, die vielfältigen Risiken für die menschliche Gesundheit im Rahmen des politischen Prozesses deutlich zu kommunizieren.“

GEMEIN^{SAM}

**LÄNGER
LEBEN**

GEMEINSAM LÄNGER LEBEN

WIE PARTNERSCHAFTEN GESUND HALTEN

THOMAS KLEIN & INGMAR RAPP

Menschen in festen Partnerschaften sind gesünder als ledige, geschiedene und verwitwete – und sie leben länger. Diesen Zusammenhang erkannte der britische Epidemiologe William Farr bereits im Jahr 1858. Zahlreiche internationale Studien haben seinen Befund mittlerweile bestätigt. Wissenschaftler des Heidelberger Max-Weber-Instituts für Soziologie untersuchen nun, wie genau der positive Einfluss von Partnerschaften auf die Gesundheit zustande kommt.

P

Partner pflegen einander bei Krankheit, sie ergänzen die professionelle Gesundheitsversorgung und sie bieten sich emotionale Unterstützung: Dies alles sind Gründe dafür, dass eine Partnerschaft der körperlichen und psychischen Gesundheit zugutekommt. Partnerschaften und die soziale Kontrolle durch den Partner bewahren zudem vor gesundheitsabträglichem Verhalten und fördern einen gesunden Lebensstil. Soziologen bezeichnen diese Auswirkungen von Partnerschaften auf die Gesundheit als Protektionseffekt.

Zahlreiche Fragen zu den genauen Bedingungen, unter denen ein solcher Protektionseffekt wirksam wird, sind jedoch noch offen. Viele Wissenschaftler vertreten etwa die These, dass eine Partnerschaft der Gesundheit nicht generell zugutekommt, sondern erst dann, wenn äußere Belastungsfaktoren vorliegen. Als Beispiel führen sie beruflichen Stress an, der sich mit der emotionalen Unterstützung eines Partners besser bewältigen ließe. Nach dieser sogenannten Pufferthese ist der Protektionseffekt einer Partnerschaft also nur oder vor allem dann wirksam, wenn äußere Lebensumstände die Gesundheit bedrohen. Inwieweit sich Partnerschaften generell positiv auf die Gesundheit auswirken oder ob sie nur einen Puffereffekt haben, ist allerdings noch unzureichend erforscht. Von Bedeutung ist dabei vermutlich auch die Art der äußeren Gesundheitsbeeinträchtigung sowie die Frage, welcher Gesundheitsaspekt oder welches spezielle Krankheitsrisiko im Blickpunkt stehen.

Die Bedeutung der Partnerschaftsform

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich ein massiver Wandel im Bereich der partnerschafts- und familienbezogenen Lebensführung vollzogen. Heirat und Elternschaft sind rückläufig oder werden aufgeschoben, die Anzahl der Trennungen nimmt zu. Diese Entwicklungen haben jedoch keine drastische Zunahme der Partnerlosigkeit zur Folge, da im selben Zuge die Zahl von nicht ehelichen Lebensgemeinschaften sowie von Partnerschaften ohne gemeinsamen Haushalt gestiegen ist. Allerdings hat die Frage, wie sich diese Partnerschaftsformen auf die Gesundheit auswirken, in der Forschung lange Zeit kaum eine Rolle gespielt. Auch über die Gesundheitsrelevanz des partnerschafts- und familienbezogenen Wandels ist deshalb nur sehr wenig bekannt. Am Heidelberger Max-Weber-Institut für Soziologie arbeiten wir daran, diese Lücke zu schließen.

Die oben genannten Erklärungsansätze legen nahe, dass auch unverheiratete Paare von einem Protektionseffekt profitieren. Ob er ihnen im selben Ausmaß zugutekommt wie Ehepaaren, hängt möglicherweise davon ab, ob die Partner zusammenwohnen: Ein gemeinsamer Haushalt bietet die besseren Möglichkeiten zur Unterstützung, und der gegenseitige Einfluss auf den Lebensstil ist größer. Unverheiratete Paare könnten unter diesen Umständen in ähnlichem Maße von einer Partnerschaft profitieren

wie verheiratete. Für Partnerschaften ohne gemeinsamen Haushalt hingegen fällt der Protektionseffekt vermutlich geringer aus. Zu dieser Abstufung könnte auch beitragen, dass Paare, die zusammenleben, beachtlich einsparen können, etwa indem sie Ressourcen teilen und gemeinsam wirtschaften. Folglich können sie sich einen gesünderen Lebensstil leisten, zum Beispiel bessere Nahrungsmittel oder sicherere Autos.

Die wenigen bislang vorliegenden empirischen Befunde aus internationalen Studien bestätigen die Vermutung, dass der Protektionseffekt je nach Partnerschaftsform variiert. Sie zeigen zum einen, dass unverheiratet zusammenlebende Paare eine bessere körperliche und mentale Gesundheit aufweisen als Partnerlose. Zum anderen ist die Gesundheit nicht ehelich zusammenlebender Paare nur geringfügig schlechter als die von Ehepaaren. Allerdings ist die Studienlage bislang sehr dünn, und insbesondere über die Gesundheitswirkung von Partnerschaften ohne gemeinsamen Haushalt ist bislang kaum etwas bekannt.

Schützt Partnerschaft vor ungesundem Verhalten?

Menschen mit Partner sind nicht nur gesünder als Singles, sie leben auch weitgehend gesünder. Offenbar bietet das Leben in Partnerschaft einen gewissen Schutz vor allem vor hochgradig ungesunden Verhaltensweisen wie Rauchen oder exzessivem Alkoholkonsum. So ist gut dokumentiert, dass die Unterstützung eines selbst nicht rauchenden Partners dabei hilft, mit dem Rauchen aufzuhören. Allerdings gibt es zwei prominente Ausnahmen, die nicht zu der These passen, dass sich Partnerschaften förderlich auf das Gesundheitsverhalten auswirken: Studien zeigen, dass eine Partnerschaft zum einen das Körpergewicht ansteigen lässt und dass sie zum anderen die Sportaktivität reduziert. Beides – ein hohes Körpergewicht und der Bewegungsmangel – sind mitverantwortlich für viele Beschwerden und für die Entwicklung chronischer Krankheiten.

Partnerschaftsstatus und Körpergewicht

Auf den ersten Blick scheint es nur einen schwachen Zusammenhang zwischen dem Partnerschaftsstatus und dem Körpergewicht zu geben, denn der Gewichtsunterschied zwischen Menschen mit und ohne Partner ist eher gering. Zudem sind die betreffenden Untersuchungsergebnisse zum Teil uneinheitlich. Vergleicht man jedoch nicht diejenigen Gruppen mit und ohne Partner, sondern betrachtet man die individuellen Gewichtsveränderungen, die mit der Veränderung des Partnerschaftsstatus einhergehen, tritt eindeutig folgender Zusammenhang zutage: Der Beginn einer Partnerschaft ist mit einer Gewichtszunahme verbunden, die Beendigung durch Trennung oder Verwitwung hingegen geht mit einer Gewichtsabnahme einher.

Für unsere Forschung ergeben sich hieraus zwei Fragen: Wie erklärt sich dieser gesundheitsabträgliche Partner-



DR. INGMAR RAPP lehrt und forscht seit 2007 am Max-Weber-Institut für Soziologie der Universität Heidelberg. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Familiensoziologie und Soziologie der Gesundheit. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten wurde er mit dem Allianz-Nachwuchspreis für Demographie der Deutschen Gesellschaft für Demographie und mit dem Promotionspreis der Dr. Gerhard Ott-Stiftung der Universität Heidelberg ausgezeichnet.

Kontakt: ingmar.rapp@soziologie.uni-heidelberg.de

**„Der Protektions-
effekt, den
Partnerschaften auf
die Gesundheit haben,
variiert je nach Form
der Partnerschaft.
Insbesondere für Paare
ohne gemeinsamen
Haushalt fällt
er geringer aus.“**



PROF. DR. THOMAS KLEIN wurde 1994 an das Max-Weber-Institut für Soziologie der Universität Heidelberg berufen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Sozialstrukturanalyse, Bevölkerungssoziologie, Familiensoziologie, Soziologie des Alters und Soziologie der Gesundheit. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten wurde er vielfach ausgezeichnet; unter anderem erhielt er einen Preis der Fritz Thyssen Stiftung für sozialwissenschaftliche Aufsätze des Jahres 2003 sowie den Felix Büchel Award im Jahr 2014.

Kontakt: thomas.klein@soziologie.uni-heidelberg.de

schaftseffekt auf das Körpergewicht, der dem allgemeinen Protektionseffekt von Partnerschaften für die Gesundheit völlig entgegensteht? Und warum ist dieser Effekt im Gruppenvergleich zwischen Menschen mit und ohne Partner weniger sichtbar?

Die Gründe, die für Gewichtsveränderungen bei Beginn und Ende einer Partnerschaft sorgen, waren bislang kaum identifiziert. Vor allem gemeinsame Mahlzeiten, ein passiverer Lebensstil und Ähnliches wurden für die Gewichtszunahme in einer Partnerschaft verantwortlich gemacht. Eine am Heidelberger Max-Weber-Institut für Soziologie durchgeführte Analyse jedoch offenbart noch einen anderen Zusammenhang. Die Untersuchung stützt sich auf den eigens erhobenen Partnermarktsurvey, für den im Jahr 2009 rund 2.000 Frauen und Männer im Alter von 16 bis 55 Jahren befragt wurden.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass der Gewichtsunterschied zwischen Personen mit und ohne Partner vor allem von der Konkurrenz auf dem Partnermarkt abhängt: Je ungünstiger die Relation von Personen des eigenen Geschlechts zu Personen des anderen Geschlechts in der unmittelbaren sozialen Umgebung ausfällt, desto stärker achten Partnerlose auf ihr Gewicht – und desto größer ist ihre Gewichtszunahme, wenn die Kriterien des Partnermarkts und der Partnersuche mit dem Beginn einer Partnerschaft unwichtig werden. Dieser Befund, den wir als „Partnermarkthypothese“ bezeichnen, legt auch eine Neubewertung anderer Faktoren nahe: Gemeinsame Mahlzeiten und andere Auswirkungen des partnerschaftlichen Zusammenlebens haben offenbar keineswegs so negative Folgen, wie empirische Studien bislang vermuten ließen.

Warum aber zeigt sich der Partnerschaftseffekt auf das Körpergewicht erst beim Beginn und Ende einer Partnerschaft, während er im Gruppenvergleich zwischen Menschen mit und ohne Partner kaum sichtbar ist? Die Antwort ist einfach: Die Selektion auf dem Partnermarkt nach physischer Attraktivität und Körpergewicht führt dazu, dass zwischen Menschen mit und ohne Partner kein deutlicher Gewichtsunterschied sichtbar ist. Denn beide Effekte – eine Gewichtszunahme nach dem Beginn einer Partnerschaft und das seltenere Übergewicht derer, die bei der Partnersuche erfolgreich sind – wirken einander entgegen.

Eine spannende und in der Forschung lange vernachlässigte Frage ist schließlich, ob die oft augenscheinliche Gewichtsähnlichkeit von Partnern auf die Partnerwahl zurückgeht oder ob sie vielmehr darin begründet liegt, dass Paare sich im Laufe der Zeit aneinander anpassen. Unsere Studien zeigen, dass die Gewichtsähnlichkeit interessanterweise nur auf der Partnerwahl beruht. Gemeinsame Mahlzeiten und eine Angleichung der Lebensumstände und des Lebensstils

„Offenbar bietet das Leben in Partnerschaft einen gewissen Schutz vor hochgradig ungesunden Verhaltensweisen wie Rauchen oder exzessivem Alkoholkonsum.“

LIVING LONGER TOGETHER

HOW RELATIONSHIPS KEEP US HEALTHY

THOMAS KLEIN & INGMAR RAPP

Married people are healthier than their single, divorced or widowed contemporaries – and they live longer. This finding goes back to British epidemiologist William Farr, who evaluated French registers of death in 1858. Numerous studies from different countries have confirmed his conclusion. Researchers of the Max Weber Institute for Sociology in Heidelberg are attempting to discover why and how relationships affect our health. Among other things, they investigate how the massive changes that families and relationships have undergone in recent years influence what is known as the ‘protective effect’ of relationships.

The researchers are also examining to what extent relationships protect us against unhealthy habits. We do know that people in a relationship are less likely to smoke or drink excessively than others. However, they also tend to weigh more and exercise less. The Heidelberg studies show that the difference in weight between persons with and without a partner increases the more competition there is on the marriage market. They also indicate that partners exercise less the more stable their relationship is and the less they expect to return onto the dating scene. These results are consistent with the ‘marriage market hypothesis’, which states that singles work harder to maintain or increase their attractiveness the more competition they have on the marriage market, while this becomes increasingly unimportant for men and women in stable, long-term relationships. ●

DR INGMAR RAPP became a researcher and faculty member of Heidelberg University's Max Weber Institute for Sociology in 2007. His research is focused on sociology of the family and sociology of health. For his scientific work he received the Allianz Demography Award for young researchers by the German Society for Demography and the doctoral thesis award of the Dr. Gerhard Ott Foundation of Heidelberg University.

Contact: ingmar.rapp@soziologie.uni-heidelberg.de

PROF. DR THOMAS KLEIN joined the Max Weber Institute for Sociology of Heidelberg University in 1994. His research interests are social structural analysis, sociology of population, sociology of the family, sociology of ageing and old age and sociology of health. Prof. Klein has received numerous awards for his work, among them a prize of the Fritz Thyssen Foundation for social science papers published in 2003 and the Felix Büchel Award 2014.

Contact: thomas.klein@soziologie.uni-heidelberg.de

“The protective effect of relationships on our health varies according to the type of relationship – for instance, it is less pronounced for people who do not live together.”

hingegen führen nicht dazu, dass sich das Gewicht beider Partner im Verlauf ihrer Partnerschaft annähert.

Partnerschaftsstatus und Sportaktivität

Die zweite prominente Ausnahme, die der These von der gesundheitsförderlichen Wirkung einer Partnerschaft auf das Gesundheitsverhalten widerspricht, betrifft die Sportaktivität. Unsere Forschungen belegen, dass Personen in einer Partnerschaft tatsächlich weniger Sport treiben als zu der Zeit, als sie noch Singles waren. Dieses Ergebnis beruht auf Längsschnittdaten des Sozio-ökonomischen Panels, das derzeit etwa 30.000 Befragte umfasst. Zudem zeigt sich eine interessante Abstufung dieses Effekts je nach Partnerschaftsform. Am stärksten lässt die Sportaktivität bei Heirat nach, gefolgt von der Gründung eines gemeinsamen Haushalts. Am wenigsten stark reduziert sie sich bei Beginn einer Partnerschaft ohne gemeinsamen Haushalt. Der Rückgang der sportlichen Aktivität fällt somit umso stärker aus, je stabiler die Beziehungsform ist und je weniger die Partner damit rechnen müssen, auf den Partnermarkt zurückzukehren.

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der schon beschriebenen Partnermarkthypothese. Kein Grund für die geringere Sportaktivität in Partnerschaften ist hingegen – wie häufig fälschlich vermutet –, dass Menschen in Beziehungen weniger Zeit für Sport hätten, zum Beispiel weil sie den Großteil ihrer Freizeit mit dem Partner verbringen. Denn auch wenn jeweils nur solche Personen mit und ohne Partner miteinander verglichen werden, die gleich viel oder gleich wenig freie Zeit haben, zeigt sich der negative Partnerschaftseffekt auf die Sportaktivität.

Interessant ist, dass der negative Effekt, den Partnerschaften auf das Sportpensum haben, mit steigendem Lebensalter an Bedeutung verliert. Unsere Untersuchungen zeigen, dass dieser Effekt bei Frauen in höherem Alter gänzlich verschwindet; und für Männer gilt, dass sie mit zunehmendem Alter sogar eher Sport treiben, wenn sie mit einer Partnerin zusammenleben. Aus diesen Ergebnissen lassen sich Schlussfolgerungen für die Prävention und Gesundheitsförderung ziehen. Vielversprechend erscheinen demnach Maßnahmen und Programme zur Förderung der Sportaktivität, denen es gelingt, gezielt junge Paare sowie ältere allein lebende Männer anzusprechen. ●

„Der Rückgang der sportlichen Aktivität ist umso stärker, je stabiler die Beziehungsform ist und je weniger die Partner damit rechnen müssen, auf den Partnermarkt zurückzukehren.“

VOM VERSCHWINDEN

DER BEWEGUNG

VOM VERSCHWINDEN DER BEWEGUNG

WER LÄUFT, LEBT LÄNGER

GERHARD HUBER

Immer mehr verschwindet die Bewegung aus unserem Alltag. Dieses Phänomen gilt als eines der größten Gesundheitsrisiken des 21. Jahrhunderts. Bewegungsmangel befördert eine Reihe von Krankheiten, von Diabetes und Herz-Kreislauf-Beschwerden bis hin zu Krebs. Die gute Nachricht: Bereits eine moderate körperliche Aktivität wirkt sich positiv auf unser Wohlbefinden aus und hält uns gesund – das haben wissenschaftliche Studien vielfach nachgewiesen. Unser Gesundheitssystem aber macht sich dieses Wissen bislang kaum zunutze.



„Ist Sitzen eine tödliche Aktivität?“ Mit dieser Frage betitelte die „New York Times“ im Jahr 2011 einen Beitrag über die Effekte langen Sitzens auf unsere Gesundheit. Anlass war eine aufwendige wissenschaftliche Studie, die darauf hinwies, dass mangelnde Bewegung einen starken Einfluss auf Erkrankungsrisiko und Sterberate hat. Inzwischen wurde dieser Zusammenhang durch eine Vielzahl von Studien belegt. Dabei sind es weniger die vielfach bekannten orthopädischen Probleme, die das Gefahrenpotenzial des Sitzens ausmachen, sondern ein ganzes Bündel physiologischer Prozesse, die negativ beeinflusst werden – etwa die Entzündungshemmung, der Blutfluss, die Muskelmasse oder die Knochensubstanz. Hinzu kommt, dass der Energieverbrauch im Sitzen deutlich reduziert ist und nur noch dem „metabolischen Äquivalent“ entspricht, also unserem Grundumsatz von einer Kalorie je Kilogramm Körpergewicht pro Stunde. Allein durch einfaches Gehen verdreifacht sich dieser Wert, gemütliches Radfahren sorgt schon für den sechsfachen Energieumsatz.

Trotz ihrer umfassenden Bedeutung bildet die Dominanz des Sitzens nur eine Facette der übergeordneten Problematik. Sie ist unmittelbar verknüpft mit dem Verschwinden der Bewegung, genauer der körperlichen Aktivität, aus unserem Alltag. Dies bezeichnete der US-amerikanische Sportmediziner Steven N. Blair bereits 2009 als das größte „Public Health Problem“ des 21. Jahrhunderts. Und obwohl die positiven Wirkungen körperlicher Aktivität auf unsere Gesundheit heute wohlbekannt sind, klaffen das Wissen hierum und seine tatsächliche Nutzung im Gesundheitssystem weit auseinander. Im Bereich Prävention und Rehabilitation am Heidelberger Institut für Sport und Sportwissenschaft (ISSW) arbeiten wir intensiv daran, diese Lücke zu schließen: Unser Ziel ist es, die Forschung zu vertiefen und ihre Ergebnisse in die Anwendung zu überführen.

