

AUSGABE 19
FEBRUAR 2022

RUPERTO CAROLA
FORSCHUNGSMAGAZIN



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386





KAPITEL

EXPERTEN IM GESPRÄCH
VON DER DYNAMIK DER SYSTEME
AN DEN GRENZEN DES BEKANNTEN
IM GESPRÄCH MIT ANNA WIENHARD & JONAS GRETHLEIN

6

THEOLOGIE
AM ANFANG SCHUF GOTT ZEIT UND RAUM
ORDNUNGSKATEGORIEN IM BIBLISCHEN SCHÖPFUNGSBERICHT
JAN CHRISTIAN GERTZ

16

KLASSISCHE ARCHÄOLOGIE
OSZILLIERENDES PENDEL
ZWISCHEN BLÜTE UND BEDEUTUNGSLOSIGKEIT
DIAMANTIS PANAGIOTOPOULOS

24

SPÄTMITTELALTERLICHE GESCHICHTE
AUF ABSTAND ZUSAMMEN
DAS MITTELALTER ALS MODELL
ROMEDIO SCHMITZ-ESSER

32

KAPITEL

GEOINFORMATIK
UNTER BEOBACHTUNG
UMWELTMODELLE IN 4D
BERNHARD HÖFLE

42

HUMAN GEOGRAPHY
TRANSNATIONAL SPACES
THE MIGRANT EXPERIENCE ACROSS THE AMERICAS
SOLEDAD ÁLVAREZ VELASCO

50

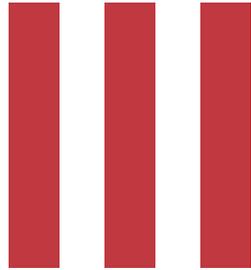
INTERDISZIPLINÄRE UMWELTFORSCHUNG
KREATIVE KRISEN
BRÜCHE UND ÜBERGÄNGE
FRIEDERIKE REENTS, TANJA GRANZOW & JACQUELINE LORENZEN

60

WIRTSCHAFTS- UND SOZIALGEOGRAPHIE
DAS GLOBALE DORF
DIE GEOGRAPHIE DER WELTWIRTSCHAFT
JOHANNES GLÜCKLER

70

KAPITEL



BIOCHEMIE
**SCHALTER AN, SCHALTER AUS
DIE PROZESSE DES LEBENS STEUERN**
MICHAEL BRUNNER & WALTER NICKEL

80

THEORETISCHE INFORMATIK
**DIGITALE PROBLEMLÖSER
SCHNELLE ALGORITHMEN UND IHRE GRENZEN**
FELIX JOOS

88

THEORETISCHE PHYSIK
**DIE GEOMETRISCHE DREIHEIT
NEUER BLICK AUF DIE RELATIVITÄTSTHEORIE**
LAVINIA HEISENBERG

96

ASTRONOMIE
**PLANETARE NACHBARN
AUF DER SUCHE NACH EINER ZWEITEN ERDE**
ANDREAS QUIRRENBACH

104

IMPRESSUM

113

KAPITEL



KULTURELLES ERBE
**STREITWERT KULTURERBE
AUS DEM SPEICHER- INS FUNKTIONSGEDÄCHTNIS**
THOMAS SCHMITT

116

SOCIOLOGY
**STRANGERS ACROSS THE AGES
THE MUSLIM OTHER IN EUROPE**
ELISABETH BECKER

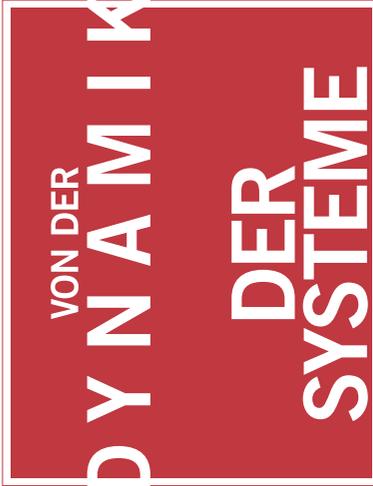
126

PSYCHIATRISCHE EPIDEMIOLOGIE
**RISIKOMODELLE
WANN UND WO ERKRANKT DIE PSYCHE?**
SIEGFRIED WEYERER

134

SPORTWISSENSCHAFT
**IN ZEITLUPE
MENSCH UND TECHNIK IM SPORT**
LISA-MARIE SCHÜTZ & HENNING PLESSNER

144



EXPERTEN IM GESPRÄCH
VON DER DYNAMIK DER SYSTEME
AN DEN GRENZEN DES BEKANNTEN
IM GESPRÄCH MIT ANNA WIENHARD & JONAS GRETHLEIN