Moderate Bewegung für ein längeres Leben

Dass körperliche Aktivität auf die Mehrzahl der Zivilisationserkrankungen positive Effekte hat, ist in zahlreichen Studien untersucht und bestätigt. Bereits vor mehr als 100 Jahren erkannte man in der kardiologischen Versorgung, dass der damals noch seltene Bewegungsmangel nicht nur einen zentralen Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Krankheiten darstellt, sondern dass Bewegung auch



PROF. DR. GERHARD HUBER wurde 1987 an das Heidelberger Institut für Sport und Sportwissenschaft berufen, an dem er den Arbeitsbereich „Prävention und Rehabilitation“ leitet. Er ist Vorstandsmitglied des Deutschen Verbandes für Gesundheitssport und Sporttherapie und Executive Editor der Zeitschrift „Bewegungstherapie und Gesundheitssport“. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören die Evaluationsforschung zu Bewegungsprogrammen in Prävention und Rehabilitation, das Qualitätsmanagement und die betriebliche Gesundheitsförderung.

Kontakt: gerhard.huber@
issw.uni-heidelberg.de

einen wichtigen Baustein der Therapie und Rehabilitation bildet. Inzwischen hat sich das Spektrum der Erkrankungen, für die diese gesundheitlichen Effekte nachgewiesen wurden, beträchtlich erhöht und epidemiologische Untersuchungen zeigen, dass bereits eine geringe körperliche Aktivität die Gefahr, vorzeitig zu sterben, deutlich minimieren kann. So wiesen Wissenschaftler aus Taiwan in einer breit angelegten Studie mit 416.000 Menschen nach, dass nur 15 Minuten Bewegung pro Tag ausreichen, um dieses Risiko um knapp 15 Prozent zu verringern. Bei einer täglichen Aktivität von 90 Minuten reduziert es sich gar um ganze 35 Prozent.

Die Untersuchung liefert einen guten Hinweis für die positive Wirkung von einfachen, moderaten Alltagsaktivitäten, wie zum Beispiel Gehen und Radfahren. Auch eine aktuelle Langzeitstudie aus Australien belegt diesen Zusammenhang. Ende der 1990er-Jahre wurden hierzu umfangreiche Daten von 12.000 männlichen Teilnehmern im Alter zwischen 65 und 83 Jahren erhoben. 16,9 Prozent der Befragten gaben dabei an, über 150 Minuten pro Woche aktiv zu sein. Nach einer Beobachtungszeit von etwa zwölf Jahren zeigte sich, dass das Risiko, vorzeitig zu sterben, in dieser Gruppe um 60 Prozent reduziert war. Gleichzeitig zeichneten sich ihre Mitglieder durch deutlich bessere kognitive Leistungen aus.

Weitere Überblicksarbeiten bestätigen den inversen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Sterblichkeit. Immer wieder zeigt sich dabei, dass bereits moderate Alltagsaktivitäten gesundheitlich wirksam sind. Der aktive Weg zur und von der Arbeit mit dem Fahrrad oder zu Fuß ist also genauso effektiv wie Bewegung beim Sport oder in der Freizeit. Hinweise auf die lebensverlängernde Wirkung der körperlichen Aktivität haben sich inzwischen so weit verdichtet, dass die Zusammenfassung einer großen US-amerikanischen Studie, des „National Health and Nutrition Examination Survey“, dies als klaren Prädiktor für Langlebigkeit akzeptiert: „Lifetime physical activity (LTPA) clearly predicts all-cause mortality.“

Wirkungen auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Noch immer sind Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit 41 Prozent die Todesursache Nummer eins in Deutschland. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes kosteten sie im Jahr 2010 insgesamt rund 350.000 Menschen das Leben. Zahlreiche Forschungsaktivitäten belegen, dass körperliche Inaktivität das Entstehen dieser Erkrankungen befördert. Umgekehrt können sogar bestehende krankhafte Veränderungen durch Bewegung revidiert werden. Dabei addieren sich die positiven Effekte der körperlichen Aktivität auf die Blutgefäße – insbesondere die das Herz versorgenden Herzkranzgefäße –, auf den Herzmuskel sowie auf den Fettstoffwechsel und den Cholesterinspiegel.

Eine Meta-Studie aus dem Jahr 2008 zeigt, dass regelmäßige Bewegung das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen um 35 Prozent reduzieren kann; eine weitere Studie von 2012 wies nach, dass körperlich aktive Menschen eine 24 Prozent geringere Wahrscheinlichkeit haben, einen Schlaganfall zu erleiden. Beide Studien belegen zudem, dass positive Effekte bereits bei einem geringen Bewegungsumfang eintreten. Aus diesem Grund empfiehlt die American Heart Association „that individuals perform moderately-intense exercise for at least 30 minutes on most days of the week“.

Wirkungen auf Krebserkrankungen

Mit nahezu 220.000 Todesfällen – einem Viertel aller Sterbefälle – sind Krebsleiden die zweithäufigste Todesursache in Deutschland. Noch bis vor etwa 20 Jahren wurde Krebspatienten vor allem Schonung verordnet. Immer mehr Forschungsarbeiten zeigen jedoch, dass das Erkrankungsrisiko durch regelmäßige Bewegung reduziert werden kann. Dies gilt vor allem für Darm- und Brustkrebs, sehr wahrscheinlich auch für Prostatakrebs. So verringert körperliche Aktivität die Wahrscheinlichkeit, an Darmkrebs zu erkranken, um bis zu 50 Prozent und das Risiko für Brustkrebs um etwa 40 Prozent. Auch hier scheinen schon geringe Umfänge an Bewegung zu genügen, um signifikante Effekte zu erreichen. Jedoch sind die Erkenntnisse zur idealen Dosierung bislang noch sehr dünn – ebenso zur inhaltlichen Gestaltung, etwa zu der Frage, ob ein ausdauerorientiertes oder ein kraftorientiertes Training günstiger ist.

Untersucht wird auch die Frage, ob körperliche Aktivität die Wahrscheinlichkeit eines Rückfalls reduziert. Erste Erkenntnisse hierzu erbrachte eine Kohortenstudie aus dem Jahr 2009, die insgesamt gut 400 Brustkrebsfälle analysierte. Bei Frauen mit einem mittleren bis hohen Aktivitätslevel sank demnach das Risiko, erneut an Krebs zu erkranken, deutlich ab. Weitere Untersuchungen unterstreichen, dass bereits geringe, aber regelmäßige Bewegung positive Effekte für Krebspatienten hat. In einer eigenen Studie konnten wir zudem zeigen, dass mit körperlicher Aktivität auch Erkrankungen wie das Fatigue-Syndrom bekämpft werden können. Dieses tritt häufig in Zusammenhang mit einer Krebstherapie auf und äußert sich in anhaltender Schwäche, Abgeschlagenheit und Überforderung. Bislang bietet die Onkologie hierfür kaum Behandlungsoptionen an.

Wirkungen auf metabolische Erkrankungen

Jeder fünfte Patient, der in einer hausärztlichen Praxis auftaucht, leidet am sogenannten metabolischen Syndrom. Dieses ist durch das gemeinsame Auftauchen von Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen, Störungen der Insulinsensitivität und Übergewicht mit hohem Anteil an abdominalem Fett gekennzeichnet. Am Endpunkt des Syndroms stehen manifeste Erkrankungen wie Diabetes oder häufig tödliche Ereignisse wie Schlaganfall und Herz-

„Sogar bestehende krankhafte Veränderungen können durch Bewegung revidiert werden.“

infarkt. Bewegungsmangel ist auch hier der wesentliche Auslöser. Besonders prägnant ist dieser Zusammenhang für den Diabetes Typ 2, von dem über acht Prozent der deutschen Bevölkerung betroffen sind und der damit von den metabolischen Erkrankungen die größte Herausforderung für das Gesundheitssystem darstellt.

Bewegung wird schon seit Anfang des letzten Jahrhunderts als ein wichtiger Bestandteil der Diabetesbehandlung betrachtet. Die Erkenntnisse, die inzwischen hierzu vorliegen, lassen sich mit den folgenden Empfehlungen zusammenfassen:

- Körperliche Aktivität im Umfang vom mindestens 30 Minuten pro Tag
- Reduktion des Gewichts um circa fünf Prozent
- Tägliche Bewegung, da körperliche Aktivität nicht nur dem Energieverbrauch dient, sondern auch die Insulinsensitivität erhöht; dieser Effekt aber hält maximal 72 Stunden an
- Regelmäßiges Muskeltraining

Patienten, die sich an diese Empfehlungen halten, profitieren nachhaltig. Bereits 10.000 Schritte pro Tag senken den wichtigsten Langzeitmarker des Diabetes, das Glykohämoglobin HbA1C, um 1,2 Prozentpunkte. Damit wären die meisten Patienten keine Diabetiker mehr.

Weitere Wirkungen körperlicher Aktivität

Eine Vielzahl von Studien bestätigt, dass regelmäßige Bewegung den Rückgang unserer Leistungsfähigkeit verzögern kann. Dies betrifft nicht nur körperliche Aspekte wie Koordination, Kraft oder Ausdauer, sondern auch kognitive

und mentale Eigenschaften. Positive Effekte zeigen sich insbesondere auch für die mit dem Alter verbundenen Syndrome der autonomen Dysfunktion, etwa Schwierigkeiten beim Gleichgewicht und der Sitzbalance. Selbst Alzheimer-Patienten profitieren noch in hohem Maße von regelmäßiger körperlicher Aktivität. Ebenfalls nachgewiesen sind die antidepressiven Effekte für nahezu alle Altersgruppen. Bereits 30 Minuten täglicher körperlicher Aktivität genügen, um bei depressiver Verstimmung die gleiche Wirkung zu erzielen wie Medikamente.

Gesundheitsbezogene Forschung am ISSW

Die Beschäftigung mit den gesundheitsfördernden Möglichkeiten des Sports hat am Heidelberger Institut für Sport und Sportwissenschaft eine lange Tradition. Damit untrennbar verbunden ist der Name Hermann Rieder, der das Institut von 1968 bis 1994 leitete und in dieser Zeit „Sport als Therapie“ zum Thema machte. Unter anderem organisierte er 1972 in Heidelberg die Weltspiele der Gelähmten, die Vorgängerveranstaltung der heutigen Paralympics. Inzwischen haben sich die Forschungsschwerpunkte verschoben, und wir fokussieren uns auf die inhaltlichen Bereiche „Rehabilitative Bewegungsprogramme“, „Betriebliches Gesundheitsmanagement“ sowie „Gesundheitsorientierte Bewegung in Kinder- und Jugendalter“. Hauptthema dieser drei Bereiche ist es, das Verschwinden der Bewegung zu kompensieren.

1) Rehabilitative Bewegungsprogramme

Jedes Jahr werden in Deutschland weit über eine Million Rehabilitationsverfahren durchgeführt, deren Leistungen zu über 70 Prozent der Bewegungstherapie zuzuordnen

sind. Seit vielen Jahren entwickeln und evaluieren wir gemeinsam mit Kollegen eine sportwissenschaftlich begründete „biopsychosoziale Bewegungstherapie“. In einem gerade abgeschlossenen Projekt, das wir im Auftrag der Deutschen Rentenversicherung Bund gemeinsam mit Forschern der Universität Tübingen durchgeführt haben, entstand auf Grundlage einer aufwendigen Clusteranalyse das Konzept der „person-orientierten Bewegungstherapie“. Ziel dieser Therapie ist es, eine nachhaltige Bindung der Patienten an körperliche Aktivität herzustellen.

Vor etwa fünf Jahren haben wir gemeinsam mit dem Nationalen Tumor Centrum in Heidelberg begonnen, Trainingsmöglichkeiten für Krebspatienten zu schaffen. Damit wollen wir die Lücke zwischen dem Wissen um die positiven Effekte körperlicher Aktivität und dem tatsächlichen Versorgungsangebot schließen. Mit der begleitenden translationalen Forschung versuchen wir gemeinsam, Erkenntnisse zur therapeutischen Wirkung, zur geeigneten Dosierung und vor allem zu den Wirkmechanismen der Bewegungstherapie zu gewinnen. Davon profitieren die trainierenden Krebspatienten unmittelbar.

Bewegungsprogramme beinhalten zumeist viele Barrieren, die zu einer Kluft zwischen Wissen und konkretem Handeln führen. Wichtige Kriterien der Maßnahmen, die wir entwickeln, sind daher ihr Anwendungsbezug und ihre Umsetzbarkeit. So verpacken wir etwa unsere Empfehlungen in „Bewegungspyramiden“, wie sie die meisten Menschen aus dem Ernährungsbereich kennen. An der Basis der Pyramide sind dabei diejenigen Aktivitäten eingetragen, die tagtäglich empfohlen werden – zum Beispiel 30 Minuten moderate Bewegung wie Spaziergehen – und an der Spitze jene Tätigkeiten, die es eher zu vermeiden gilt, wie etwa vor dem Fernseher zu sitzen.

2) Betriebliches Gesundheitsmanagement

Die Arbeitswelt und die darin anzutreffenden Arbeitsbedingungen unterliegen seit einigen Jahren einem tiefgreifenden Wandel – mit negativen gesundheitlichen Folgen. Die Gesundheitsförderung im Betrieb bietet eine Chance, diese Folgen abzufedern. Der Arbeitsplatz ist der Ort, an dem sich Menschen lange aufhalten und an dem sie gesundheitsförderliches Handeln für sich und den Betrieb nutzbringend anwenden können. Daher sind wir der Ansicht, dass der Arbeitsplatz der wichtigste Ort ist, um erwachsene Menschen mit Gesundheitsförderung zu erreichen.

Eine Analyse des Forschungsstandes zeigt jedoch, dass nur wenige Interventionen Erfolge aufweisen können, die sich mit harten Kriterien wie etwa der Senkung von Arbeitsunfähigkeitsfällen messen lassen. Deshalb konzentrieren wir uns auf aussagekräftige Bedarfsanalysen und Evaluationen, für die wir aktuell ein branchenübergreifendes, einfaches,

„Wir wollen die Lücke zwischen dem Wissen um die positiven Effekte körperlicher Aktivität und dem tatsächlichen Versorgungsangebot schließen.“

aber belastbares und zuverlässiges Tool entwickeln, das „Heidelberger Health Score 3.0“. Diese Aktivitäten, zu denen auch die Erstellung des ersten Gesundheitsberichtes der Universität Heidelberg gehört, bündeln wir im Kompetenzzentrum für betriebliches Gesundheitsmanagement am ISSW.

3) Gesundheitsorientierte Bewegung in Kinder- und Jugendalter

Die Ursachen für die steigende Zahl von Kindern mit Übergewicht und Adipositas sind vielfältig. Grundsätzlich lassen sich jedoch alle Übergewichtsfälle auf eine gestörte Energiebilanz zurückführen: Es wird mehr Energie aufgenommen als verbraucht. Maßnahmen, die dieses Problem adressieren, orientieren sich vielfach einseitig an der Energieaufnahme. Zahlreiche Studien zeigen jedoch, dass die durchschnittliche Energieaufnahme in den letzten Jahren sogar eher rückläufig war. Entscheidend für die zunehmende Fettleibigkeit scheint somit der nachweislich abgenommene Energieverbrauch zu sein. Ausschlaggebend hierfür ist weniger eine Abnahme der sportlichen Aktivität, als dass wir uns im Alltag zunehmend seltener bewegen und einen überwiegend sitzenden Lebensstil pflegen. Während sich dieser Zusammenhang für Erwachsene

THE SLOW DEATH OF EXERCISE

RUNNERS LIVE LONGER

GERHARD HUBER

The disappearance of exercise from our daily lives is commonly regarded as one of the greatest health risks of the 21st century. Lack of exercise is known to be among the factors promoting cardiovascular disease, cancer and diabetes. Exercise has been proven to contribute to our well-being and keep us healthy. Epidemiological studies show that even simple, moderate everyday activities such as walking and riding a bicycle can significantly reduce our mortality risk.

Even though the positive effects of exercise for our health are well known, that knowledge is frequently not translated into action in our healthcare system. Meanwhile, we are exercising less and less. Studies have shown that our lifestyle is becoming ever more sedentary. Even primary school pupils as young as six spend an average eight hours a day sitting – a critical threshold for children as well as adults, beyond which health risks increase greatly.

Our aim at the Heidelberg Institute of Sports and Sports Sciences (ISSW) is to intensify research on the comprehensive significance of physical exercise and apply our findings in practice. Our focal areas are ‘Rehabilitative exercise programmes’, ‘Workplace health management’ and ‘Health-oriented exercise for children and adolescents’. ●

PROF. DR GERHARD HUBER joined the Heidelberg Institute of Sports and Sports Sciences in 1987 and heads the institute's 'Prevention and Rehabilitation' section. He is a board member of the German Association for Fitness and Sports Therapy (DVGS) and Executive Editor of the journal 'Bewegungstherapie und Gesundheitssport' (exercise therapy and fitness). Prof. Huber's research interests include evaluation research on exercise programmes for prevention and rehabilitation, quality management and health promotion at the workplace.

Contact: gerhard.huber@
issw.uni-heidelberg.de

“Even moderate, everyday activities offer health benefits. Riding a bicycle or walking to work is just as effective as sports or leisure activities involving physical exercise.”

immer deutlicher zeigt, sind die Befunde aus dem Kinder- und Jugendbereich hierzu noch dürftig. Eine wichtige Grundlage bildet die „Epidemiologie des Sitzens“, nämlich die Frage, wie viel und zu welchen Anlässen Kinder und Jugendliche sitzen. Dazu haben wir inzwischen mehr als 4.500 Kinder und Jugendliche aus Deutschland, Österreich und Luxemburg befragt. Die ersten Auswertungen sind alarmierend: Bereits in der ersten Klasse sitzen Grundschul Kinder durchschnittlich acht Stunden pro Tag – ein Wert, ab dem das gesundheitliche Risiko stark ansteigt und der auch für Erwachsene als kritisch gilt. In der vierten Klasse erhöhen sich die Sitzzeiten der Kinder im Mittel sogar auf 9,2 Stunden täglich.

Neben anderen Indikatoren sind es nicht zuletzt diese Zahlen, die deutlich machen, dass das Thema Bewegung im gesundheitlichen Kontext an Bedeutung zunimmt. Am ISSW haben wir uns zum Ziel gesetzt, die dringlichsten Fragen, die sich hieraus ergeben, zu bearbeiten und unsere Forschungsergebnisse systematisch in die Praxis zu übertragen – ganz im Sinne des Grundprinzips der sogenannten evidenzbasierten Medizin: „Wir tun, was wir wissen, und wir wissen, was wir tun!“ ●

**„Der Arbeitsplatz ist
der wichtigste
Ort, um erwachsene
Menschen mit
Gesundheitsförderung
zu erreichen.“**

INFIZIERTES

NETZ

INFIZIERTES NETZ

VIRTUELLE KRANKMACHER

VINCENT HEUVELINE

Kennen Sie das auch? Der Computer wird immer langsamer, kryptische Fehlermeldungen tauchen auf, und mitten im Vorgang stürzt der Rechner ab. Schuld ist wahrscheinlich ein Virus. Wie sein biologisches Vorbild infiziert ein Computervirus seinen Wirt, benutzt dessen Ressourcen und schädigt ihn. Heidelberger Wissenschaftler untersuchen, wie weit die Analogie zur Biologie reicht und mit welchen Maßnahmen Rechner vor Viren geschützt werden können.

W

Wo hört Leben auf, wo fängt Leben an? Diese Frage beschäftigt die Menschheit seit jeher. Der französische Chemiker und Mikrobiologe Louis Pasteur (1822-1895) etwa war davon überzeugt, dass die molekulare Asymmetrie organischer Verbindungen in irgendeiner Weise mit dem Leben zusammenhängt. Auch zahlreiche weitere, nicht weniger bedeutende Wissenschaftler und Philosophen haben sich intensiv mit dieser Frage befasst. Ihre unterschiedlichen Thesen verweisen auf die Schwierigkeit, die Grenzen des Lebens zu definieren.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht überraschend, dass auch Computern, die uns im tagtäglichen Handeln ständig begleiten, Eigenschaften lebender Organismen zugewiesen werden. Ist die Information, die in einem Silizium-Chip organisiert und gespeichert ist, weniger lebendig als die der DNA-Doppelhelix in unseren Genen? Ist das Virus, das sich nur innerhalb einer geeigneten Wirtszelle vermehren kann und weder über eine eigenständige Replikation noch über einen eigenen Stoffwechsel verfügt, lebendiger als ein Computer-Programm? Sowohl die Grauzonen, die mit diesen Fragen einhergehen, als auch die immer stärkere Durchdringung unseres Alltags durch den Computer führen zu einer Art Personifikation des Rechners. Vervollständigt wird dieses Bild durch die Entwicklung von Robotern mit künstlichen „Sinnesorganen“ und Gliedern, die in der letzten Dekade einen bemerkenswerten Sprung gemacht hat. Die semantische Übertragung des klassischen Virus-Begriffes aus der Biologie auf den Computervirus scheint in diesem Kontext nicht nur naheliegend – sie stellt auch einen weiteren Beleg dafür dar, wie sich die Rolle des Computers in unserem Leben und in unserer Gesellschaft gewandelt hat.

Der infizierte Computer

Ein Computervirus ist ein sich selbst verbreitendes Programm, das Veränderungen am Status der Hardware, am Betriebssystem oder an weiterer Anwendungssoftware vornehmen kann, ohne dass diese vom Anwender kontrollierbar sind. Wie sein biologisches Vorbild benutzt das Virus die Ressourcen seines Wirtes, des Computers. Es kann sich selbst reproduzieren, indem es Kopien von sich erzeugt, und es kann sich in bestehenden Programmen



PROF. DR. VINCENT HEUVELINE wurde im Jahr 2013 an das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) der Universität Heidelberg berufen, an dem er sich 2002 im Fach Informatik habilitiert hatte. Zeitgleich mit seinem Ruf an die Ruperto Carola übernahm er die Leitung des Universitätsrechenzentrums. Zuvor forschte und lehrte der gebürtige Franzose neun Jahre an der Universität Karlsruhe, wo er ebenfalls zunächst die Ko-Leitung, später die Leitung des dortigen Rechenzentrums innehatte. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen wissenschaftliches Rechnen, insbesondere unter Verwendung von Hochleistungsrechnern mit Anwendungen in der Medizin, Uncertainty Quantification (UQ), Hardware-aware Computing, Energieeffizienz für IT-Infrastruktur, Cloud Computing und IT-Sicherheit.

Kontakt: vincent.heuveline@urz.uni-heidelberg.de

gleichsam einer biologischen Infektion einpflanzen. Dadurch werden Datenträger wie Festplatten und Wechselmedien wie USB-Sticks „infiziert“. Durch das Handeln des Benutzers, zum Beispiel, indem er ein infiziertes Wechselmedium an ein anderes System anschließt, gelangt das Virus von einem Computer zum nächsten.

Es sind allerdings nicht nur Viren, die Rechner „befallen“ – Schuld können auch sogenannte Computerwürmer und Trojanische Pferde sein. In der Umgangssprache wird der Ausdruck Computervirus für alle drei Formen der Schadsoftware verwendet, da sie in ihren Auswirkungen für den Anwender kaum zu unterscheiden sind. Viren, Würmer und Trojanische Pferde variieren jedoch wesentlich in ihrem Modus Operandi. Computerviren sind die älteste Art der Schadprogramme und lassen sich anhand der Methode kategorisieren, mit der sie einen Computer infizieren: Dateiviren, Bootsektorviren, Makroviren und Skriptviren. Computerwürmer dagegen sind in der Lage, sich ohne Wirtsprogramm, das heißt allein mit ihrem Maschinencode, auszuführen und zu verbreiten. Würmer können sich also direkt über das Internet verbreiten und entsprechend in andere Computer eindringen.

Das Universitätsrechenzentrum (URZ)

Das Universitätsrechenzentrum (URZ) ist der zentrale IT-Dienstleister der Universität Heidelberg in allen Belangen der Informations- und Kommunikationstechnik. Es bietet Zugriff auf ein breites Spektrum an IT-Serviceleistungen und betreut den Einsatz dieser Dienste. Zudem ist das URZ zuständig für die IT-Sicherheit an der Universität und gewährleistet die Verfügbarkeit von Daten, Diensten und Anwendungen sowie die Integrität und Vertraulichkeit der damit einhergehenden Daten. Unter der Leitung von Prof. Dr. Vincent Heuveline arbeiten im Rechenzentrum rund 90 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Als IT-Innovationsträger setzt sich das URZ zudem für zukunftsweisende Technologien ein und unterstützt damit die Forschung der Heidelberger Wissenschaftler. Eckpfeiler dieser Aktivitäten sind unter anderem Projekte, in deren Mittelpunkt die Energieeffizienz der IT-Infrastruktur und das Cloud Computing stehen, mit dem flächendeckend ein virtualisiertes Serverkonzept für Institute ausgebaut wird. In Kooperation mit Forschungseinrichtungen und mit der Industrie sowohl auf Landesebene als auch auf nationaler und internationaler Ebene trägt das Rechenzentrum dazu bei, die Rahmenbedingungen im IT-Bereich für Forschung und Lehre fortwährend zu verbessern.

www.urz.uni-heidelberg.de

„Ist die Information, die in einem Silizium-Chip organisiert und gespeichert ist, weniger lebendig als die der DNA-Doppelhelix in unseren Genen?“

Ein Trojanisches Pferd – umgangssprachlich auch Trojaner genannt – kombiniert stets ein nützliches Wirtsprogramm mit einem bösartigen Code, zum Beispiel einem angehängten Virus. Vom klassischen Computervirus unterscheidet sich ein Trojanisches Pferd, indem es nicht die Eigenschaft besitzt, sich selbstständig zu reproduzieren und zu verbreiten. Durch die Infektion des Wirtsprogramms lädt es beim Programmstart unbemerkt den dort versteckten Virus in das System. Somit werden Trojanische Pferde allgemein als Mittel zur Verbreitung von Viren eingesetzt. Trojaner nehmen inzwischen den größten Teil der Schadprogramme – auch Malware genannt – ein. Schätzungen gehen von folgender Verteilung aus: Trojanische Pferde 70 Prozent, Computerviren 16 Prozent und Computerwürmer acht Prozent.

Das Spektrum an Manipulationsmöglichkeiten durch Schadprogramme ist quasi unbegrenzt – ebenso die damit einhergehenden Bedrohungsszenarien:

- Ausspähen von sensiblen Daten wie Passwörtern, Kreditkartennummern und Kontonummern
- Überwachung aller Benutzeraktivitäten mithilfe von sogenannten Sniffern und/oder von Keyloggern, die die Eingaben des Benutzers an der Tastatur aufzeichnen
- Fernsteuerung des Rechners, um Werbe-E-Mails und Spams zu versenden, aber auch zur Bildung von Botnetzen, das heißt einer großen Anzahl infizierter Rechner, die gemeinsam koordinierte Angriffe im Internet ausführen können
- Deaktivierung der Schutzmechanismen des Computers wie zum Beispiel des Antivirenprogramms oder der Firewalls
- Umleiten des Benutzers auf gefälschte Webseiten, um mit erhaltenen Daten eine Kontoplünderung zu begehen – das sogenannte Phishing
- Benutzung der eigenen Speicherressourcen zur Ablage von illegalen Dateien, die dann für andere Internet-Nutzer zur Verfügung gestellt werden
- Verschlüsselung der lokalen Benutzerdaten und Erpressung der Benutzer, den unbekanntem Schlüssel nur gegen ein „Lösegeld“ mitzuteilen; normalerweise kommt trotz Zahlung kein Schlüssel, und wertvolle Daten sind dann unwiederbringlich verloren

Exponentielles Wachstum

Viren aller Couleur verbreiten sich vorwiegend über E-Mails oder über getarnte Programme auf Internetseiten. Verlässliche Zahlen zu Risiken und Angriffen durch Computerviren sind leider Mangelware. Man nimmt jedoch an, dass die Infektion durch Schadprogramme inzwischen die größte Gefahr für die IT-Infrastruktur von Unternehmen darstellt. Der Faktor „Irrtum und Nachlässigkeit des Nutzers“ wurde damit auf Platz zwei verdrängt. An der Spitze der Infektionswege scheint derzeit die E-Mail noch vor entsprechend präparierten Internetseiten zu stehen. Auch wenn ihre genaue Zahl nicht belastbar ermittelt werden kann, geht man davon aus, dass weltweit über 20 Millionen Schadprogramme existieren. Das exponentielle Wachstum dieser Zahl ist unter anderem auf sogenannte polymorphe Viren zurückzuführen. Diese Art von Computerviren ändert automatisch ihre Gestalt von Generation zu Generation, sodass zahlreiche, teilweise vollkommen verschiedene Varianten entstehen. Schon heute ist es praktisch unmöglich, die große Zahl der sich schnell ändernden Schadprogramme durch Antiviren-Software in vollem Umfang zu erkennen.

„Ein Computervirus kann sich selbst reproduzieren, indem es Kopien von sich erzeugt, und es kann sich in bestehenden Programmen gleichsam einer biologischen Infektion einpflanzen.“

Das hohe Ausmaß der Gefährdung, die von Computerviren ausgeht, legt die Frage nahe, aus welcher Motivation heraus Entwickler diese Art von Schadprogrammen implementieren. Folgende Klassifizierung hat sich hierfür bewährt, die auch bei der kriminalistischen Verfolgung sogenannter Hacker-Angriffe verwendet wird:

- Soziale Motivation: Der Betroffene möchte zu einer bestimmten Hacker-Gruppierung gehören und durch mehr oder weniger spektakuläre Entwicklungen Aufmerksamkeit erregen.
- Technische Motivation: Durch entsprechende Hacks sollen Fachwelt und Öffentlichkeit auf Sicherheitslücken aufmerksam gemacht werden.
- Politische Motivation: Hier wird aus politischen Motiven agiert, auch um Aufmerksamkeit in den Medien zu bekommen.
- Finanzielle Motivation: Entwickler dieser Gruppe möchten sich persönlich bereichern, zum Beispiel über Wirtschaftsspionage oder Finanzbetrug.

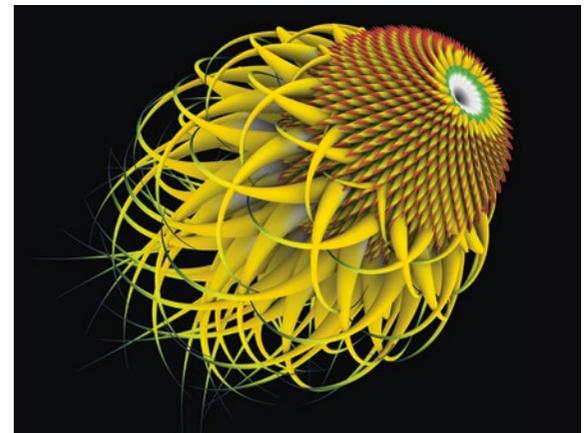
- Staatlich-politische Motivation: Entwickler handeln im Auftrag einer Regierung oder staatlicher Institutionen. Typischerweise stehen dann andere Regierungen aber auch Unternehmen anderer Länder im Fokus.

Schutzmaßnahmen gegen Viren

Neben der Verwendung von Antiviren-Software, die Schadprogramme aufspüren, blockieren und beseitigen soll, gibt es zahlreiche weitere Maßnahmen, die vor derartigen Angriffen schützen können. Ihr vorrangiges Ziel ist es, die Datenintegrität, die Vertraulichkeit und die Verfügbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Für den sicheren und rechtskonformen Betrieb der IT-Dienste an der Universität Heidelberg arbeitet am Universitätsrechenzentrum (URZ) eine Arbeitsgruppe von EDV-Sicherheitsfachleuten, die bei unmittelbaren Sicherheitsvorfällen die nötigen Schritte – einen sogenannten Incident Response – einleiten kann. Darüber hinaus implementieren wir proaktiv einen Katalog spezifischer Maßnahmen, um vor Missbrauchsfällen der Rechnerysteme und des Datennetzes zu schützen. Akute Bedrohungen sollen zeitnah erkannt und eingeordnet werden können. Neben dem klassischen und sehr aufwendigen Betrieb von Spamfiltern setzen wir unter anderem ausgefeilte Konzepte für Netzsicherheitssysteme ein, die verschiedene Schutzstufen entsprechend dem benötigten Sicherheitslevel vorsehen. Eine Überwachung des Verkehrsdatenstroms auf Angriffsmuster ermöglicht es uns zudem, schadhafte Datenpakete rechtzeitig zu identifizieren und zu entfernen.

Insgesamt verfolgt das Universitätsrechenzentrum die Entwicklung eines ganzheitlichen und fächerübergreifenden Ansatzes für die IT-Sicherheit. Unsere Forschung adressiert dabei nicht nur technische, sondern auch gesellschaftliche Fragestellungen. In einem interdisziplinären



Visualisierung eines MSNthreat-Trojaners auf Basis seines informatischen Codes, © Alex Dragulescu, www.sq.ro

„Die größte Gefahr für die IT-Infrastruktur von Unternehmen geht inzwischen von Schadprogrammen aus – nach dem Faktor ‚Irrtum und Nachlässigkeit des Nutzers‘.“

Netzwerk, dem neben Informatikern und Mathematikern auch Wissenschaftler der Juristischen Fakultät und des Instituts für politische Wissenschaft angehören, untersuchen wir Strategien und Politiken der Cybersicherheit aus rollentheoretischen Perspektiven sowie das Verhältnis von Internettechnologie und Grundrechten. Dabei wird insbesondere die Interaktion der derzeit vorhandenen technischen Möglichkeiten mit den rechtlichen Rahmenbedingungen erörtert.

Das Ende einer Ära

Die Analogie der Computerviren zu biologischen Viren kommt bis dato nur teilweise zum Tragen. Ein Hauptgrund liegt darin, dass Computerviren fast durchweg absichtsvoll von menschlicher Hand erzeugt werden und nicht in der Lage sind, zu „mutieren“. Die derzeitigen technologischen Entwicklungen im IT-Bereich könnten jedoch zu einem Paradigmenwechsel führen. Allgemein werden Computer als deterministische Maschinen vorausgesetzt: Zu jedem Zeitpunkt ergibt sich der Folgeschritt des ausgeführten Programms eindeutig aus den Eingabedaten und dem zugrunde liegenden Algorithmus. Der Computer, der nur 0 und 1 „verstehen“, hat keinen freien Willen, mit dem er einen Flüchtigkeits- oder Denkfehler begehen könnte. Was aber passiert, wenn der Rechner aufgrund externer Bedingungen, zum Beispiel der kosmischen Strahlung, immer wieder zufällig von 0 nach 1 oder von 1 nach 0 schaltet?

„Schon heute ist es praktisch unmöglich, die große Zahl der sich ständig ändernden Schadprogramme in vollem Umfang durch Antiviren-Software zu erkennen.“

Die zunehmende Dichte der integrierten Schaltkreise, auf denen Computer basieren, macht solche Fehler – „Bit Flips“ genannt – immer wahrscheinlicher. Auch wenn Maßnahmen getroffen werden können, die bis zu einem gewissen Grad eine Fehlertoleranz ermöglichen, scheint die Ära des Rechners als deterministische Instanz Schritt für Schritt zu Ende zu gehen. Zwar sind solche Überlegungen noch sehr spekulativ, dennoch ist vorstellbar, welche Auswirkungen Computer mit stochastischen Eigenschaften auf die Entstehung und mögliche Zerstörung von Viren haben könnten. Insbesondere angesichts der ungeheuren Rechenleistung heutiger Supercomputer rückt die Vision näher, dass sich Computerviren durch Mutationen, die das zufällige Verhalten des Rechners hervorruft, „evolutionär“ entwickeln werden.

THE INFECTED NETWORK

VIRTUAL GERMS

VINCENT HEUVELINE

We're all familiar with this scenario: The computer grows increasingly sluggish, displays cryptic error messages, and finally crashes mid-process. The culprit is probably a virus that has infected the computer. A computer virus is a self-propagating programme that, like its biological counterpart, uses the resources of its host and damages the host in the process. It changes the status of the hardware, operating system or other application software in ways that cannot be controlled by the user. The virus can reproduce by making copies of itself, and it can embed itself in existing software in a manner similar to a biological infection. It is assumed that there are more than 20 million malware programmes worldwide. Already it is impossible to detect every one with antivirus software in real time.

Experts at the Heidelberg University Computing Centre implement numerous proactive measures to protect their systems against malware. Their primary goal is to ensure the integrity, privacy and availability of the data. Acute threats must be identified and analysed quickly. In their research, the scientists address social as well as technical issues. An interdisciplinary network of computer scientists, legal experts and political scientists investigates cyber security strategies and policies from a role theory perspective and the relationship between internet technology and fundamental rights. ●

PROF. DR VINCENT HEUVELINE accepted a chair at Heidelberg University's Interdisciplinary Center for Scientific Computing (IWR) in 2013, the same institute where he completed his habilitation in computer science in 2002. Also in 2013, he became director of the university's Computing Centre. Heuveline, who is French by birth, previously held a teaching and research position at Karlsruhe University for nine years, where he was also co-director, and later sole director, of the computing centre. His research interests include scientific computing, particularly using supercomputers for medical applications, uncertainty quantification (UQ), hardware-aware computing, energy-efficient IT infrastructures, cloud computing and IT security.

Contact: vincent.heuveline@urz.uni-heidelberg.de

“A computer virus can reproduce, i.e. make copies of itself, and it can embed itself in existing software in a manner similar to a biological infection.”