6



THEOLOGIE
AM ANFANG SCHUF GOTT ZEIT UND RAUM
ORDNUNGSKATEGORIEN IM
BIBLISCHEN SCHÖPFUNGSBERICHT
JAN CHRISTIAN GERTZ

16



KLASSISCHE ARCHÄOLOGIE
OSZILLIERENDES PENDEL
ZWISCHEN BLÜTE UND BEDEUTUNGSLOSIGKEIT
DIAMANTIS PANAGIOTOPOULOS

24



SPÄTMITTELALTERLICHE GESCHICHTE
AUF ABSTAND ZUSAMMEN
DAS MITTELALTER ALS MODELL
ROMEDIO SCHMITZ-ESSER

32

KAPITEL



VON DER

DYNAMIK

DER
SYSTEME

VON DER DYNAMIK DER SYSTEME

AN DEN GRENZEN DES BEKANNTEN

IM GESPRÄCH MIT ANNA WIENHARD & JONAS GRETHLEIN

Die Mathematikerin Anna Wienhard und der Altertumswissenschaftler Jonas Grethlein sprechen über Raum und Zeit als eng miteinander verbundene Kategorien, über das unterschiedliche Verständnis von Geometrie und Geschichte(n) in Antike und Gegenwart und über die Frage, ob es etwas geben kann, das Zeit und Raum überdauert.

W

Was kommt Ihnen spontan zum Begriffspaar „Raum & Zeit“ in den Sinn?

Prof. Wienhard: Da ich aus der Geometrie komme, denke ich bei „Raum“ zuerst an euklidische und nichteuklidische Räume – ein Thema, mit dem ich der Öffentlichkeit gerne erkläre, was ich als Mathematikerin erforsche. Die Eigenschaften des Raumes, wie wir ihn kennen, gehen zurück auf den griechischen Mathematiker Euklid, der wahrscheinlich im dritten Jahrhundert vor Christus lebte und der die Geometrie bis in das 19. Jahrhundert hinein geprägt hat. Mit dem euklidischen Raum beschäftigt sich auch die Schulmathematik – ein Paradebeispiel für die Geometrien oder Räume, die wir uns anschauen, sind aber nicht nur euklidische, sondern auch sogenannte nicht-euklidische Räume wie der hyperbolische Raum, dessen Entdeckung im 19. Jahrhundert eine Revolution auslöste.

Euklid hat fünf Axiome festgelegt, darunter das Parallelenaxiom, das besagt, dass es zu jeder Geraden und jedem nicht auf dieser Geraden liegenden Punkt genau eine parallele Gerade gibt, die durch diesen Punkt geht. Über Jahr-

hunderte fragten Mathematiker: Ist dieses Axiom unabhängig von den vier anderen Axiomen? Im 19. Jahrhundert hat man schließlich realisiert, dass dieses fünfte Axiom tatsächlich unabhängig ist und dass es Geometrien gibt, die nur die vier anderen Axiome erfüllen. Das hat zur Entdeckung der hyperbolischen Geometrie geführt, die die Mathematik revolutioniert hat. Ein hyperbolischer Raum ist ein Raum mit konstanter negativer Krümmung, der alle Axiome der euklidischen Geometrie bis auf das Parallelenaxiom erfüllt. Aktuell besteht unter anderem im Bereich des Maschinellen Lernens großes Interesse an der hyperbolischen Geometrie.

Prof. Grethlein: Ich denke bei Raum und Zeit zuerst an Immanuel Kant, also an Raum und Zeit als Kategorien menschlicher Wahrnehmung und Erkenntnis, die a priori gegeben sind. Dann interessieren mich Raum und Zeit aus einer kulturwissenschaftlichen Perspektive als soziokulturelle Konstrukte: Menschen setzen sich damit auf ganz unterschiedliche Weise auseinander – und das ist für einen Altertumswissenschaftler natürlich interessant: Wie sahen Zeitwahrnehmung und Zeitkonstruktionen in der Antike aus? Wie unterscheiden sie sich von unserer Wahrnehmung der Zeit? Das Gleiche gilt für den Raum begriff.

Aber ich habe auch ein spezielles literaturwissenschaftliches Interesse an Zeit und Raum: Die Erzählung ist ein sequenzielles Medium, sie entfaltet sich in der Zeit, egal ob wir Filme schauen, Bücher lesen oder einem Erzähler zuhören. Dabei gibt es immer zwei Zeitebenen: die Erzählzeit, das ist die Zeit, die das Erzählen in Anspruch nimmt, und die erzählte Zeit, die Zeit der Handlung.