„Die Ära des Rechners als deterministische Instanz scheint Schritt für Schritt zu Ende zu gehen. Fehler werden immer wahrscheinlicher.“

Computerviren – und allgemeiner Schadprogramme – tragen wie biologische Viren Namen, die gleichermaßen bedrohlich wie faszinierend anmuten: Blaster, Code Red, Conficker, ILoveYou, Melissa, MyDoom, Sasser, Slammer, Stuxnet. Weniger bekannt für Computerviren ist ihre mögliche Visualisierung, die sich an biologische Abbildungen wie die weltberühmte Darstellung des Influenzavirus anlehnt. Künstler und Wissenschaftler haben hierzu Verfahren entwickelt, die Viren, Trojanern und Würmern auf Basis ihres informatischen Codes und mithilfe statistischer Auswertung der generierten Daten Gestalt verleihen (siehe Abbildung Seite 103). Die resultierenden 3D-Bilder wirken wie künstliche Organismen, die in ihrer Schönheit ihren biologischen Pendanten in nichts nachstehen. ●

Herausgeber

Universität Heidelberg
Der Rektor
Kommunikation und Marketing

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Peter Comba (Vorsitz)
Prof. Dr. Beatrix Busse
Prof. Dr. Markus Hilgert
Prof. Dr. Marcus A. Koch
Prof. Dr. Carsten Könniker
Prof. Dr. Alexander Marx
Prof. Dr. Manfred G. Schmidt
Prof. Dr. Joachim Wambgsanß

Redaktion

Marietta Fuhrmann-Koch
(verantwortlich)
Ute von Figura (Leitung)
Claudia Eberhard-Metzger

Gestaltung und Reinzeichnung

KMS TEAM GmbH, München

Druck

ColorDruck Solutions GmbH, Leimen

Auflage

6.000 Exemplare

ISSN

0035-998 X

Vertrieb

Universität Heidelberg
Kommunikation und Marketing
Grabengasse 1, 69117 Heidelberg

Tel.: +49 6221 54-19026
kum@uni-heidelberg.de

Das Magazin kann kostenlos unter
oben genannter Adresse abonniert
werden.

Im Internet ist es verfügbar unter
www.uni-heidelberg.de/ruptocarola.



KUNSTGESCHICHTE
KUNST ODER KRANKHEIT?
SPIEGEL DER SEELE
HENRY KEAZOR & ANNABEL RUCKDESCHEL

110



LITERATURWISSENSCHAFT
KRANKE WELT
WELT DER KRANKEN
CHRISTOF WEILAND

120



MEDICAL ANTHROPOLOGY
BENEATH THE SURFACE
WHAT DO PEOPLE REALLY DO WHEN THEY ARE ILL?
WILLIAM S. SAX

128



PSYCHOSOMATISCHE MEDIZIN
KRANK SEIN UND GESUND WERDEN
EIN MEHRDIMENSIONALER PROZESS
WOLFGANG HERZOG

136

WEITEN

W

**KUNST
KODER
KRAFK-
HEIT?**

KUNST ODER KRANKHEIT?

SPIEGEL DER SEELE

HENRY KEAZOR & ANNABEL RUCKDESCHEL

Kunstwerke, die unter dem Einfluss seelischer Erkrankungen entstehen, sind in der Geschichte von Kunstkritik und Psychiatrie vielfach kontrovers diskutiert worden: Was die einen als das Produkt einer zersetzenden Geisteskrankheit sahen, war für die anderen eine künstlerisch hochwertige Leistung. Dieses Spannungsfeld zeigt eine Auseinandersetzung mit dem Werk des schizophrenen Künstlers Paul Goesch.

K

Künstlerische Werke sind stets Spiegel und Ausdruck der individuellen Persönlichkeit ihres Schöpfers. Diese Einsicht galt spätestens seit der Etablierung einer moderneren Kunstgeschichtsschreibung in der Renaissance. Auch Kunst und Krankheit sind demnach eng miteinander verschränkt: Fragen nach den körperlichen Voraussetzungen und den gesundheitlichen Umständen, unter denen einzelne Schöpfungen entstehen, beeinflussen deren Bewertung.

Als Begründer der modernen Kunstgeschichtsschreibung gilt Giorgio Vasari, ein Architekt, Hofmaler und Biograf, der im Italien des 16. Jahrhunderts lebte. Vasari setzte sich in seinen Schriften mit dem Werk zeitgenössischer Meister auseinander, darunter Leonardo da Vinci, Raffael und Michelangelo. Arbeiten, die sich durch ein auffälliges

Erscheinungsbild auszeichneten, interpretierte er dabei unter anderem als ästhetische Manifestationen des körperlichen Verfalls eines Künstlers. So deutete er einige der ungewöhnlich spröden Gemälde des venezianischen Malers Tizian aus dem 16. Jahrhundert nicht als Versuch, kühne, neue Stile auszuprobieren, sondern als Niederschlag dessen mehr und mehr schwindenden Augenlichts. Ähnliche Tendenzen finden sich ein Jahrhundert später auch bei Vasaris Kollegen Giovan Pietro Bellori: Für die aus der Reihe fallenden Werke Guido Renis machte Bellori die zitternde Hand des bolognesischen Künstlers verantwortlich.

Dieses auf körperliche Schwächen Bezug nehmende Erklärungsmodell erwies sich dabei als derart attraktiv, dass zuweilen sogar frühe Bilder eines Künstlers automatisch seinem Spätwerk zugeordnet wurden, wenn man sich deren ungewöhnlichen Stil nicht anders zu erklären wusste. Bis heute hat sich diese Sichtweise hartnäckig gehalten. Noch in jüngerer Zeit haben Mediziner immer wieder Theorien vorgelegt, die das Aufkommen des Impressionismus im 19. Jahrhundert aus den diversen Augenkrankheiten der hier maßgeblich aktiven Maler ableiteten: Claude Monet, Edgar Degas oder Camille Pissarro etwa hätten an extremer Kurzsichtigkeit gelitten, wenn nicht sogar an Krankheiten wie dem „Grauen Star“, sodass sie ihre Umwelt nur verschwommen und in entsprechend blässeren Farben sehen

„Künstlerische Werke galten als Spiegel und Ausdruck der individuellen Persönlichkeit ihres Schöpfers.“

konnten. Ihre Bilder seien also weniger das Ergebnis eines willentlichen künstlerischen Aktes als vielmehr einfache Dokumente der Art und Weise, wie die Künstler ihr Umfeld optisch wahrnahmen.

Der Ansatz, ein künstlerisches Werk aus der körperlichen Krankheit seines Urhebers heraus zu erklären, hebt auf die individuellen Voraussetzungen des jeweiligen Kunstschaffenden ab. Im 19. Jahrhundert jedoch kamen Interpretationsmodelle auf, die eher das Überindividuelle in den Blick nahmen. Sie entwickelten sich, als man begann, sich auch für die Psyche des Künstlers und insbesondere für deren mögliche Erkrankungen zu interessieren. Geisteskrankheiten wurden nun als eine Möglichkeit gesehen, Einblick in die überindividuellen Triebkräfte zu erhalten, die im Inneren des Menschen walten. Beispielgebend hierfür ist die Auseinandersetzung mit den Bildern von Paul Goesch – ein Künstler und Architekt, der unter Schizophrenie litt und ein vielschichtiges Werk von über 2.000 Arbeiten hinterließ.

Ein Schizophrener als Künstler?

Wie in unzählige bunte Mosaiksteine, in geometrische Muster zerlegt, nimmt sich Paul Goeschs Aquarell „Prozession“ aus (siehe Abbildung 1 auf Seite 113). Das Blatt zeigt höfische Themen, wie den königlichen Prozessionszug im Vordergrund, und verbindet diese mit christlichen Motiven, wie der rechten Bildfigur, die ihre Kreuzigungsstigmata an Händen und Füßen präsentiert. Goesch fertigte es während seines Aufenthalts in der Göttinger Provinzial-Heil- und Pflgeanstalt an, in die er 1921 eingeliefert

wurde. In der Folgezeit war er äußerst produktiv, bemalte, was ihm zur Verfügung stand, neben Papier und Karton auch Packpapier und Briefumschläge. Damit war er kein Einzelfall: In der Weimarer Republik wurden Psychatriepatienten Freiheiten eingeräumt, solchen Beschäftigungen nachzugehen. Künstlerische Arbeit war dabei keine Seltenheit. Nur über die Einschätzung der Werke war man sich uneins: Waren diese rätselhaften Bilder künstlerisch hochwertige Leistungen oder ein Produkt zersetzender Geisteskrankheit?

Eine Untersuchung der Krankenakte Goeschs macht deutlich, dass die Psychiater aus der Haltung der Kunstkritik heraus urteilten und deren Vokabular verwendeten. Tatsächlich bestanden in den 1920er-Jahren direkte Verbindungen zwischen Kunstkritik und Psychiatrie. So hatte einer der behandelnden Ärzte, Ernst Maschmeyer, Artikel über Goesch in Kunstzeitschriften studiert, bevor er selbst einen Text über dessen Kunstwerke in einer psychiatrischen Fachzeitschrift publizierte. Sein Wissen über Goeschs Bilder bezog er zudem aus Gesprächen mit dem Künstler, von denen die Krankenakte berichtet. Andere Ärzte hatten hier Anmerkungen über archaisch-steife Heiligenfiguren, Gekritzeln und primitive Perspektive festgehalten; Maschmeyer hingegen bemerkte durchaus Goeschs wundervolle architektonische Gebilde und seine Nähe zu Künstlern wie Oskar Kokoschka und Georges Seurat. Freilich rätselte der Psychiater, wie so etwas nach langjähriger Krankheit noch möglich sei – schließlich widersprach die Zuschreibung eines Kunstwerts an solche Bilder der damals gängigen Vorstellung, dass Schizophrenie mit einem mentalen Zerfallsprozess einhergehe. Nur einige Jahre später wurden die Euthanasiemorde der Nazis, denen Goesch 1940 zum Opfer fiel, auch mithilfe dieses Konzepts „zersetzender“ Krankheit gerechtfertigt.

„Über die Einschätzung der Werke war man sich uneins: Waren sie künstlerisch hochwertige Leistungen oder ein Produkt zersetzender Geisteskrankheit?“

Innerhalb der Psychiatrie blieb die Klassifizierung der Werke Goeschs als Kunst oder Nicht-Kunst uneinheitlich und war gekoppelt an die jeweiligen wissenschaftlichen Interessen der Akteure. Zwei von ihnen, der Göttinger Psychiater Hemmo Müller-Suur und dessen Heidelberger Kollege und Kunsthistoriker, Hans Prinzhorn, sollen hier näher betrachtet werden.



Abbildung 1
Paul Goesch, Prozession (recto),
ohne Datum, Aquarell über Bleistift,
164 x 210 mm

© Hamburger Kunsthalle/bpk,
Foto: Christoph Irrgang

Kunst als Ausdruck der Krankheit

Hemmo Müller-Suur kam in den 1950er-Jahren mit einer Reihe von Goeschs Werken in Kontakt und war überzeugt, dass sie ein direkter visueller Ausdruck der Schizophrenie seien. Die Erkrankung, so nahm er an, verlaufe nach einem festen Schema, das er in seinem Aufsatz „Schizophrene Kunst“ von 1948 an mehreren Werken Goeschs aufzeigte. Sie fördere zunächst einen Kreativitätsschub und führe vor einer kompletten Persönlichkeitsauflösung nochmals dazu, dass der Patient alle seine individuellen Möglichkeiten aktiviere. In Analogie zu diesem psychischen Zersetzungsprozess setzte der Psychiater eine künstlerische Entwicklungslinie: Zunächst steigern sich die künstlerische Leistung, bevor sie anschließend versiege.

Die erste Phase dieser Entwicklung illustriert Müller-Suur mit Goeschs Blatt „Kirchenfassade“, das ein Motiv auf freie Art variere und auflöse. Auf der Vorderseite zeigt das Blatt eine Architekturphantasie mit geometrischen Formen und auf der Rückseite ein von organischen Blumenmotiven geprägtes Gebilde (siehe Abbildungen 2a und 2b auf Seite 114). Die künstlerische Qualität der Darstellungen hielt der Psychiater jedoch für gering. Im Blatt „Tempeltor“ (siehe Abbildung 3 auf Seite 115) sah er hingegen die Schizophrenie auf dem Höhepunkt ihrer Originalität und somit eine künstlerische Glanzleistung erreicht: Die Synthese von Tempelmotiv und menschlichem Antlitz erschien ihm wie eine letzte Mobilisierung aller Kräfte. Nach diesem Kulminationspunkt, so Müller-Suur, müsse die Gestaltung in chaotische Regellosigkeit abdriften. Diese dritte Phase der schizophrenen Gestaltung sah er in Paul Goeschs „Prozession“ (siehe Abbildung 1 auf Seite 113) dokumentiert. Hier lag für ihn der Beweis vor, dass am fortgeschrittenen Punkt der Krankheit nur noch schematisch gearbeitet werde: Das frühere Fassaden- und Tempeltormotiv sei lediglich versatzstückhaft ins Bild gesetzt, außerdem sei das Aquarell mit vielen Einzelheiten wie übergroßen Gesichtern oder akribisch ausgeführten Architekturdetails überfrachtet.

Diese dritte Phase las Müller-Suur als Ausdruck der kognitiven „Zerfahrenheit“ und „Faseligkeit“ des Künstlers. Dem Verlust der Tiefe im Denken entspreche ein Verlust der räumlichen Tiefendimension im Werk. Dies sah er im Falle von „Prozession“ wohl durch die Dominanz der eher flächigen ornamentalen Gestaltung gegeben. Der Psychiater hatte selbst einige Semester lang Architektur studiert und verfügte somit über das notwendige Wissen, um Architekturdarstellungen kritisieren zu können. Dass er bei der psychiatrischen Diagnostik auf die Kriterien und das Vokabular der Stilanalyse zurückgriff, macht zudem deutlich, wie sehr er sich hierbei auf seine kunstkritische Expertise stützte.

Die Überlegungen des Göttinger Psychiaters zu Goesch sind Ausdruck einer Suche nach sichtbaren Zeugnissen



PROF. DR. HENRY KEAZOR ist seit Herbst 2012 Professor für Neuere und Neueste Kunstgeschichte an der Universität Heidelberg. Zuvor war er von 2008 bis 2012 Inhaber des Lehrstuhls für Kunstgeschichte an der Universität des Saarlandes. Seine Forschungsgebiete sind die französische und italienische Malerei des 17. Jahrhunderts, die zeitgenössische Architektur, die Kunstfälschung, Musikvideos sowie das Verhältnis von Kunst und Medien.

Kontakt: h.keazor@zegk.uni-heidelberg.de



2a

Abbildung 2a und 2b
Paul Goesch, Kirchenfassade
(recto/verso), ohne Datum,
Feder und Aquarell, 328 x 210 mm

© Hamburger Kunsthalle/bpk,
Foto: Christoph Irrgang

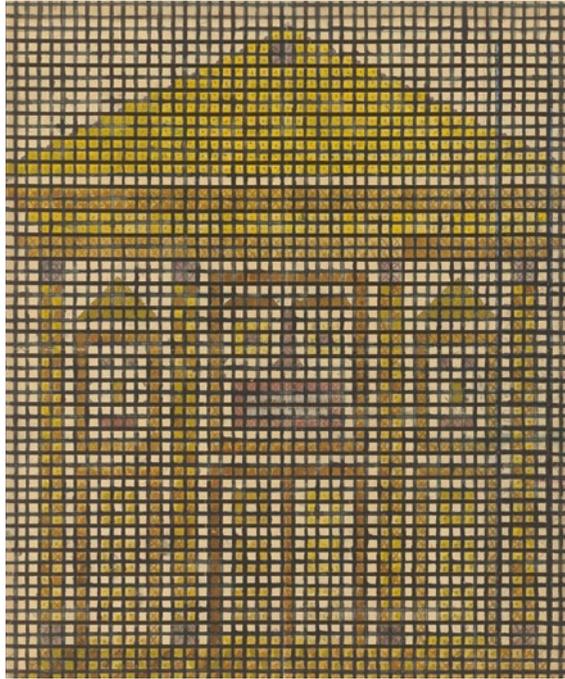


2b

Abbildung 3

Paul Goesch, Tempeltor (recto),
ohne Datum, Aquarell über Bleistift,
259 x 212 mm

© Hamburger Kunsthalle/bpk,
Foto: Christoph Irrgang



3

einer Krankheit, die sich normalerweise dem psychiatrischen Blick entzieht. Zudem verfolgen sie die Entwicklung eines diagnostischen Verfahrens, das Bilder als unmittelbaren Ausdruck des geistigen Innenlebens begreift. Die Entscheidung, ob es sich bei den Bildern um Kunst handelt oder nicht, war somit Bestandteil eines psychiatrischen Instrumentariums, mit dem die seelische Verfassung der Patienten beurteilt wurde – die künstlerische Qualität fungierte mithin als ein Gradmesser der Krankheit.

Eine kritische Perspektive auf dieses Vorgehen wirft im Fall Müller-Suurs jedoch Fragen auf. Der Psychiater bezieht sich auf Werke Goeschs, die, so wie die meisten seiner Arbeiten, nicht datiert sind. Es ist also schier unmöglich, die zeitliche Abfolge, die Müller-Suur rekonstruierte, und die darin von ihm erkannte Entwicklungslinie zu beweisen. Die organische Architekturvariation oder das Mosaikbild haben zudem große Ähnlichkeit mit den Werken in Goeschs vorpsychotischer Zeit und sind mit diesen in Zusammenhang zu sehen. Seit 1919 war Goesch in der Künstlervereinigung „Gläserne Kette“ aktiv, die sich einer neuen Art des Bauens verschrieben hatte und im Kreise derer er einige imaginäre Architekturfantasien publizierte. Auch in der Göttinger Anstalt lebte Goesch keineswegs abgekapselt, sondern las noch Kunstzeitschriften, verkaufte Bilder und war auf der „Großen Berliner Kunstausstellung“ 1929 mit eigenen Werken vertreten.

„Die künstlerische Qualität eines Werkes fungierte als Gradmesser der Krankheit.“

Wie kam es aber, dass für Müller-Suur das Hervortreten der Schizophrenie im Werk Goeschs so offensichtlich wirkte? Wie konnte der Psychiater dort eine Entwicklungslinie wahrnehmen? Eine Bedingung hierfür war die Annahme, dass es weniger der Künstler selbst als vielmehr die psychische Krankheit sei, die sich in den Bildern sichtbar mache – eine Krankheit, die den Patienten allmählich zersetze. Die Werke galten damit als unvermittelter Ausdruck schizophrener Denkens und Erlebens; und der rekonstruierte Verlauf der Krankheit des Kunst schaffenden Psychiatriepatienten drängte dessen Vorgeschichte als professioneller Künstler in den Hintergrund. Die Entwicklungen innerhalb des künstlerischen Œuvres, das Goesch während seines dreizehnjährigen Aufenthalts in Göttingen schuf, wurden somit vom psychiatrischen Blick lediglich als Spiegel des Krankheitsverlaufs betrachtet.

„Der Fall Paul Goesch verdeutlicht die Wechselwirkungen zwischen Psychiatrie und Kunstkritik in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts.“

Obwohl der angenommene Kunstwert von Goeschs Bildern für Müller-Suurs Einschätzung seines Werkes sehr wichtig war, beschäftigte sich der Psychiater mit der professionellen Biografie des Künstlers, wenn überhaupt, dann nur wenig. Letztlich war Müller-Suur stärker an überindividuellen Aspekten interessiert, die zur Erforschung der Krankheit und nicht des Künstlerindividuums beitragen sollten.

Gestaltungstrieb in Reinform

Auch Hans Prinzhorn suchte nach solch überindividuellen Kräften, sah sie jedoch nicht in der Krankheit verankert. Der Heidelberger Psychiater und Kunsthistoriker beschäftigte sich intensiv mit künstlerischen Werken, die in psychiatrischen Anstalten entstanden, und baute in den Nachkriegsjahren des Ersten Weltkrieges die nach ihm benannte „Sammlung Prinzhorn“ am Universitätsklinikum Heidelberg auf. Die Beziehung eines Schizophrenen zu seiner Umwelt gleiche der eines Autisten, so die Auffassung Prinzhorns, und sein erkranktes Ich agiere abgekoppelt von äußeren Einflüssen. In den Bildern von Psychiatriepatienten glaubte er daher, einen universellen Gestaltungstrieb in unbeeinflusster Reinform beobachten zu können, dessen psychologische Wurzeln er ausfindig zu machen suchte. Meinte Müller-Suur in der Kunst von Schizophrenen den unmittelbaren Ausdruck der Krankheit selbst zu finden, so hoffte Prinzhorn, in deren Werken den gesuchten universellen Gestaltungstrieb beobachten zu können.

Der Fall Goesch schien für Prinzhorn jedoch eine Ausnahme zu sein. Der Psychiater stand in direkter Verbindung zu dem Künstler: Im Jahr 1919 war er persönlich nach Schwetz in Ostpreußen gereist, wo er Goesch während eines Klinikaufenthaltes besuchte. Vermutlich traf er dabei auch eine Auswahl an Werken für einen Ankauf durch die Heidelberger Klinik. Allerdings erwähnt Prinzhorn die Werke Goeschs in seiner Schrift „Bilderei der Geisteskranken“ mit keinem Wort – wohl, weil Goesch für ihn zu sehr selbstbestimmter Künstler war: Dessen künstlerische Ausbildung stand Prinzhorns Erforschung einer überindividuellen und ursprünglichen Gestaltungskraft im Weg, von der er glaubte, dass sie durch zivilisatorische Entwicklung verschüttet werden könne. Ähnlich dachte der Künstler Alfred Kubin, dem Prinzhorn im Jahr 1920 neben anderen Patientenarbeiten einige Werke von Goesch zeigte. Kubins Urteil: „Dieser war der uninteressanteste von allen mit seiner geklügelten Auffassung und der unangenehm technischen ‚Ausbildung‘.“ Anders als für Müller-Suur war das Künstlerische für Prinzhorn kein Indikator der Krankheit, sondern es überdeckte nur dasjenige, was die Krankheit in den Bildern seiner Meinung nach erst freilegen sollte.

Krankheit als ein Korrektiv der Kunst

Die kunstkritische Expertise, die den Urteilen der Psychiater von Goesch teils zugrunde lag, stammte mitunter aus eben denjenigen Kreisen, in denen der Künstler selbst



ANNABEL RUCKDESCHEL hat Kunstgeschichte und Philosophie in Berlin und Heidelberg studiert. Sie war Studienstipendiatin am Deutschen Forum für Kunstgeschichte Paris und Hilfskraft am Kunsthistorischen Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Florenz. Ihre Abschlussarbeit an der Universität Heidelberg zum Thema „Die Schizophrenie im Bild. Paul Goesch aus der Sicht von Psychiatrie und Kunstkritik“ wurde mit dem Institutspreis prämiert.

Kontakt: an.ruckdeschel@googlemail.com

ART OR ILLNESS?

MIRRORS OF THE SOUL

HENRY KEAZOR & ANNABEL RUCKDESCHEL

In the history of art criticism and psychiatry, works of art are often regarded as mirrors that reflect the unique personality of their creator. This understanding dates back at least to the birth of modern art historiography in the Renaissance period. By the same token, art and illness are also closely intertwined: The physical and health conditions under which works of art come into being determine their evaluation. Artwork that is created under the influence of mental illness, in particular, raises a great deal of controversy: Are these works a direct expression of the artist's mental and emotional state or are they the result of a universal creative drive in its purest form? What some people see as the product of debilitating mental illness, others judge to be a work of great artistic value.

This conflict is exemplified by the case of Paul Goesch – an artist and architect who suffered from schizophrenia and left a complex opus of more than 2,000 works of art after his murder at the hands of the Nazis in 1940. Discussions of his paintings dating from the first half of the 20th century demonstrate the interconnection between psychiatry and art criticism. On the one hand, the mind and the mental illness played an important part in the criticism of Goesch's art: The mentally disturbed artist who has a special connection to the landscape of his mind represented an ideal of the artistic vanguard. On the other hand, the art criticism of the 1920s provided patterns of argumentation that became the basis for psychiatrists' conclusions regarding Goesch's state of mind. Thus it could happen that one group of critics did not doubt Goesch's status as an artist, while another group saw merely a manifestation of his illness, rather than artistic accomplishment, in his paintings. ●

PROF. DR HENRY KEAZOR was appointed to the Chair of Modern and Contemporary Art History at Heidelberg University in 2012. He previously held the Chair of Art History at Saarland University from 2008 to 2012. His research focuses on French and Italian painting of the 17th century, contemporary architecture, art forgery, music videos and the relationship between art and the media.

Contact: h.keazor@zegk.uni-heidelberg.de

ANNABEL RUCKDESCHEL studied art history and philosophy in Berlin and Heidelberg. She held a scholarship at the German Center for the History of Art in Paris, and an assistant position at the Florence Institute of Art History of the Max Planck Society. Her final paper at Heidelberg University, entitled 'Schizophrenia in images. Paul Goesch from the perspective of psychiatry and art criticism', won the Institute Award.

Contact: an.ruckdeschel@googlemail.com

“What some people saw as the product of debilitating mental illness, others judged to be a work of great artistic value.”

sein professionelles Leben gestaltet hatte. In seinen theoretischen Überlegungen über künstlerisches Arbeiten entwickelte Goesch dabei eine gegenüber den Positionen Müller-Suurs und Prinzorns dritte Sicht dazu, wie Kunst überindividuelle Kräfte freizulegen vermag. In dem Aufsatz „Allgemeine Kunstbetrachtungen“ von 1920 rät er den Künstlern zum methodischen Einsatz von Verzeichnungen, also zum Verzicht auf Korrekturen. Die gestalterischen Instinkte sollten nicht durch gelernte Regeln unterdrückt, sondern ausgelebt werden. Diese bewusst herbeigeführte Regelwidrigkeit sollte den Künstler dazu befähigen, das Unter- und Überbewusste seines Schaffensvermögens zu entdecken, und ihm einen neuen Zugang zum eigenen psychischen Inneren ermöglichen.

Kunst, und vor allem ihr ungeplanter Anteil, die Verzeichnung, war somit für Goesch eine Art Psychogramm, das das Leiden eines Künstlers zum Vorschein brachte. Ebenso wie Müller-Suur und Prinzhorn vertrat er die Vorstellung eines Künstlers, der sich seinen inneren Kräften hingibt und dessen Psyche sich im Bild sichtbar manifestiert. Während beide Psychiater jedoch mittels der Kunstbetrachtung das Psychische näher zu charakterisieren suchten, wollte Goesch durch die Hinwendung zum seelischen Inneren ungeahnte künstlerische Kräfte freilegen.

Goeschs theoretische Überlegungen können aber auch als die Strategie eines Künstlers gesehen werden, sich selbst zu positionieren. Goesch wandte die Methode des Verzeichnens in seiner eigenen künstlerischen Arbeit an und lotete so bewusst die Grenzen der konventionellen Kunst aus, um sie zu überschreiten. Tatsächlich griffen Kunstkritiker diese Gedanken auf und verorteten seine Werke im Spannungsfeld von Kunst und Nicht-Kunst: Sie wurden genau deshalb als Kunst wahrgenommen, weil sie die Grenzen konventioneller Arbeiten überschritten und damit ein Ideal der Avantgardekunst erfüllten. Goesch galt innerhalb der damaligen Kunstkritik aufgrund seiner Erkrankung als Außenseiter, als „exotisches Gewächs“, das aber gerade wegen seiner psychischen Leiden über eine besondere künstlerische Begabung verfüge. Der Bruch mit den Konventionen der Kunst und die Selbstinszenierung als psychisch Leidender war somit für Goesch auch eine künstlerische Taktik und genau kalkuliert.

Psychiatrie und Kunstkritik

Der Fall Goesch verdeutlicht die Wechselwirkungen zwischen Psychiatrie und Kunstkritik in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Einerseits spielten die Psyche und die psychische Krankheit in der Kunstkritik um Goesch eine wichtige Rolle: Der seelisch leidende Künstler, der über einen besonderen Zugang zum psychischen Inneren verfügte, erfüllte ein Ideal der Kunst-Avantgarde. Andererseits hielt die Kunstkritik in den 1920er-Jahren Argumentationsmuster bereit, die zur Grundlage des psychiatrischen Urteils

über Kunst und über Geisteskrankheit wurden. So war es möglich, dass Prinzhorn und Kubin Goeschs Status als Künstler nicht anzweifelten, während andere Autoren wie Müller-Suur weniger Goeschs künstlerische Leistung als vielmehr eine Manifestation der Krankheit in seinen Bildern sahen. ●

Museum Sammlung Prinzhorn

Auf der Suche nach authentischer Kunst entdeckte die „Moderne“ zu Beginn des 20. Jahrhunderts die „Kunst der Geisteskranken“. Der Heidelberger Arzt und Kunsthistoriker Hans Prinzhorn (1886–1933) baute in den Nachkriegsjahren des Ersten Weltkriegs an der Psychiatrischen Klinik Heidelberg eine einzigartige Sammlung von Werken auf, die zwischen 1840 und 1930 in psychiatrischen Anstalten vorwiegend aus dem deutschen Sprachraum entstanden. Sie stammen von Insassen, die damals die Diagnose „Dementia praecox“ oder „Schizophrenie“ erhielten.

Das Museum Sammlung Prinzhorn des Universitätsklinikums Heidelberg wurde 2001 eröffnet. Es zeigt die etwa 6.000 Werke umfassende historische Sammlung von Hans Prinzhorn, darunter Zeichnungen, Aquarelle, Ölgemälde, Texte, Notationen sowie textile Arbeiten und Holzskulpturen. Hinzu kommen rund 14.000 Objekte, die seit 1945 neu erworben wurden. Zeitgenössische Künstler reagieren auf die historischen Werke und antworten in wechselnden Ausstellungen auf die Themen aus der Psychiatrie.

2014 hat ein privater Spender dem Museum 339 Werke Paul Goeschs überlassen. Ein Teil der Werke wird in der für 2016 geplanten Paul-Goesch-Ausstellung zu sehen sein.

www.sammlung-prinzhorn.de

KRANKE

WELT

KRANKE WELT

WELT DER KRANKEN

CHRISTOF WEIAND

Die Pest erweist sich in der Literatur als großes Narrativ. Von Giovanni Boccaccio über Alessandro Manzoni bis hin zu Albert Camus ist der Schwarze Tod die Herausforderung des Menschlichen schlechthin. Unter den Bedingungen der Epidemie zerfällt die Zivilisation, herrschen Tod und Teufel – und das Erzählen blüht auf: als kultivierte Form der Quarantäne.



PROF. DR. CHRISTOF WEIAND ist seit 2000 Professor für romanische Literaturwissenschaft an der Universität Heidelberg. Zuvor forschte und lehrte er sechs Jahre am Institut für Romanische Philologie der Universität Würzburg. Sein besonderes Interesse gilt den kleinen Formen der Literatur: dem Gedicht, der Kurzgeschichte sowie dem Einakter. Seine Gastprofessur im Jahr 2011 an der Universität Rom III widmete sich der Moderne und ihrer ästhetischen Bedingtheit, insbesondere dem Roman „La Coscienza di Zeno“ von Italo Svevo.

Kontakt: christof.weiand@rose.uni-heidelberg.de

B

Blutrot gefärbt treten die sieben Lettern grell hervor. Wie ein Stilett schwebt der Buchstabe „R“ über der unten liegenden Stadt. „Inferno“ – das liest sich wie eine Drohung. Ganz Florenz duckt sich weg in das Rund eines gigantischen Chronometers ohne Zeiger. Das Zifferblatt trägt verblässende Zahlen, rätselhafte Chiffren in römisch-arabischer Kombination. Hier liegt eine Katastrophe in der Luft. Oder findet sie soeben statt?

In Dan Browns Thriller Inferno (2013), dessen Buchhülle alle Aufmerksamkeit auf sich zieht, kehrt Dantes infernalische Welt in das Florenz des 21. Jahrhunderts zurück. Bertrand Zobrist, virtuoser Biochemiker und gewiefter Dante-Fan – auch ein wenig melancholisch –, hat ein Virus entwickelt, das die Weltbevölkerung drastisch dezimieren und das dringlichste globale Problem lösen soll: die Überbevölkerung. Zobrist hat seiner Biowaffe in Verehrung für sein Idol Dante den Namen „Inferno“ gegeben. Die Aktivierung von „Inferno“ aber muss, so will es der Thriller,

unbedingt verhindert werden. Den Job erledigen soll Robert Langdon, Dan Browns erfolgreicher Serienheld. Wie immer drängt die Zeit. Nur noch vierundzwanzig Stunden trennen die Welt von der Katastrophe.

Ist dieser Zobrist ein kranker Irrer oder ein Heil bringender Visionär? In einem Bekenner-Video taucht er als Schatten auf – als „the shade“ – und er trägt eine Maske, die ihn wie einen Pestdoktor des Mittelalters aussehen lässt. Die schauerliche Verkleidung hat System. Der Schwarze Tod hatte „die menschliche Herde effektiv ausgedünnt“, notiert Dan Brown. Sein skrupelloser Agent des Bösen, Bertrand Zobrist, ist sich sicher: „Die Pest war das Beste, was Europa passieren konnte.“ Dass es nach ihr die Hochkultur der Renaissance gab, ist ihm Beweis genug für seine wahnwitzigen Thesen. Zobrist reflektiert damit Gedankenkonstrukte des amerikanischen Transhumanismus, der am Ende des 20. Jahrhunderts aufkam. Demgemäß sollen nur Wenige den Globus bevölkern. Weniger ist mehr, ideenreicher, genialer und es schont Ressourcen. Künstlich erzeugte Epidemien sollen nun neue Fakten schaffen.

Die Ethik des Mitleids

Zobrists blanker Zynismus steht in krassem Widerspruch zur Ethik des Mitleids, die sich mit dem Werk des italienischen Schriftstellers und Humanisten Giovanni Boccaccio (1313-1375) Geltung verschafft hat. Seine Novellensammlung „Decameron“ spielt im Florenz der Pest des Jahres 1348. Jeder ist vom Tod bedroht und sich selbst der Nächste. Eltern kennen, um die eigene Haut zu retten, ihre Kinder nicht mehr. Es gibt eben kein Mitleid. In dieser Situation wollen einige junge Leute herausfinden, „welches Ende der Himmel für dieses Unglück bestimmt hat“. In einem Palast, „inmitten von Wiesen und phantasiereichen Gärten“ vor Florenz gelegen, finden sie Zuflucht und verbringen die Zeit mit dem perfekt geordneten Erzählen von einhundert Geschichten. Je zehn an zehn Tagen, das meint der Titel „Decameron“, Zehntagewerk. Als „Poesie nach der Pest“ wird das Werk heute gelesen. Es ist ein wichtiger Beleg für die heilsame Krise des Mittelalters in Hinsicht auf Krankheit und Gesundheit.

Seinem großen Werk stellt Giovanni Boccaccio die Maxime voran: „Umana cosa è aver compassione degli afflitti“ („Menschlich ist es, Mitleid zu haben mit den Bedrängten“). Diesen Leitgedanken illustrieren seine Novellen, die oft um das Thema Krank oder Gesund kreisen – allen voran die erste des ersten Tages. Sie erzählt von Ser Cepparello, einst ein mit allen Wassern gewaschener toskanischer Händler und Erzschorke, der im Alter erkrankt. Die herbeigerufenen „medici“ wissen sich keinen Rat. Daher soll ein Mönch ihm die Beichte abnehmen. Cepparello beichtet und beichtet. Das Sündenregister ist endlos lang. Jede nur denkbare Missetat hat er in seinem Leben begangen. Seine oft stockenden Worte werden immer wieder von

„Die Pest, der Tod der vielen, zeigt in der Literatur allegorisch die Schwächen des Menschen als Gesellschaftswesen.“

heißen Tränen begleitet. Der Beichtvater, selbst von Mitleid heftig ergriffen, ist immer wieder dem Weinen nahe. Was er da hört, ist ihm noch nie begegnet. Keine einzige der Sünden kann er indes als sündhaft erkennen. Spricht da nicht in Wirklichkeit ein Heiliger, der der Vergebung nicht bedarf? Und so kommt es, dass Cepparello nach seinem Tod tatsächlich im Ruf der Heiligkeit steht. Besonders die Bedrängten pilgern zu seinem Grab, suchen Trost und Heilung.

In einer anderen Novelle fällt Rinaldo d'Esti unter die Räuber und rettet sich, seiner Habe beraubt und nur noch dürftigst bekleidet, bei Schneefall unter das Vordach seines Hauses, Krankheit und Tod vor Augen. Aber Fortuna hat ihn dazu ausersehen, bei der Herrin des Hauses gastfreundliche Aufnahme zu finden. Für Rinaldo gibt es bald ein warmes Bad, prächtige Gewänder, kräftigende Speisen. Unerklärlich plötzlich führt sein Weg ins Leben zurück – „da morte a vita“. Gesund und munter kehrt er am nächsten Tag nach Hause zurück.

Die berühmteste Novelle des „Decameron“ ist die Falkennovelle. Sie handelt von Giovanna und Federigo, die in ihrer Jugend Liebende waren. Dann heiratete Giovanna einen anderen Mann. Federigo wurde Einzelgänger. Die Novelle erzählt, wie Giovannas Gatte erkrankt und stirbt. Irgendwann lernt ihr Sohn jenen Federigo und seinen Falken kennen. Diesen Raubvogel, kunstvoll zur Jagd erzogen, muss der junge Mann unbedingt besitzen. Über dem innigen Wunsch – ein ergiebiges Rätsel für die Literaturkritik –, wird der Jüngling selber krank. Und so steht Giovanna als Bittstellerin vor Federigo. Nichts hat er seinem engelgleichen Gast zu bieten. Keine Speise, keinen Trank. Aber ist da nicht noch der Falke? Schon ist er geschlachtet und aufgetischt. Erst dann hört Federigo Giovannas Bitte. Verkehrte böse Welt. Federigo kann nicht anders, er bricht in Tränen aus.