„Die Erzählung ist ein sequenzielles Medium, sie entfaltet sich in der Zeit, egal ob wir Filme schauen, Bücher lesen oder einem Erzähler zuhören.“



Jonas Grethlein

In der Erzählung kann man nun in ganz unterschiedlicher Weise mit der Zeit spielen – man muss nicht der Sequenzialität der Ereignisse folgen, sondern kann sie in einer anderen Reihenfolge erzählen, und das finde ich sehr spannend. Fast noch interessanter ist für mich aber die Frage nach dem Raum in der Erzählung: In Texten werden Räume beschrieben, aber haben Texte auch eine räumliche Dimension? Ich spiele dabei mit dem Begriff der „Spatialität“: Darunter verstehe ich Versuche, die Sequenzialität der Erzählung zu durchbrechen, beispielsweise durch Beschreibungen, in denen die erzählte Zeit stehen bleibt, oder durch Vorblenden und Rückblenden. Ich meine also nicht die buchstäbliche räumliche Dimension, in der die Handlung stattfindet, sondern mich interessiert Spatialität als metaphorische Kategorie, die aus der Sequenzialität ausscherende Elemente des Erzählens bezeichnet.

Wäre das Stilmittel der Teichoskopie oder Mauerschau ein Beispiel für Spatialität?

Prof. Grethlein: Ja, der dafür namensgebende Kunstgriff aus Homers „Ilias“ ist räumlich in einem doppelten Sinne: Im dritten Buch der „Ilias“, also ganz am Anfang der Erzählung vom Trojanischen Krieg, fragt Priamos seine Schwiebertochter Helena nach den griechischen Recken vor den Toren Trojas, und Helena beschreibt sie von der trojanischen Stadtmauer aus. Aber wir befinden uns zu diesem Zeitpunkt im neunten Kriegsjahr, Priamos hat schon etliche Kinder im Krieg verloren und muss also eigentlich wissen, wer die Krieger sind. Trotzdem steht diese Szene am Anfang der „Ilias“, um den Lesern beziehungsweise Zuhörern das Gefühl zu geben, noch einmal den Beginn des Trojanischen Kriegs zu erleben, obwohl die Erzählung sehr viel später einsetzt. Dieser Kunstgriff ist auch ein retardierendes Element: Der Beginn der eigentlichen Kriegshandlung wird dadurch verzögert, denn zunächst werden in 250 Versen die griechischen Helden beschrieben und Helena unterhält sich mit Priamos und den anderen Trojanern. Von daher kann man von räumlich sowohl in dem Sinne sprechen, dass eine statische Szene beschrieben wird, als auch räumlich in meinem metaphorischen Sinn, als Ausbruch aus der Sequenzialität.

Prof. Wienhard: Im Grunde gibt es für Mathematiker erst mal gar keinen Unterschied zwischen Zeit und Raum. Mathematiker denken in vielen Dimensionen. Aber wenn in der Geometrie, die sich mit Räumen beschäftigt, die Zeit hinzukommt, wird es sehr interessant, weil zur Geometrie die Dynamik tritt. Wir schauen dann, wie sich ein System oder auch ein Punkt in unserem Raum mit der Zeit verändert. Ein dynamisches System kann man auf unterschiedlichen Skalen betrachten – beispielsweise kann man fragen, ob es periodisches Verhalten gibt, bei dem das System im Grunde wieder zu seinem Ursprungszustand zurückkehrt. Oder wir fragen, inwieweit Dinge divergieren, wenn ich beispielsweise die Ausgangsbedingungen

„Es gibt Fragen, bei denen Zeit und Raum in der Mathematik ganz eng miteinander zusammenhängen.“



Anna Wienhard

„Wenn in der Geometrie, die sich mit Räumen beschäftigt, die Zeit hinzukommt, wird es sehr interessant, weil zur Geometrie die Dynamik tritt.“

Anna Wienhard

leicht ändere: Bleibt das System über lange Zeit ähnlich oder verhält es sich ganz anders? Das sind Fragen, bei denen Zeit und Raum in der Mathematik ganz eng miteinander zusammenhängen.

Prof. Grethlein: Mit diesen Begriffen kann ich auch in meiner Arbeit viel anfangen. Dynamik verbinde ich mit Entwicklung, und diese ist ganz grundlegend für das Geschichtsbild oder Geschichtsbewusstsein, das sich um 1800 herausbildete: Erfahrungsraum und Erwartungshorizont treten auseinander, das heißt, was man von der Zukunft erwartet, wird weniger durch die Vergangenheit bestimmt, als dass es sich in eine neue Richtung entwickeln kann. Das wäre ähnlich der Dynamik, von der Sie sprechen. Ich glaube, dass wir Geschichte im Wesentlichen noch immer durch diese Linse des Entwicklungsgedankens wahrnehmen – ein Beleg wäre die Fridays-for-Future-Bewegung, die eindeutig signalisiert, dass man sich bewusst ist, Einfluss auf Entwicklungen nehmen zu können. Und genau dieser Entwicklungsgedanke ist der Antike zwar nicht ganz fremd, spielt dort aber keine prominente Rolle.

Wichtiger war damals der Gedanke der Kontingenz im Sinne der Schicksalskontingenz. Kontingenz meint die prinzipielle Offenheit und Ungewissheit menschlicher Lebenserfahrungen, das, was weder unmöglich noch notwendig ist – contingens est, quod est nec impossibile nec necessarium. Der Philosoph Odo Marquard hat das gefasst als Handlungskontingenz einerseits – wir können etwas gestalten, denn wenn Dinge weder notwendig noch unmöglich sind, kann man etwas verändern – und Schick-

salskontingenz andererseits, bei der Pläne und Intentionen durchkreuzt werden und Schicksalsschläge auf uns einprasseln. Diese Schicksalskontingenz war ganz prominent in der Antike und hat verhindert, dass man Entwicklung konstruiert hat.

Prof. Wienhard: Eine Sache, bei der in der Mathematik das Zeitliche auch eine interessante Rolle spielt: Wenn eine „neue Mathematik“ entsteht, ist dieses neue Wissen immer an der Grenze des Bekannten und deshalb zunächst einmal extrem kompliziert. Dann wird es aber über die Jahre weiterverarbeitet und gewissermaßen „verdaut“ – und irgendwann bringt man diese ursprünglich sehr komplizierte Materie Studierenden im ersten Semester bei. Beispielsweise stellte der Begriff des Limes in der Analysis zunächst eine ganz neue Art des Denkens dar – inzwischen ist er in das Standardrepertoire der Mathematik eingegangen.

Prof. Grethlein: Wie sehen Sie vor diesem Hintergrund die Entwicklung Ihrer Disziplin – läuft sie über Erkenntnisfortschritt oder über Paradigmenwechsel?

Prof. Wienhard: Ich würde schon sagen, dass es in der Mathematik Erkenntnisfortschritt gibt, aber es gibt auch immer wieder Paradigmenwechsel. Das heißt, es geht nicht einfach um mehr Wissen, sondern auch die Art und Weise, über Dinge nachzudenken, ändert sich fundamental. Über manche Dinge kann man überhaupt erst nachdenken, weil es einen Fortschritt gab. Auch wenn mathematische Erkenntnisse im Vergleich zu anderen Bereichen eine sehr



PROF. DR. ANNA WIENHARD ist seit 2012 Professorin am Mathematischen Institut der Universität Heidelberg, an dem sie neben der Arbeitsgruppe „Differentialgeometrie“ auch die Forschungsstelle „Geometrie und Dynamik“ leitet. Darüber hinaus ist sie Co-Sprecherin des Exzellenzclusters STRUCTURES sowie Leiterin der Arbeitsgruppe „Gruppen und Geometrie“ am Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS). Nach einem Mathematik- und Theologiestudium an der Universität Bonn, an der Anna Wienhard 2004 in Mathematik promoviert wurde, folgten Forschungsaufenthalte in der Schweiz und den USA, darunter an der Princeton University, an der sie von 2007 an als Assistant Professor tätig war. Für ihr aktuelles Forschungsprojekt zu Symmetrien in der Mathematik erhielt Anna Wienhard 2021 einen Advanced Grant des Europäischen Forschungsrats (ERC) mit Fördermitteln in Höhe von rund zwei Millionen Euro. Zuvor wurden bereits ihre Arbeiten zu Symmetrien und Deformationsräumen geometrischer Strukturen mit einem ERC Consolidator Grant in Höhe von knapp 1,6 Millionen Euro gefördert.

Kontakt: wienhard@uni-heidelberg.de

DEAR READERS OF RUPERTO CAROLA,

“A human being is a part of the whole called by us ‘Universe’, a part limited in time and space. He experiences himself, his thoughts and feelings as something separated from the rest – a kind of optical delusion of his consciousness.” Albert Einstein wrote this after publishing his theory of general relativity in 1905, which fundamentally altered our understanding of time and space. “Time and space are modes by which we think and not conditions in which we live.” Today, Heidelberg scientists are following in Einstein’s footsteps as they seek to modify his theory at the limits of current knowledge – this is one of the topics discussed in our research journal entitled SPACE & TIME.