Wahrscheinlich sind es genau diese demütigen Tränen, die den überraschenden Wendepunkt der Novelle herbeiführen. Giovanna – ihr Sohn ist seiner rätselhaften Krankheit zum Opfer gefallen – wird gegen den Willen ihrer Brüder Federigo heiraten und diese Wahl voller Esprit zu rechtfertigen wissen. Aus den Verwicklungen von Krankheit und Tod geht, wie im Märchen, das glückliche Ende von Gesundheit und Leben hervor.

Giovanni Boccaccios Novellenzyklus wurde rasch in ganz Europa das literarische Modell in Zeiten von Krankheit, Epidemie und der Not aller. Nachahmung fand es unter anderem in den um 1380 entstandenen „Canterbury Tales“ von Geoffrey Chaucer (um 1343-1400). Dessen Pilger sind unterwegs zum Grab des heiligen Thomas Becket, wo sie fromm für den Beistand danken, „whan that they were seke“ – für die Zeit, als sie krank waren.

Und um 1540 schreibt Marguerite de Navarre (1492–1549) ihr verblüffendes Werk „Heptaméron“. Dessen zweiundsiebzig Novellen spielen in einem Heilbad der Pyrenäen, das von Kranken aufgesucht wird, die, von ihren Ärzten aufgegeben, nach Heilung suchen. Die Botschaft Marguerites ist klar: Zwar fällt die Gesundheit den Menschen wundersam vom Himmel zu, aber sie will mit irdischen Mitteln erhalten oder wiedergewonnen sein. Dazu ist vertrauensvoll menschliches Zusammenwirken vonnöten, die Sorge um sich selbst und um den anderen.

Allegorie der Pest

Diese Ethik des Mitgefühls gilt auch in der Welt des berühmten Romans von Albert Camus (1913–1960), „La Peste“ aus dem Jahr 1947. Zuerst sind die Ratten befallen, dann der Mensch. Die Pest verwandelt Oran, die blühende Stadt am Meer, in eine Stadt der Toten, eine „nécropole“. Jeder Bewohner ist plötzlich ein Gefangener, „prisonnier“. Zur Durchsetzung der Quarantäne werden die Stadttore geschlossen. Wie bei Boccaccio zerfallen auch bei Camus die Strukturen der Menschlichkeit. Die verlässliche „aide du voisin“, die Hilfe unter Nachbarn, gibt es nicht mehr. Die einen sehen in der Pest die Geisel Gottes („fléau“) zur Bestrafung einer sündigen Stadt, die Anderen, wie der Arzt Rieux, kämpfen entschlossen gegen den Schwarzen Tod an. Camus setzt für diesen Heroismus das Wort „lutter“ (kämpfen) ein.

Die Pest kommt mit einem Herbstregen, und sie geht, wie sie gekommen war, „comme elle était venue“, im Verlauf eines gewaltigen Wettersturzes. Oran, seine Bewohner, das Leben selbst atmet auf. Möglich wird dies durch kollektiv geübte „tendresse humaine“, durch menschliche Zärtlichkeit, Camus' emphatischer Begriff für die erneuerte „conditio humana“ nach dem Zweiten Weltkrieg.

Camus' Roman wird von der Kritik als Allegorie Frankreichs unter deutscher Okkupation gelesen. Die Pest kommt nicht einfach von oben, sie ist kein Gottesgericht. Provokativ bezeichnet Albert Camus, der Dichter des Absurden in der Moderne, seinen literarischen Helden als Heiligen ohne Gott, als „saint sans Dieu“.

Ein Jahrhundert zuvor ...

Von einer Welt ohne Gott konnte bei dem italienischen Schriftsteller Alessandro Manzoni (1785–1873) noch keine Rede sein. Das Böse und Gott, die Theodizee, das ist das große Thema seines Romans „Promessi Sposi“ („Die Verlobten“) von 1828. Seine Protagonisten möchten heiraten. Der Tag der Hochzeit steht bevor, und schon nimmt das Unglück seinen Lauf. Ein Libertin der spanisch-habsburgischen Oberschicht, die als Fremdherrschaft Italien dominiert und kujoniert, hat sein lüsternes Auge auf die Braut geworfen. Dieser Don Rodrigo verhindert gewaltsam die Trauung, stellt den beiden Unglücklichen nach, treibt

sie auseinander, lässt sie endlos verfolgen. Bis er selber zum Opfer wird. Opfer der Pest, die Mailand fest im Griff hat. Wie sich die Bilder gleichen. Wie bei Camus sind die Infizierten unversehens zu Gefangenen, zu „prigionieri“, geworden. Hilfe für den Nächsten, „aiuto del prossimo“, ist ein Fremdwort. Die Gemüter sind verwildert („insalvaticiti“), jedes Pietätsgefühl („cura di pietà“) ist erloschen. Hier aber der große Unterschied: Camus' Solidarität von Mensch zu Mensch ist bei Manzoni, ein Jahrhundert zuvor, nur als wechselseitige Relation zwischen Gott und Mensch denkbar. Für den Roman bedeutet das: In einem Mailänder Lazarett trifft Renzo, der Verlobte, schließlich auf seinen größten Widersacher, Rodrigo, der jetzt als Pestkranker im Sterben liegt. Renzos geistlicher Mentor, Pater Cristoforo, besteht auf Vergebung. Er appelliert an das Gewissen, an „perdono“, „compassione“, „amore“. Was Camus „tendresse“ nennen wird, setzt sich in der Welt Manzonis zusammen aus Mitleid und Nächstenliebe, gemäß der Zehn Gebote. Und auf Mailand fällt der große Regen, der die Pest endlich wegspült.

„Ich werde mehr
als acht Arzneien und
zwölf Klistiere
brauchen, um all
dies wieder in Ordnung
zu bringen.“

Argan in Molières
„Der eingebildete Kranke“

Krankheit als Konstruktion

Die Pest, der Tod der vielen, zeigt in der Literatur allegorisch die Schwächen des Menschen als Gesellschaftswesen. Es überrascht daher nicht, dass schon in Platons Entwurf des idealen Staats – der um 380 vor Christus entstandenen „Politeia“ – von der wachsenden Zahl kunstgeübter Ärzte und Richter die Rede ist, die nichts Gutes für das Gemeinwesen verheißt. Besonders kritisch sieht Platon den Aspekt „übermäßiger Sorgfalt für den Körper des je Einzelnen, denn sie bringt es mit sich, dass man immer glaubt, krank zu sein, und nie aufhört, Not zu haben mit dem Leibe“.

Das liest sich wie das Programm zu der 1673 entstandenen Komödie „Le malade imaginaire“ – „Der eingebildete Kranke“ – des französischen Dramatikers Molière (1622–1673). Argan, der unglückselige Protagonist, gibt ein Vermögen aus für Visiten, Arzneien und Kuren, nach denen es seinen Körper verlangt. Unablässig denkt er an Krankheit und Rezept. Das Gesundwerden – oder ist es das Kranksein? – wird zum Selbstzweck. Argans Tochter soll sogar einen Arzt heiraten. So hat es der Vater verfügt, und seine Tochter „sollte entzückt sein, das zu nehmen, was für die Gesundheit ihres Vaters [„la santé de son père“] von Nutzen ist“. Als Argans Machtwort auf Widerstand stößt, regt sich seine hypochondrische Natur: „Ich werde mehr als acht Arzneien und zwölf Klistiere brauchen, um all dies wieder in Ordnung zu bringen [„pour réparer tout ceci“].“ Alle wissen es, ihm fehlt gar nichts.

Die vernünftig denkende Zofe bringt es auf den Punkt: „Er läuft, schläft, isst und trinkt, ganz wie die anderen, was aber nicht hindert [„cela n'empêche pas“], dass er sehr krank ist [„fort malade“].“ Diese Toinette ist es auch, die Argan dazu bringt, sich spaßeshalber tot zu stellen. Das Spiel im Spiel verändert alles. Alle, besonders Argans Frau, wollen von seinem Tod profitieren. Und so beginnt Argan, der Realitätsblinde, die Welt anders wahrzunehmen. Er lässt sich nunmehr sogar gesagt sein, er leide an der „maladie des médecins“, der „Ärztkrankheit“. Das gibt ihm nun doch zu denken. Seiner Tochter erlaubt er, den Liebsten ihrer eigenen Wahl zu heiraten, vorausgesetzt, er wird Arzt. Ein heiteres Zwischenspiel, bei dem „ein Mann unter Reden, Gesang und Tanz in den Doktorstand erhoben wird“, beschließt wirkungsvoll das Stück.

Molières Komödie ist ideengeschichtlich ein signifikanter Wendepunkt in der Diskussion des Pathologischen. In dieser Perspektive geht es nämlich nicht mehr darum, zu wissen ob, wie und wofür die Menschheit durch Krankheiten bestraft wird. Molière zeigt seinem Jahrhundert und der Welt, dass Gesund und Krank Kategorien der Psyche sind, die jedermann jederzeit zum Patienten machen können. So gesehen nimmt Molières Stück den modernen psychologischen Roman vorweg, für den hier „La Coscienza di

„So geschieht das psychologische Wunder der Selbst- heilung, sorgfältig beobachtet und zum Roman erhoben von Italo Svevo.“

Zeno“ (1923) des Triester Autors Italo Svevo (1861–1928) als Beispiel steht.

Krankheit als Kategorie der Psyche

„La Coscienza di Zeno“ („Zenos Gewissen“) erzählt die Geschichte der Suche von Zeno Cosini nach sich selbst. Fast alles ist in seinem Leben schiefgegangen. Die letzte Geste seines sterbenden Vaters ist eine Ohrfeige für den Sohn. Schier endlos lange versucht er, sich das Rauchen abzugewöhnen. Vergeblich. Als er sich verliebt hat, will es seine Zerstreutheit, dass er sich der Schwester seiner Angebeteten erklärt – und diese sogar heiratet. Ein Glücksfall, wie der Rückblick auf sein Leben zeigen wird.

Zeno, der sich von allen verlacht glaubt, erlebt, wie sein Körper unerbittlich reagiert. Plötzliche Schmerzen durchziehen und peinigen ihn in den seltsamsten Augenblicken. Beruflich geht es nicht voran. Auch die Liebe kränkelt. Schließlich steht seine Ehe vor dem Scheitern. Woran das wohl liegt? Cosini kann es nicht sagen, eilt zwischen Geliebter und Ehefrau hin und her, sucht zuletzt psychoanalytischen Rat. Irgendwann gibt es einen Wendepunkt.

THE AILING WORLD

THE WORLD OF THE SICK

CHRISTOF WEIAND

The plague has proven to be a great narrative in literature. From Giovanni Boccaccio to Alessandro Manzoni and Albert Camus, the Black Death is the ultimate challenge to the human spirit. In the wake of the epidemic, civilisation breaks down, opening the door to death and devastation. Yet the plague also brings about a flowering of narration as a sophisticated form of quarantine. The work of Molière in the 17th century marks a change in the literary attitude towards illness and health: The genre of the modern psychological novel is born.

The plague as a great narrative is modelled on Decameron, Giovanni Boccaccio's collection of novellas set in 1348 Florence. In the midst of a world in chaos, we witness the birth of culture – as comfort, as a pastime, as an aesthetic world in contrast with the omnipresent illness and death. This is also the theme of *The Plague* by Albert Camus, though the author introduces the ethics of solidarity as an additional meaningful element. A significant turning point in the discussion of illness is reached with Molière's comedy *The Imaginary Invalid*, in which the protagonist keeps everyone around him on the run through his imagined illness. It is no longer important to know if, how and why humankind is punished with illness. Rather, Molière shows to his century and the world that illness and health are states of mind that can treacherously turn anyone into a patient at any time.

This idea is also illustrated by Italo Svevo's *Zeno's Conscience*, the modern psychological novel par excellence. Svevo tells the story of Zeno Cosini, who overcomes his affliction through a journey of self-discovery. In discovering 'bontà', the empathic kindness toward the self and the world, he accomplishes the psychological miracle of self-healing. One thing is certain: The twin terms of healthy and ill become tangible in literature as an urgently needed change of thinking. And as our journey back to ourselves. ●

PROF. DR CHRISTOF WEIAND joined the staff of Heidelberg University in 2000 as professor of Romance literature. From 1994 to 2000, he held a teaching and research position at the University of Würzburg's Institute of Romance Studies. Prof. Weiland is particularly interested in the literary genres of the poem, the short story and the one-act play. His stay as visiting professor at the University of Rome III in 2011 was dedicated to modernity and its aesthetic determinants, and especially to the novel *La Coscienza di Zeno* (Zeno's Conscience) by Italo Svevo.

Contact: christof.weiland@
rose.uni-heidelberg.de

“In literature, the plague – the death of many – is an allegorical illustration of the weakness of humans as social creatures.”

Zeno bemerkt, dass die Suche nach Sinn, das Schielen auf das Glück der anderen, keinen Sinn macht. Denn der Sinn ist schon immer da, anwesend im Selbst, das seinerseits angenommen sein will. Das aber vermag nur die „bontà“ zu leisten, die einfühlsame Güte gegenüber sich und der Welt. Zeno hat sie entdeckt und er liebt sie.

So geschieht das psychologische Wunder der Selbstheilung, sorgfältig beobachtet und zum Roman erhoben von Italo Svevo. Sein Konzept der „bontà“ befähigt dazu, der eigenen Wahrheit, insbesondere der verstörenden, liebevoll zu begegnen. Zeno lernt, die sich bizarr kreuzenden Linien seines Lebens als überraschend amüsante Selbstbestätigung zu entziffern. Sogar die Krankheit, die es wahrscheinlich nie gab, gehört zu ihm, macht ihn zu dem, was er nun einmal ist. Auf diese Weise rechtfertigt er sein Dasein und quittiert es mit einem weisen Lächeln. Von den drängenden Obsessionen befreit, sieht er sich jetzt als „uomo del tutto

nuovo“, als ganz und gar neuer Mensch, dessen Bewusstsein, das Gesunde und das Kranke weniger antithetisch zu denken, gerade erst anfängt.

Der Held in Italo Svevos Roman „Zenos Gewissen“ könnte ein Urenkel der egomanen Figur aus Molières „Der eingebildete Kranke“ sein. Eines machen diese beiden Werke deutlich: In der Literatur wird der Doppelbegriff „Gesund und Krank“ erfahrbar als dringlich gebotener Aufbruch des Denkens - und als Rückkehr des Ich zu sich selbst. ●

**„Molière zeigt, dass
Gesund und Krank
Kategorien der Psyche sind,
die jedermann jederzeit
heimtückisch zum Patienten
machen können.“**

BENEATH

THE

SURFACE

BENEATH THE SURFACE

WHAT DO PEOPLE REALLY DO WHEN THEY ARE ILL?

WILLIAM S. SAX

What is health? What is disease? What does a normal person do when he or she is ill? How does it feel to live in a human body? Many people – and even some scientists – believe that the answers to these questions are obvious, and universal. However the Medical Anthropologists at Heidelberg’s South Asia Institute scratch beneath the surface to reveal ideas about health and disease that can vary greatly between times and cultures.

A

A generally accepted view is that diseases have natural causes and consequences, and are therefore not affected in any fundamental way by culture and history – and that because human bodies are essentially similar everywhere, there can only be one way to “inhabit” them. But our research shows that this is not so.

“We need to pay attention to cultural and historical contexts and discover how, why and where people seek help when they become ill.”

By investigating topics ranging from medical traditions in the subcontinent to developments in global health, we shed light on health and wellbeing in diverse social and cultural contexts. Our work clarifies how perceptions of the self and body influence human experience, and highlights the importance of history and culture in how we experience health and illness. In order to adequately understand both, we need to pay attention to cultural and historical contexts and discover how, why and where people seek help when they become ill.

Anthropology is focused on human beings in their particular contexts: cultures, languages, living environments, histories and more. One central aspect of anthropology is its scientific method – participant observation – which requires us to spend long periods living with the people in the cultures we are studying, immersing ourselves in their worlds, often for years at a time. We speak their languages, share their food and daily routines, and engage with their local environments. We feel that through such methods, we gain a much deeper understanding than is possible through the formal and artificial methods – such as questionnaires, statistical data and laboratory experiments – typical of the other social sciences.

We aim to understand what people really do in respect of health and illness, and not what they say they do or what doctors and scientists – reflecting on a particular theory, development paradigm, therapeutic regime or experimental design – think they should do. Our research often results in the discovery of cultural logics, situated rationalities and forms of experience that differ strikingly from the normative models of Euro-American culture and from “common sense” ideas about health and illness. Through our work, we discover new and often unexpected ways of thinking about how culture and history influence conceptions of health and illness. The following case studies illustrate the diversity of our research.

Globalisation in action

One example is PhD student Christoph Cyranski’s research on the booming business of Ayurvedic health tourism in Kerala, South India, which is supported by Heidelberg University’s Cluster of Excellence “Asia and Europe in a Global Context”. Health resorts based on the ancient Indian medical system of Ayurveda have become a magnet for tourists from the West, and Cyranski was interested in investigating whether this influx of tourists affected the way Ayurveda was practiced.

Cyranski found that Ayurvedic practice in such resorts does indeed differ significantly from the Ayurveda practiced in hospitals visited by Indians. The majority of health tourists visiting these resorts are Germans, most of whom bring culturally specific notions of “the Kur” to India, along with complaints of stress. Medical scientists in Europe and

America often assume that stress is universal and that it merely goes by different names in different cultures. But medical anthropologists’ research suggests that the cultural and historical factors influencing how we understand and experience “stress” are so significant that it makes little sense to speak of a single kind of “stress” existing universally, although such an approach is typical of most studies of “stress”. Although “stress” does not appear in the Ayurvedic doctors’ own medical texts, Cyranski found that Indian doctors adapted Ayurvedic treatments to “Western” conceptualisations of stress; for example, the idea that it is exacerbated by fast-paced industrial lifestyles.

Exchange Processes between Asia and Europe

The Cluster of Excellence “Asia and Europe in a Global Context” is an interdisciplinary network of researchers at Heidelberg University. About 200 scholars examine the processes of exchange between cultures, societies and states ranging from migration and trade to the formation of concepts and institutions. A central question is in which dynamics the transcultural processes between and within Asia and Europe develop. These complex historical relationships are of great relevance for the global transformations of our time.

The Cluster’s more than 80 research projects are organised in four Research Areas: “Governance & Administration”, “Public Spheres”, “Knowledge Systems”, and “Historicities & Heritage”. Some projects span over more than one area. To foster the academic exchange and to deepen the expertise, five tenured Cluster professorships in Buddhist Studies, Cultural Economic History, Global Art History, Intellectual History, and Visual and Media Anthropology have been established. In addition, two Start-up Professorships and four Junior Research Groups have been set up. For the education and support of young scholars, the Cluster offers an English-language M.A. in Transcultural Studies as well as a Graduate Programme for Transcultural Studies. In total, about 100 PhD students are pursuing their doctorate at the Cluster.

The Cluster was founded in 2007 and extended in 2012 as part of the Excellence Initiative by the German state and its federal governments. In 2017, it will be merged into the permanent Heidelberg Centre for Transcultural Studies. The Cluster is located at the Karl Jaspers Centre for Advanced Transcultural Studies in Heidelberg, Germany, and has a branch office in New Delhi, India. Among its international partners are Chicago University, Oslo University, Zurich University, Jawaharlal Nehru University, and Kyoto University.

www.asia-europe.uni-heidelberg.de

His research – which showed how quickly local doctors were able to adapt their treatments to Western ideas about and experiences of stress – highlights the kinds of synergy that we sometimes observe in the field when patients and physicians from different cultural backgrounds are brought together through processes of globalisation.

Vital spots

Our studies of South Indian medicine help us understand the links between knowledge transmission, martial practices and religious healing. Roman Sieler, an Assistant Professor at the South Asia Institute, conducted one of the first anthropological studies of the South Indian tradition of Siddha Medicine, which involves bone-setting and other forms of manual medicine. Sieler, who was supported by the German Academic Exchange Service (DAAD) and by the Graduate Academy of Heidelberg University, focused on a Siddha-based treatment called *Varmakkalai* – which uses techniques based on a theory of “vital spots” distributed throughout the body. These vital spots are particularly vulnerable loci of the body, injury to which can lead to serious life-threatening effects, but which are also utilised for therapeutic interventions. In this regard, vital spots are strikingly similar to the acupuncture and acupressure points of Chinese medical traditions. Before learning how to use these vital spots for healing, students of *Varmakkalai* must first understand how they can be used to do harm by learning the martial arts associated with the tradition.

Most vital spots figure prominently on the training ground for martial practices as well as inside the dispensary. Both therapeutic and martial aspects are closely related, since injuries incurred in the training ground are addressed in the dispensary. Anatomical insights gained by practitioners in one setting may be constructively applied in the other. Both the physical and the mental skills of students and practitioners combine to form a kind of psychosomatic intuition: the medical and martial efficacy of practitioners.

Thus, the tradition of Siddha medicine involves martial arts as well as massage, bone-setting and other techniques – all of which were mastered by Dr Sieler during his years of study under a South Indian exponent of the tradition. Based on his research and apprenticeship with a practitioner, Sieler’s work emphasises the importance of apprenticeship learning for such practices and throws new light on the study of secrecy. Practitioners protect their knowledge, but they also “perform” this secrecy, since secrecy only fulfills its function when it is publicly known that a secret is being kept. The transmission of the tradition from teacher to student contains tacit, non-verbal knowledge and can be seen as a “moral economy”. In the course of instruction, it is not only “facts” that are communicated, but also moral obligations, ethical conduct and tacit, bodily knowledge. Like the merging of martial and medical aspects, the moral

and the physical facets of vital spot practice both exemplify and explain its esoteric, secretive nature.

Even though Siddha physicians are regularly denounced as lay practitioners, or even quacks, by other medical professionals and by the press, patients often prefer their manual techniques to orthopaedic surgeons and hospitals. This is not only because their fees are lower, but also because of individual practitioners’ good reputations, which may be related to successful therapeutic practice, often spanning several generations, or to a renowned physician’s personal skills. Sieler is currently planning a new research project on the production and proliferation of the pharmaceutical products of Siddha Medicine, both in India and abroad. Many Siddha medicinal products contain mercury or similar poisonous or dangerous ingredients and are therefore subject to ever stricter national and international monitoring, even as they are increasingly advertised and distributed. Such a study will be important for understanding the growing impact and importance of traditional medicines in the global market as well as the ways in which they change and adapt to modern conditions.

Injustices in global health

Our research also sheds light on issues of global equality and fairness. Sheela Saravanan (formerly a postdoctoral fellow at Heidelberg University’s Cluster of Excellence “Asia and Europe in a Global Context”, currently a researcher in Göttingen) found that global injustice in the process of commercial surrogacy, where women are employed to bear the babies of infertile couples, is often found in India. Surrogacy is cheaper in India than in Europe and North America, surrogate mothers have fewer legal rights, they receive a smaller share of the surrogacy fees and they lack insurance as well as legal support. Dr Saravanan’s study revealed that surrogate mothers in India nearly always come from impoverished backgrounds and that, in order to avoid falling deeper into poverty, they engage in surrogacy contracts that are unjust.

Being confined to surrogate homes means women are denied participation in public life so that they cannot achieve their educational, occupational and social aspirations, and that they are treated as means to an end. In return for money, they put their social, psychological and physical health at risk. Saravanan also found that mothers were forcibly confined to these surrogate homes (dormitories where the women are expected to live away from their families during the surrogacy process), were not given copies of their contracts, were subjected to unnecessary medical interventions, not provided with medical insurance and expected to tend to the children without any psychological counselling. After reviewing the international surrogacy human rights situation, she concluded that at the global level, such injustices in transnational commercial surrogacy practices

“There is a great deal of evidence suggesting that ritual healing has positive effects on people’s health, but it doesn’t get much attention.”

in developing countries require an international declaration of women and child rights in third-party reproduction. The 10th World Conference of Bioethics, Medical Ethics and Health Law, which took place in January 2015 in Jerusalem and was organised by the UNESCO Chair of Bioethics, included a panel session on "Ethics and Regulation of Inter-Country Medically Assisted Reproduction", in which Saravanan participated, and where drafts of such a declaration were proposed. A follow-up of this initial meeting has been planned for Innsbruck in May 2015, with the aim of developing a human rights convention for "International Medical Assisted Reproduction" to reduce global injustices in practices involving medically assisted reproduction.

Of Science and Culture

In her research on in vitro fertilisation (IVF) hospitals in Delhi, PhD student Sandra Bärnreuther focused not only on how patients use and experience new reproductive technologies, but also on how medical practices are culturally and socially shaped and how these technologies themselves have important impacts on ideas about family, kinship, nature and life itself in India. With support by Heidelberg University's

Cluster of Excellence "Asia and Europe in a Global Context", she found that the growing number of IVF clinics in urban India, along with the normalisation of reproductive technologies – for example, through their use by Bollywood stars – have contributed to the de-stigmatisation of "artificial" reproduction, and that this in turn has important effects on the decision-making processes of infertile couples.

Influenced by Science and Technology Studies – an academic approach associated with such figures as the French philosopher Bruno Latour, the Dutch ethnographer Annemarie Mol and the North American biologist Donna Haraway – Bärnreuther's research illustrates that "Science" and "Culture" should not be thought of as exclusive realms, but should rather be seen as mutually giving rise to each other. Thus IVF is not simply a technical process that can be employed in different places. Rather, it is practiced, used and experienced differently in different parts of the world. What IVF "is" varies according to its context. The statement of an embryologist in Delhi, whom Sandra Bärnreuther met during her research, provides a good example: "Embryology means providing bodies for souls," he explained, thereby illustrating how controversial issues that are raised in Europe or the US regarding the use of reproductive technologies, such as the status of human embryos, are understood and discussed quite differently in India.

Of culture and religion

Since I took up the Chair of Anthropology at the South Asia Institute in 2000, my work – supported by the German Research Foundation (DFG), the interdisciplinary Collaborative Research Centre "Ritual Dynamics" and Heidelberg University's Cluster of Excellence "Asia and Europe in a Global Context" – has focused on religious and ritual healing. My interest was awakened when I began studying the religious practices of the lowest castes – the so-called "untouchables" – in the 1990s. I discovered that many of their religious practices had to do with healing and wrote a book – *God of Justice: social justice and ritual healing in the Central Himalayas* – which explored the relationship between religious healing and social justice amongst low-caste people living in the Himalayas of North India. Drawing on the words, experiences and practices of this marginalised group, I argued that many of the problems that lead people to seek religious healing can be traced back to stressful personal relationships, and that their healing rituals "work" by bringing the quarrelling parties together and encouraging them to cooperate in tasks involving larger groups such as families and villages.

Such "ritual healing" is not just limited to Asia, but is also widely practiced in Europe – even though Europeans tend to keep such practices a secret. Once again it is a matter of what people really do, and not necessarily of what they say they do. But even though religious healing is widely

“The way medicine is practiced differs significantly between countries as closely connected as Germany and France – to say nothing of India or China.”

UNTER DER OBERFLÄCHE

WAS MACHEN MENSCHEN, WENN SIE KRANK SIND?

WILLIAM S. SAX

Medizinethnologen vom Heidelberger Südasien-Institut untersuchen, wie Kultur und Geschichte unser Verständnis von Gesundheit und Krankheit beeinflussen. Indem sie mit den Menschen in den Kontexten und Kulturen zusammenleben, die sie beforschen, wollen die Wissenschaftler ein tieferes Verständnis dafür entwickeln, wie wir uns verhalten, wenn wir krank sind. Ihr breites Spektrum an Forschungsthemen reicht von der Siddha-Medizin über kommerzielle Leihmutterschaft und In-vitro-Fertilisation bis hin zum religiösen und rituellen Heilen. Damit werfen ihre Arbeiten wichtige Fragen zu Gleichberechtigung, Gerechtigkeit, Stigmatisierung, Politik und Globalisierungsprozessen sowohl in der modernen Medizin wie auch in traditionellen Arten des Heilens auf.

Am Beispiel verschiedener Fallstudien verdeutlichen die Heidelberger Forscher, wie die Wahrnehmung des Körpers und des Selbst die menschliche Erfahrung beeinflussen und wie wichtig Kultur und Geschichte für das Verständnis der Frage sind, wo, warum und wie Menschen Hilfe suchen, wenn sie krank werden. Die Arbeit der Wissenschaftler stellt dabei ein Paradoxon heraus: So stehen die Studien der modernen Medizin mit der verbreiteten Annahme eines universalen menschlichen Subjekts den Untersuchungen der sogenannten „Medical Humanities“ gegenüber, nach denen sich die Konzepte von Gesundheit und Heilmethoden zwischen den Kulturen und im Lauf der Zeit signifikant unterscheiden. ●

PROF. DR. WILLIAM S. SAX hat an der Banaras Hindu University, der University of Wisconsin, der University of Washington in Seattle und der University of Chicago studiert, wo er 1987 auch in der Ethnologie promoviert wurde. Von 1987 bis 1989 war er als Ethnologie-Dozent an der Harvard University tätig und erhielt ein Postdoc-Stipendium der Harvard Academy. Im Anschluss lehrte er elf Jahre lang Hinduismus am Department of Philosophy and Religious Studies der University of Canterbury in Christchurch, Neuseeland. Im Jahr 2000 übernahm er den Lehrstuhl für Ethnologie am Südasiens-Institut in Heidelberg. Seine zahlreichen Veröffentlichungen umfassen die Themen Pilgerschaft, Gender, Theater, Ästhetik, rituelles Heilen und Medizinethnologie.

Kontakt: william.sax@urz.uni-heidelberg.de

**„Wir müssen untersuchen,
was Menschen machen,
wenn sie krank sind –
und nicht, was sie behaupten
zu machen oder was Ärzte
und Wissenschaftler meinen,
dass sie machen sollten.“**

practiced throughout the world, there is little understanding of it amongst health authorities and scientists, who manifest what I have called “structural blindness” to its existence. “Structural blindness” refers to an inability to see certain things, in this case, an inability to even acknowledge the existence of ritual healing, although its use is very widespread. This inability is caused by the structures of funding and governance under which research is conducted, and sometimes also by the epistemological structures that inform research paradigms.

There is a great deal of evidence suggesting that ritual healing has positive effects on people’s health, but it doesn’t get much attention. This is partly because some of it is associated with research into the “placebo effect” which, although fascinating, offers little chance of profit for pharmaceutical companies. Large-scale trials of religious and ritual healing have almost never been pursued, although I am trying to develop such a study together with colleagues in the field of psychiatric epidemiology. Further evidence for the efficacy of ritual healing is anecdotal, collected by fieldworkers like myself in natural situations rather than artificial (experimental) ones. But because it is situational and not replicable, most evidence of this kind fails to pass current tests for “evidence-based medicine”.

The trail of the footpath pharmacists

Some of my other research involves the study of so-called “footpath pharmacists” – street-side vendors of herbal medicine. Throughout Bangladesh, North India and Pakistan, one sees their tents at well-travelled roadside crossings. They sell a wide variety of medications, especially for sexual problems. My work showed that many of these herbalists belong to a community of nomads that extends over the entire Indian subcontinent, and beyond. Yet despite the size and reach of this network and the great popularity of the medical services it offers, the authorities in South Asia are “structurally blind” to its existence. I suspect that these nomads are related to the Sinti-Roma and hope one day to conduct research into their history, customs and medical knowledge.

My current research focuses on healing practices amongst Muslims in Europe, especially in the United Kingdom. A new and dynamic movement amongst young, educated Muslims, called “Prophetic Medicine”, is particularly intriguing because it shows how Islam continues to change and adapt to modern conditions. “Prophetic Medicine” combines herbal medicine and Koranic recitation with “wet cupping” or bloodletting, and advocates claim that it can be directly traced to the Holy Koran and the words of the Prophet. My research has involved studies of communities in places as far-flung as Birmingham and Manchester, Tunis, the slums of Pune and the holy shrine of Ajmer Sharif in Rajasthan, where I stayed for some time with a Sufi



PROF. DR WILLIAM S. SAX studied at Banaras Hindu University, the University of Wisconsin, the University of Washington (Seattle) and the University of Chicago, where he earned his PhD in Anthropology in 1987. From 1987 to 1989 he was lecturer in Anthropology at Harvard University and post-doctoral fellow in the Harvard Academy. After that he taught Hinduism in the Department of Philosophy and Religious Studies at the University of Canterbury in Christchurch, New Zealand, for eleven years. In 2000 he took up the Chair of Anthropology at the South Asia Institute in Heidelberg. He has published extensively on pilgrimage, gender, theatre, aesthetics, ritual healing and medical anthropology.

Contact: william.sax@urz.uni-heidelberg.de

healer. Here, too, the power of globalisation – and especially of the Internet – is evident, since both of these contribute greatly to the rapid spread of this movement.

Context-based research

In all of these traditions and cultures we see a kind of paradox. On the one hand, modern theories of medicine tend to assume a universal human subject and a set of diseases and remedies that is overwhelmingly based on biology and has little to do with culture and history. On the other hand, historians of medicine, medical anthropologists and others involved in what the Americans call the “Medical Humanities” have shown time and again that ideas of health, practices of healing, and the experience of living in a human body, vary tremendously from culture to culture and over time. The way medicine is practiced differs significantly between countries as closely connected as Germany and France – to say nothing of India or China. And this is as true of modern medicine as it is for the more traditional forms of healing on which I focus.

In other words, universal theories of health and illness are very strongly modified by the cultural and historical contexts in which they are applied. In order to adequately understand health and illness, we need to pay attention to these contexts. We need to investigate what people actually do when they are ill. ●

KRANK SEIN

UND

GESUND WERDEN

KRANK SEIN UND GESUND WERDEN

EIN MEHRDIMENSIONALER PROZESS

WOLFGANG HERZOG

Wenn ein Mensch erkrankt, ist das nicht allein auf biologische Ursachen zurückzuführen. Auch psychologische und soziale Faktoren sind beteiligt. Von dieser Mehrdimensionalität von Krankheit – und Gesundheit – geht das „biopsychosoziale Modell“ der Psychosomatik aus, das erstmals Mitte der 1970er-Jahre beschrieben wurde. Heute stimmen alle medizinischen Disziplinen weitgehend darüber überein, dass sich jede Krankheit derart entwickelt. Eine offene Frage aber ist, inwieweit diese Erkenntnis im Einzelfall bei der Diagnose und der Therapie zu berücksichtigen ist.

P

Psychosomatische Krankheiten und psychische Störungen gehen mit großen Leiden einher und schränken die Lebensqualität der Betroffenen erheblich ein. Als zweithäufigster Grund für Krankschreibungen und als häufigster Grund für Frühberentungen verursachen sie darüber hinaus erhebliche gesellschaftliche Folgekosten. Es ist deshalb von großer diagnostischer, therapeutischer und gesellschaftlicher Bedeutung, psychosomatische Störungen besser zu verstehen und im individuellen Krankheitsfall häufiger zu berücksichtigen. Das erfordert einen mehrdimensionalen Krankheitsbegriff.

Der amerikanische Psychiater George Engel entwickelte Mitte der 1970er-Jahre in der Psychosomatik ein „biopsychosoziales Modell“, wonach Kranksein und Gesundwerden immer beschrieben werden müssen als ein Zusammenspiel biologischer, psychologischer und sozialer Faktoren. Heute stimmen die Wissenschaftler aller medizinischen Fachdisziplinen weitgehend darin überein, dass sich jede Krankheit im Sinne dieses biopsychosozialen Modells entwickelt. In Bezug auf einzelne Krankheitsbilder oder individuelle Patientenschicksale stellt sich jedoch die Frage, in welchem Ausmaß biologische, psychologische und soziale Dimensionen zu Krankheit

und Gesundung beitragen und wie dies in der Diagnose und Therapie berücksichtigt werden kann und soll.

Wie häufig sind psychosomatische Störungen?

Um einen Anhalt dafür zu finden, wie häufig klinisch relevante psychosomatische Störungen sind, haben Wissenschaftler der Heidelberger Klinik für Allgemeine Innere Medizin und Psychosomatik eine repräsentative Stichprobe erhoben und mehr als 3.000 Menschen im Alter von 57 bis 84 Jahren untersucht. Dazu verwendeten wir das sogenannte Intermed-Interview. Es erlaubt, das Ausmaß biologischer, psychologischer und sozialer Probleme systematisch auf drei Achsen zu erfassen. Unser besonderes Interesse galt komplexen Gesundheitsstörungen – also solchen, die auf Probleme auf mehreren Achsen gleichzeitig zurückzuführen sind. Derart vielschichtige biopsychosoziale Probleme fanden wir bei acht Prozent der von uns untersuchten Personen. Bei ihnen war die physische und psychische Lebensqualität deutlich vermindert, und sie litten häufiger unter Depressivität und Angst. Darüber hinaus verursachte ihre medizinische Versorgung mehr als doppelt so hohe Kosten wie die Versorgung der Referenzgruppe.

Die weiteren Auswertungen zeigten einen aufschlussreichen Zusammenhang: Nicht die bloße Anzahl von Erkrankungen war für die genannten Effekte verantwortlich – schließlich litt weit über die Hälfte der 3.000 untersuchten Personen an mehreren Krankheiten gleichzeitig. Zu dem schlechten Gesamtzustand der Patienten führte vielmehr die zeitgleiche Beeinträchtigung auf mehreren Achsen und deren Wechselwirkung. Unsere Untersuchung kann damit auch als Argument für eine integrierte Gesundheitsversorgung herangezogen werden – eine Gesundheitsversorgung, die sich an der gesamten Funktionsfähigkeit des Patienten orientiert und nicht nur an einzelnen Krankheitsbildern und Diagnosen.