The articles in this 19th edition of RUPERTO CAROLA will take you to the depths of the cosmos, where matter, space and time came into being with the Big Bang approximately 13.8 billion years ago, introduce you to complex biological processes and reveal new aspects of the Old Testament. They explain how a method for geo-data analysis developed in Heidelberg helps us better understand the spatial and temporal dynamic of topographical changes and what the online meetings of the coronavirus pandemic have to do with the premodern period in Europe. I wish you a stimulating and enlightening reading experience that lets you forget time and space for a while!

Prof. Dr Dr h.c. Bernhard Eitel
Rector of Heidelberg University

„Der Entwicklungsgedanke ist der Antike zwar nicht ganz fremd, spielt dort aber keine prominente Rolle.“

Jonas Grethlein

lange Halbwertszeit haben, kann man sich doch die Frage stellen, welches Wissen die Zeit überdauert.

Kann es etwas geben, das über Zeit und Raum hinweg Gültigkeit hat?

Prof. Grethlein: Ich würde sagen: Nein – würde aber hinzufügen, dass meine Antwort selbst zeitlich-räumlich geprägt ist!

Prof. Wienhard: Ich würde sagen, dass wir das eigentlich gar nicht beantworten können, weil wir immer in Zeit und Raum leben und denken und es uns ohne Zeit und Raum gar nicht gibt.

Ist beispielsweise Literatur etwas, das Zeit und Raum überdauern kann?

Prof. Grethlein: Hans-Georg Gadamer würde sagen, dass klassische Texte diejenigen sind, die über Zeiten und Räume hinweg zu uns sprechen, dabei aber nicht notwendigerweise überall und zu jeder Zeit dasselbe sagen: Menschen aus unterschiedlichen Kulturen sehen Verschiedenes in verschiedenen Texten.

Frau Wienhard, in Ihrer aktuellen Forschung beschäftigen Sie sich mit Lie-Gruppen, die die Symmetrie eines Raums beschreiben. Worum geht es dabei?

Prof. Wienhard: In der Geometrie gibt es Transformationen, zum Beispiel Bewegungen des Euklidischen Raums, die den Raum nicht verändern – etwa die Drehung um einen Punkt oder die Verschiebung von einem Punkt aus. Das sind Symmetrien, die den Raum invariant, also unverändert lassen. All diese Bewegungen des Raums ergeben die Transformationsgruppe des Raums – eine sogenannte Lie-Gruppe, benannt nach dem norwegischen Mathematiker Sophus Lie, der diese Gruppen formalisiert und eingeführt hat.



PROF. DR. JONAS GRETHLEIN ist seit 2008 Professor für Griechische Literaturwissenschaft am Seminar für Klassische Philologie der Universität Heidelberg. Nach dem Studium der Griechischen und Lateinischen Philologie sowie Geschichte an den Universitäten Göttingen, Oxford (Großbritannien) und Freiburg wurde er im Jahr 2002 an der Universität Freiburg promoviert, an der er sich 2005 auch auf den Gebieten der Klassischen Philologie und der Alten Geschichte habilitierte. Anschließend forschte er zwei Jahre an der Harvard University in Cambridge (USA) und ab 2007 als Assistant Professor an der University of California in Santa Barbara (USA). Jonas Grethleins Forschungen zur anthropologischen Funktion narrativer Form wurden mit einem Starting Grant des Europäischen Forschungsrats (ERC) in Höhe von rund 1,4 Millionen Euro gefördert.

Kontakt: jonas.grethlein@skph.uni-heidelberg.de

Der deutsche Mathematiker Felix Klein hat im 19. Jahrhundert in seinem berühmten „Erlanger Programm“ versucht, alle neuen Geometrien in einem einheitlichen Konzept zu fassen. Dafür hat er den Blickwinkel verändert und statt der geometrischen Eigenschaften die Symmetrien eines Raumes in den Vordergrund gestellt. Demnach besteht Geometrie eigentlich nicht aus dem Messen von Abständen oder Winkeln, sondern aus den invarianten Eigenschaften eines Raumes, die unter einer Gruppe von Transformationen nicht verändert werden. Und diese Gruppe von Transformationen hat die Struktur von Lie-Gruppen.