Auch eine Untersuchung von über 500 Patienten, die stationär in die Heidelberger Medizinische Universitätsklinik aufgenommen worden waren, erbrachte interessante Ergebnisse. Mehr als ein Drittel dieser Patienten erfüllte die Kriterien einer psychischen oder psychosomatischen Störung im Sinne der „ICD-Diagnose“, des internationalen Klassifikationssystems der Weltgesundheitsorganisation. Bei 23 Prozent der Erkrankten handelte es sich bei der psychosomatischen Diagnose um eine Nebendiagnose, die nicht unmittelbar behandlungsbedürftig war. Bei vier Prozent war die psychosomatische Diagnose die Hauptdiagnose, bei acht Prozent lag neben einer primär körperlichen Erkrankung gleichzeitig eine psychosomatische Störung vor, beispielsweise eine entgleiste Zuckerkrankheit in Kombination mit einer Depression oder eine Herzkrankheit in Kombination mit Angstsymptomen. Diese beiden Patientengruppen konnten nur dann erfolgreich therapiert werden, wenn auch die psychosomatischen Symptome behandelt wurden. Die Betroffenen mit der psychosomatischen Störung als Hauptdiagnose wurden dabei durchschnittlich acht Tage länger stationär versorgt; die Patienten, bei denen eine psychosomatische Störung und eine körperliche Erkrankung vorlagen, blieben durchschnittlich drei Tage länger in der Klinik.

Vom Allgemeinen zum Besonderen – drei Schicksale

Die nachfolgenden Patientengeschichten sollen exemplarisch verdeutlichen, in welchen Varianten psychosomatische Probleme auftreten können.

Krebserkrankung in der Schwangerschaft

Frau L. ist 35 Jahre alt und hat zwei gesunde Kinder, eine fünfjährige Tochter und einen dreijährigen Sohn. Jetzt ist sie wieder schwanger. Bei einer Routineuntersuchung werden ausgedehnte Lebermetastasen eines nicht bekannten Primärtumors diagnostiziert. Dies führt zum Kaiserschnitt und zur Entbindung einer gesunden Tochter in der 32. Schwangerschaftswoche. Die Erkrankung der Mutter ist nicht heilbar. Sie erhält eine palliative Chemotherapie auf einer onkologischen Station. Ihr Allgemeinbefinden verschlechtert sich rasch.

Neben der psychoonkologischen Einzeltherapie findet eine familienzentrierte Beratung statt. Verzweifelt fragt die Patientin: „Was soll ich tun, mein drei Jahre alter Sohn will mich nicht mehr anfassen?“ Es zeigt sich, dass der Junge Angst hat, der schwerstkranken Mutter wehzutun, wenn er sie berührt. Die Mutter wird daraufhin von der Beraterin ermutigt, dem Jungen zu sagen, wo und wie er sie anfassen kann, ohne fürchten zu müssen, ihr wehzutun. Auf den Schoß nehmen kann Frau L. ihr Kind nicht, weil ihr das zu große Schmerzen bereitet. Aber der Junge kann ihr die Hände, den Kopf und den Arm streicheln.

Während der ganzen Zeit bleibt die Beraterin mit der Familie in Kontakt, klärt den aktuellen Betreuungsbedarf des Jungen und überlegt zusammen mit der Patientin und ihrem Ehemann, wie unterstützende Personen helfen können. Das Beratungsangebot bestand auch nach dem Tod der Mutter weiter fort und wurde von der Familie genutzt.

Herzrhythmusstörungen und Angstanfälle

Herr K., 69 Jahre alt, verwitwet, ehemaliger Tanzlehrer, leidet an Herzrhythmusstörungen auf der Grundlage einer Herzmuskelschwäche, die durch einen implantierten Defibrillator erfolgreich behandelt werden. Das Gerät kann

**„Kranksein
und Gesundwerden
müssen immer
beschrieben werden als
ein Zusammenspiel
biologischer,
psychologischer und
sozialer Faktoren.“**

gefährliche Rhythmusstörungen erkennen und durch Stromstöße beenden. Herr K. hatte mehrere solche Entladungen als sehr schmerzhaft erlebt und in der Folge Angstanfälle bekommen. Zuletzt haben sich die Anfälle für den Patienten unerträglich gesteigert. Schon bei leichter körperlicher Belastung kam es zu einer schnellen Atmung und Hyperventilationsanfällen. Herr K. entwickelte eine „Angst vor der Angst“. Die Auskunft der Kardiologen, dass das Herz während dieser Anfälle keine Rhythmusstörungen aufweist, beruhigte den Patienten nicht. Er zog sich zunehmend zurück, nahm mehrere Kilogramm ab und wirkte sehr niedergeschlagen.

Herr K. lebt mit seinen erwachsenen Töchtern und dem Partner einer Tochter in einem Haus. Seine Frau verstarb vor fünf Jahren an einer Tumorerkrankung; zuvor hatte er sie zwei Jahre lang gepflegt. Eine eigene frühere Tumorerkrankung hat Herr K. selbst gut überstanden. Seine Angst steigerte sich vor allem dann, wenn die Töchter das Haus verließen; eine der Töchter hatte immer „Anwesenheitspflicht“. In die psychosomatische Klinik wurde Herr K. aus einer Klinik der näheren Umgebung verlegt, weil er „nicht entlassen werden könne“: Am Tag nach der Entlassung musste er vom Notarzt mehrfach erneut eingeliefert werden.

Die mehrwöchige stationäre psychosomatische Behandlung sicherte die Diagnose einer generalisierten Angststörung. Sie erlaubte zudem eine Optimierung der Antiarrhythmika-Medikation und die Umstellung der suchtauslösenden Tranquilizer-Medikation auf langfristig verträgliche Antidepressiva. Die Ressourcen und das Selbstbewusstsein des Patienten konnten gestärkt werden, beispielsweise durch sein Angebot, auf der Station Tanzunterricht zu geben. Ein begleitetes Training erweiterte den Radius des Patienten, in dem er sich angstfrei bewegen konnte. Es erfolgten mehrere Familiengespräche mit den Töchtern, wobei es für diese wichtig war, ihre Ambivalenzen zur früheren „Anwesenheitspflicht“ äußern zu können. Sie wurden in das Autonomie-Training von Herrn K. einbezogen.

Magersüchtige in familiären Loyalitätskonflikten

An einem Freitagnachmittag im Herbst kommt Frau R., eine 18-jährige bleich aussehende junge Frau, in die psychosomatische Ambulanz. Ihr Hausarzt hat sie am Morgen mit Verdacht auf Magersucht dringlich zur stationären Aufnahme angemeldet: Schon während der Sommerferien, berichtet der Hausarzt, habe er die Entwicklung von Frau R. mit größter Sorge beobachtet und die Aufnahme in eine Klinik bereits vor Wochen empfohlen. Die Patientin aber habe eine Überweisung vehement abgelehnt. Jetzt könne er das nicht weiter verantworten – die 1,75 Meter große Frau habe noch mehr abgenommen, wiege nur noch 39 Kilogramm und sei nicht stabil. In der psychosomatischen Ambulanz wirkt Frau R. passiv, verstimmt und abweisend; sie schaut auf den Boden und meidet Augenkontakt. Ihre

„Die Gesundheitsversorgung sollte sich an der gesamten Funktionsfähigkeit des Patienten orientieren und nicht nur an einzelnen Krankheitsbildern und Diagnosen.“

Mutter, die sie begleitet, führt das Gespräch und bedauert das späte Kommen. Frau R. selbst wird erst aktiv, als sie vor die Wahl gestellt wird, das Gespräch alleine oder gemeinsam mit der Mutter führen zu wollen. „Nein“, antwortet sie. Die Mutter solle nicht dabei sein.

Frau R. macht „Schulstress“ für ihre Gewichtsabnahme verantwortlich, sie sei seit zwei Jahren in einem Internat. Sie sagt, dass sie Angst habe, durchzudrehen: „Ich möchte mich hinlegen und trotzdem aufstehen – ich fühle mich ganz zerrissen.“ Im weiteren Gespräch zeigt sich eine starke Ambivalenz auf der Beziehungsebene: Unmittelbar vor der Gewichtsabnahme war es zu einer ersten Beziehung mit einem drei Jahre älteren Mann gekommen – gleichzeitig identifiziert sich Frau R. aber mit der Mutter und unterstützt sie in aktuellen familiären Konflikten.

Frau R. ist in der Geschwisterreihe die Dritte, sie hat zwei ältere und einen jüngeren Bruder. In der Auseinandersetzung der Mutter mit den „Schwiegereltern“ – Frau R. benutzt diesen Ausdruck identifikatorisch mit der Mutter, gemeint sind die Eltern väterlicherseits, also ihre Großeltern – stellt sie sich auf die Seite der Mutter. Der Vater ist früh gestorben, und die Mutter hat ihre vier Kinder unter schwierigen Bedingungen weitgehend alleine großgezogen. Als auslösenden Konflikt sehen wir den Wunsch von Frau R., eine eigene Beziehung zu haben und sich von der Mutter und der Ursprungsfamilie lösen zu wollen. Gleichzeitig aber besteht eine große Loyalität zur Mutter, die sie als Einzige unterstütze. Diese Beziehung will sie unbedingt aufrechterhalten.

Wie die Fallbeispiele zu interpretieren sind

Im Sinne der eingangs geschilderten Untersuchungen weisen die Patientinnen und Patienten der drei beschriebenen Fallbeispiele eine psychosomatische Diagnose auf und zeigen komplexe biopsychosoziale Probleme, bei denen alle drei Dimensionen – biologische, psychologische und soziale Faktoren – einen Beitrag zum spezifischen Leiden leisten. Die Entstehung und Entstehungsgeschichte dieser Komplexitäten ist jedoch unterschiedlich, und entsprechend unterscheiden sich die Zugänge zur Behandlung.

Die erste Patientengeschichte (Krebserkrankung in der Schwangerschaft) wird in ihrem Verlauf stark dominiert von einer rasch voranschreitenden körperlichen Krankheit, deren Erkennung und Behandlung hervorragende Kenntnisse der biologischen Faktoren als Grundlage ärztlichen Handelns erfordern. Die Wucht der rasch zum Tode führenden körperlichen Krankheit bestimmt das Geschehen. Psychosomatische Kenntnisse und Haltungen sind für die Prognose zunächst sekundär, wir würden sie in solchen Fällen als allgemeine ärztliche Fähigkeiten des „guten Arztes“ erhoffen und erwarten. Alle Therapiemethoden der Medizin erfordern – gleich welcher Art die Behandlung

ist – immer eine aufmerksame und individuelle ärztliche Begleitung: Wie kommt diese einzelne Patientin, dieser einzelne Patient mit dieser Diagnose, diesen Behandlungsmaßnahmen und dieser veränderten Situation zurecht?

„Personalisierte Medizin“ muss auch und gerade angesichts der schlechten Prognose von Frau L. die Person ernst nehmen. Die konkreten Fragen lauten: Wie kann eine Frau, die eben noch ein vitales Wachsen ihrer Familie erhoffte, damit umgehen, dass sie bald sterben wird, dass sogar ihr Junge sich von ihr zurückzieht? Wie kann Frau L. in ihrer Not begleitet und im Umgang mit der schicksalhaften Erkrankung unterstützt werden? Welche Hilfen brauchen die anderen Familienmitglieder in der akuten Situation und über den Tod von Frau L. hinaus? Es sei hier auch auf die weniger dramatischen, aber heute häufigeren chronischen somatischen Krankheiten verwiesen, die zwangsläufig einen dauerhaften Umgang mit Krankheit, die Entwicklung von Bewältigungsmechanismen und letztlich einer neuen Identität erfordern. Meist gelingen diese psychosozialen Anpassungsprozesse in kreativer Weise. Psychosomatische Konsultationen werden angefordert, wenn eine Diskrepanz zwischen den körperlichen Befunden, dem Krankheitserleben und dem Umgang mit der Krankheit besteht. Ein gleich ausgeprägter körperlicher Befund kann bei verschiedenen Personen zu völlig unterschiedlichem Krankheitserleben führen. Diesen psychosomatischen Aspekt kennt und berücksichtigt jeder „gute Arzt“.

Die zweite Fallgeschichte (Herzpatient mit Angstanfällen) ist anfänglich weniger eindeutig. Auch Herr K. hat eine prognostisch ernste körperliche Erkrankung: Er leidet an

„Ein gleich ausgeprägter körperlicher Befund kann bei verschiedenen Personen zu völlig unterschiedlichem Krankheits-erleben führen.“

einer lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörung bei vorgeschädigtem Herzen. Die Erkrankung war mit der Implantation des Defibrillators hinreichend behandelt. Die Not des Patienten hatte andere Ursprünge: Die körperlich schmerzhaften Nebenwirkungen der Entladungen des Defibrillators trafen einen Menschen, der psychisch den Tod seiner Ehefrau zwar bewältigen, nicht aber betrauern konnte. Darüber hinaus hatte Herr K. akut die bevorstehenden Hochzeiten seiner Töchter und den damit zu erwartenden Auszug seiner Kinder zu antizipieren und zu gestalten. Das Erkennen der Probleme, die ein Patient hat,

erfordert Zeit und Geduld sowie Kompetenzen auf der somatischen, der psychischen und der sozialen Ebene. Auch die Behandlungsmethoden erfordern Kompetenzen auf allen drei Dimensionen. Neben dem internistischen Wissen sind Psychotherapie und Familientherapie die Methoden der Wahl. Nicht selten kommen ambulante Behandlungen nicht zustande oder sie sind nicht hinreichend, sodass eine vielschichtige Behandlung durch multiprofessionelle Teams sinnvoll wird. Bei jedem einzelnen Patienten geht es darum, zu rekonstruieren, wie somatische sowie biographisch entwickelte psychische und soziale Faktoren beim Entstehen der Symptome zusammenwirken.

Die dritte Fallgeschichte (Patientin mit Magersucht) ist ein Beispiel für eine psychosomatische Krankheit im engeren Sinne, bei der psychosoziale Faktoren am Beginn der Erkrankung stehen und ernste körperliche Befunde – hier ein lebensbedrohlich niedriges Gewicht – als Folge auftreten können. Eine Vulnerabilität, eine Verletzbarkeit, wird in der biographisch bedingten erschwerten Autonomie-Entwicklung der Patientin gesehen. Sie führt in der Pubertät zur Krise. In dieser Lebensphase gelingt es den Patienten nicht oder nur erschwert, aus der Familie herauszutreten, eigene Wege zu gehen, Beziehungen zu Gleichaltrigen zu entwickeln und alte Loyalitäten zurückzustellen. Damit einhergehende Konflikte werden abgemildert, wenn durch den Hungerzustand physiologisch die emotionale Schwingungsfähigkeit abgemildert wird. Der „Sinn“ der Gewichtsabnahme liegt dann darin, Konflikte, die als unlösbar erlebt werden, abzumildern. Zudem kann Schlanksein in einer Welt eher adipöser Menschen als besondere Fähigkeit und als bestärkend erlebt werden. Zur Voraussetzung einer dauerhaften Besserung wird damit neben der symptomatischen Verbesserung – also der Gewichtszunahme – psychotherapeutisch ein besserer Umgang mit den Konflikten während der Autonomieentwicklung, die am Beginn der Erkrankung standen. ●



PROF. DR. WOLFGANG HERZOG wurde nach dem Studium der Physik und Medizin von der Universität Göttingen in Medizinischer Soziologie promoviert. Im Jahr 1998 folgte er einem Ruf der Universität Heidelberg, seit 2004 ist er Ärztlicher Direktor der Klinik für Allgemeine Innere Medizin und Psychosomatik. Er war Geschäftsführender Ärztlicher Direktor sowohl der Medizinischen Klinik als auch des Zentrums für Psychosoziale Medizin der Universität. 2014 wurde Wolfgang Herzog zum Dekan der Medizinischen Fakultät Heidelberg ernannt. Darüber hinaus ist er Sprecher der ständigen Konferenz der leitenden Fachvertreter für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie. Seine Forschungsschwerpunkte sind Ess-Störungen, funktionelle Störungen und psychosomatische Erkrankungen bei körperlichen Erkrankungen.

Kontakt: wolfgang.herzog@med.uni-heidelberg.de

BEING ILL AND GETTING WELL

A MULTIDIMENSIONAL PROCESS

WOLFGANG HERZOG

When we fall ill, the reason for the deterioration of our health is not just to be found in our biology – psychological and social factors are involved as well. This multidimensionality of sickness, and health, is at the root of the ‘biopsychosocial model’ of psychosomatic medicine that was first described in the mid-1970s. Today, all medical disciplines basically agree that every illness or disease undergoes a development in this sense. What we do not know is to what extent this insight should be considered in the diagnosis and therapy of individual cases.

To get an idea of the frequency of clinically relevant psychosomatic disorders, scientists of Heidelberg University Hospital began by examining a representative cohort of more than 3,000 elderly people. Eight percent had complex health problems with a somatic, psychological and social dimension. Consequences included poor quality of life and high scores of depression and anxiety. Health care costs were more than twice as high compared to a reference group. An examination of more than 500 inpatients at Heidelberg University Hospital also furnished interesting results. More than one-third of these patients fulfilled the criteria of a psychological or psychosomatic disorder.

Next, we discuss three exemplary case histories of a pregnant patient with cancer, a patient with heart failure, implantable cardioverter defibrillator and anxiety disorder and a patient with anorexia nervosa. All patients have complex biopsychosocial health care needs. But these patients represent different types of aetiologies with primarily somatic, mixed, and primarily psychosomatic starting points. As falling ill and getting well are complex biopsychosocial processes, patients could benefit from reliable judgements of physicians and health care workers in that field. ●

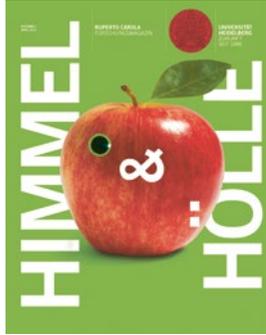
PROF. DR WOLFGANG HERZOG studied physics and medicine and earned his PhD in medical sociology at the University of Göttingen. In 1998 he accepted a chair at Heidelberg University and in 2004 became medical director of the Department of General Internal and Psychosomatic Medicine. He served as executive medical director of both the Department of Internal Medicine and the Center for Psychosocial Medicine of the university. In 2014 Wolfgang Herzog was appointed Dean of the Medical Faculty Heidelberg. He is also the speaker of a permanent conference of leading representatives of psychosomatic medicine and psychotherapy. His particular research interests include eating disorders, functional disorders and psychosomatic disorders accompanying physical illness.

Contact: wolfgang.herzog@
med.uni-heidelberg.de

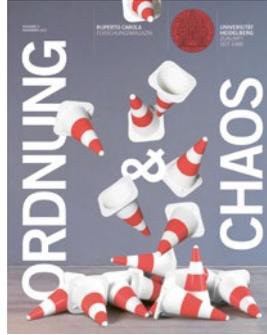
“Being ill and getting well must always be described in terms of a combination of biological, psychological and social factors.”



ALT & JUNG
AUSGABE 1
OKTOBER 2012



HIMMEL & HÖLLE
AUSGABE 2
APRIL 2013



ORDNUNG & CHAOS
AUSGABE 3
NOVEMBER 2013



KRIEG & FRIEDEN
AUSGABE 4
MAI 2014



DRAUSSEN & DRINNEN
AUSGABE 5
NOVEMBER 2014



GESUND & KRANK
AUSGABE 6
JUNI 2015