Das hatte und hat einen wichtigen Einfluss auf die Geometrie bis in die heutige Zeit und bis in die Theoretische Physik hinein, weil es den Blick von messbaren Größen auf Symmetrien gelenkt hat. Ein Beispiel ist die projektive Geometrie, die eine wichtige Rolle beim perspektivischen Zeichnen spielt, wo sich parallele Geraden im Unendlichen treffen. Durch diesen Wechsel konnten die verschiedenen Geometrien in einer einheitlichen Weise beschrieben werden, so dass man Zusammenhänge viel besser verstehen kann.

Sie sind nicht nur Mathematikerin, sondern auch Theologin. Gibt es in Bezug auf Zeit und Raum Gemeinsamkeiten zwischen beiden Disziplinen trotz ihrer sehr unterschiedlichen Denkweisen?

Prof. Wienhard: Der Begriff der Strukturen war für mich immer eine wichtige Brücke zur Theologie und dem, womit ich mich dort beschäftigt habe: Was sind Strukturen des Denkraums, in dem man sich bewegt? Das ist ein ganz anderer Raumbegriff, abstrakt in einer anderen Weise. Beispielsweise die Trinitätslehre, die ja versucht, die innere Struktur Gottes zu beschreiben.

THE DYNAMICS OF SYSTEMS

AT THE LIMITS OF KNOWLEDGE

INTERVIEW WITH ANNA WIENHARD & JONAS GRETHLEIN

Immanuel Kant regarded space and time as a priori categories of human perception and knowledge. Over the centuries, however, people in and outside of scientific circles have dealt with these two terms in very different ways. How was time perceived and conceived of in the ancient world, and how do these concepts differ from our modern views? Why did the discovery of hyperbolic space in the 19th century spark a revolution? And can there be anything that survives through time and space? These are some of the questions on the table for mathematician Anna Wienhard and classical scholar Jonas Grethlein.

Mathematicians, who think in multiple dimensions, do not readily distinguish between time and space – or see them as closely interlinked, according to Anna Wienhard. She explains that the geometry of viewpoints changed in the 19th century, with the focus shifting from geometric properties to the symmetries of spaces. “This shift has had an important impact on geometry, and even on theoretical physics, that continues to this day.” The time factor, she says, plays an interesting role in mathematics whenever a “new mathematics” is discovered: while new discoveries are made at the limits of current knowledge, and are therefore extremely complicated at first, at some point they become part of the standard repertoire of mathematics.

Jonas Grethlein examines narratives from the perspective of literary studies: not just as a sequential medium that unfolds in time, but as one that may have a spatial dimension. He speaks of “spatiality” as a “metaphorical category denoting narrative elements that veer away from the chronological sequence of events.” He cites Homer’s “Odyssey” as a text that has stood the test of time and space, is known to a wide public and has greatly impacted our culture, but raises different questions today than with audiences in the ancient world. “This is characteristic of texts that speak to us across space and time: their potential surpasses what the author and the original recipients saw in them, and we can today develop questions from the text that would have been uninteresting, even inconceivable, to Homer’s original audience.” ●

PROF. DR ANNA WIENHARD joined Heidelberg University's Mathematical Institute in 2012. She heads both the research group "Differential Geometry" and the research unit "Geometry and Dynamics" at the institute. In addition, she serves as co-spokesperson of the Cluster of Excellence STRUCTURES and heads the research group "Groups and Geometry" at the Heidelberg Institute for Theoretical Studies (HITS). Anna Wienhard studied mathematics and theology at the University of Bonn, where she earned her PhD in mathematics in 2004. She completed research stays in Switzerland and the United States, including at Princeton University, where she became an assistant professor in 2007. Her current research project on symmetries in mathematics is being funded with roughly two million euros through an Advanced Grant of the European Research Council (ERC). She previously received an ERC Consolidator Grant of nearly 1.6 million euros for her work on symmetries and deformation spaces of geometric structures.

Contact: wienhard@uni-heidelberg.de

PROF. DR JONAS GRETHLEIN has held the Chair of Greek Literature at Heidelberg University's Department of Classical Philology since 2008. He studied Greek and Latin philology and history at the Universities of Göttingen, Oxford (UK) and Freiburg and completed both his doctorate (2002) and his habilitation in classical philology and ancient history (2005) at the University of Freiburg. He spent the next two years as a research fellow at Harvard University in Cambridge (USA), and in 2007 became Assistant Professor at the University of California in Santa Barbara (USA). Jonas Grethlein's research on the anthropological function of narrative form was funded through a Starting Grant of the European Research Council (ERC) to the amount of roughly 1.4 million euros.

Contact: jonas.grethlein@skph.uni-heidelberg.de

“There are mathematical questions in which time and space are closely interlinked.”

Anna Wienhard

“Texts describe spaces, but do texts also have a spatial dimension?”

Jonas Grethlein

Ein Thema, das mich im Spannungsfeld zwischen Mathematik und Theologie auch interessiert, ist die Rolle der Tautologie. Ich habe als Schülerin mit einiger Begeisterung den „Tractatus logico-philosophicus“ von Ludwig Wittgenstein gelesen, in dem die Tautologie prominent auftaucht. Ein wahrer mathematischer Satz ist – das ist unser Anspruch in der Mathematik – bedingungslos wahr. Im Grunde ist also jeder (bewiesene) mathematische Satz eine Tautologie. Aber mathematische Resultate sind nicht ohne Aussage, sondern eine äußerst reichhaltige und nützliche Entfaltung der Tautologie. Ganz ähnlich ist in der Theologie Gott aus sich heraus wahr, oder wird, wie Paulus im 1. Korintherbrief schreibt, „alles in allem“ sein. Die Theologie versucht, diese Tautologie zu entfalten.

Aber noch mal zurück zum Begriff der Strukturen: Strukturen zu entdecken oder aufzudecken – das hat meine Interessen sowohl in den Natur- als auch in den Geisteswissenschaften geprägt.

Herr Grethlein, was bedeutet der Begriff der Struktur mit Blick auf Zeit und Raum für den Literaturwissenschaftler?

Prof. Grethlein: Aus der Perspektive der Literaturwissenschaft wäre Struktur erst einmal mit Unzeitlichkeit zu verbinden. Es gibt die Methode des Strukturalismus, die auch in der Anthropologie Anwendung fand und die vor allem darin besteht, Gegensatzpaare aufzustellen, beispielsweise Frau/Mann, Natur/Kultur oder drinnen/draußen. In der Literaturwissenschaft untersucht man Texte dann nicht historisch, sondern man versucht, sie auf grundlegende Strukturen abzuklopfen und zu sehen, welche Strukturpaare es gibt. Die poststrukturalistische Position versucht, das zu dekonstruieren und zu zeigen, dass die Unterscheidungen nicht stabil sind, dass es beispielsweise in der Natur auch Kultur geben kann. Insofern wäre Struktur für mich zunächst einmal mit Unzeitlichkeit verbunden und mit etwas Räumlichem.

Prof. Wienhard: Das wäre für mich ein zu enger Strukturbegriff! Denn für mich hat Struktur ganz klar auch eine zeitliche Komponente, etwa dass sich Strukturen über die Zeit herausbilden. Wenn man beispielsweise eine Flüssigkeit hat, die kristallisiert, dann bildet sich diese Struktur in der Zeit. Oder in meinem Forschungsbereich der Symmetrie: Dort kann Struktur auch wieder gebrochen werden und verschwinden.

Prof. Grethlein: Das leuchtet mir ein und ich finde es auch sehr erstrebenswert, die Struktur zu temporalisieren, beispielsweise bei der Analyse eines literarischen Texts zu untersuchen, wie sich Gegensatzpaare in der Rezeption entwickeln. Aber aus der Perspektive der Literaturwissenschaft betrachtet wären Struktur und Strukturalismus erst einmal etwas Detemporalisierendes, etwas Spatialisierendes.

Ein bereits seit 2.800 Jahren unterschiedlich rezipiertes literarisches Werk ist Homers „Odyssee“, mit der Sie sich beschäftigt haben. Ist sie ein Beispiel für überzeitliche Literatur?

Prof. Grethlein: Die „Odyssee“ ist sicher ein klassischer Text im Gadamer'schen Sinne: Sie ist breit rezipiert und spricht noch in der Gegenwart zu uns. Sie hat unsere Kultur enorm geprägt, was sich bis in Begrifflichkeiten wie „Sirene“, „zwischen Skylla und Charybdis“ oder „Odyssee“ als Weg mit vielen Umwegen zeigt. Bereits in der Antike hat man Odysseus als Prototyp des Menschen gesehen, und das zieht sich bis in die Gegenwart fort. Denken Sie an Primo Levi, der seine Erfahrung im Konzentrationslager vor der Folie der „Odyssee“ beschreibt – da ist Odysseus der Leidensmann. Denken Sie an Peter Sloterdijk, der Odysseus als Paradigma dafür verwendet, dass die Europäer sich am eigenen Schopf aus dem Schlamassel ziehen sollen – er weiß einfach, wie man sich zu helfen weiß. Denken Sie an Max Horkheimer und Theodor Adorno in der „Dialektik der Aufklärung“, die in der „Odyssee“ die Entwicklung der Kunst gespiegelt sehen. Allerdings rezipieren wir dabei die „Odyssee“ in einer Art und Weise, wie man sie in der Antike gar nicht verstanden hätte.

Wie meinen Sie das?

Prof. Grethlein: Wir lesen heute Texte stark psychologisierend, denn wir sind geschult am modernen Roman, in dem es um Introspektion geht, darum, was einzigartige Charaktere bewegt. Und so lesen wir auch die „Odyssee“: Wir fragen uns, warum Odysseus oder Penelope so handeln, wie sie handeln. Das sind Fragen, die sich antike Zuhörer so nicht gestellt haben. Daran kann man sehen, dass der Text reicher ist als die Intention des Autors. Und das macht Texte aus, die über Zeiten und Orte hinweg zu uns sprechen: dass ihr Potenzial das übersteigt, was der Autor und die ursprünglichen Rezipienten in ihm erkannt haben, dass wir heute für uns an dem Text Fragen entwickeln können, die für das homerische Publikum gar nicht präsent waren. Literatur ist ein Medium der Erkenntnis, in dem man Wirklichkeit verarbeitet – und darin können sich auch zu späteren Zeiten Menschen unter ganz anderen Bedingungen, die den Zugriff auf diesen Text prägen, wiederfinden. ●

Das Interview führten Marietta Fuhrmann-Koch & Mirjam Mohr

AM ANFANG SCHUF

GOTT

ZEIT UND RAUM

AM ANFANG SCHUF GOTT ZEIT UND RAUM

ORDNUNGSKATEGORIEN IM

JAN CHRISTIAN GERTZ

**„Am
Anfang schuf
Gott Himmel und Erde“, so
beginnt die biblische Erzählung
von der Erschaffung der Welt in sieben
Tagen – doch was war davor? Für die Ver-
fasser des ersten Kapitels des Buches Genesis
waren die Gegebenheiten vor der Erschaffung der
Welt nicht anders beschreibbar denn als ein Zu-
stand ohne Zeit und Raum. Deren Etablierung, die
Rhythmisierung der Zeit und die Aufgliederung des
Raumes strukturieren daher den biblischen Schöp-
fungsbericht, in dem die einzelnen Schöpfungswerke
diesen grundlegenden Ordnungskategorien zugeord-
net sind. Diese Ausrichtung ist weder Zufall noch
Selbstzweck: Der Blick auf den streng geglieder-
ten Raum, in dem alles seinen zugewiesenen
Platz hat, und der von den Zufälligkeiten
des geschichtlichen Erlebens unabhän-
gige Rhythmus der Zeit sollten in
orientierungsloser Zeit Ori-
entierung bieten.**

BIBLISCHEN SCHÖPFUNGSBERICHT

„Dass die beiden Ordnungskategorien Zeit und Raum noch nicht vorhanden sind, zeichnet die Vorwelt als einen Zustand der schlechthinnigen Lebensunmöglichkeit.“

D

Die Erschaffung der Welt in sieben Tagen im ersten Kapitel des Buches Genesis gehört zu den bekanntesten und wirkmächtigsten Texten der Hebräischen Bibel. Über Jahrhunderte hat er die Vorstellung von der Entstehung und Ordnung der Welt in den von der Bibel geprägten Kulturräumen bestimmt. Auch wenn er in dieser Hinsicht durch naturwissenschaftliche Erklärungsmodelle zur Entstehung des Kosmos und der Entwicklung des Lebens abgelöst worden ist, so ist er selbst in postsäkularen Kulturen aufgrund seiner bedeutenden Wirkungsgeschichte, aber auch wegen seiner Sprachkraft so präsent wie wenige andere Texte der Bibel.

Auf den ersten Blick mutet seine Erzählweise naiv an: „Am Anfang herrschte ein Tohuwabohu, dann geschah dies, dann geschah jenes und am Ende war die Welt fertig und Gott ruhte von all seinen Werken.“ Derartiges begegnet in vielen Erzählungen vom Anfang der Welt, so in der Erzählung vom Paradies mit Adam, Eva und der Schlange oder im babylonischen Marduk-Epos „Enuma Eliš“, dem Muster-text der Mythen vom Uranfang. In Anlehnung an Rudyard Kiplings „Just so stories for little children“ (1902) werden

sie gerne abfällig als die „Just-So-Stories“ primitiver Religionen bezeichnet, doch sollte man sich von der Erzählweise nicht täuschen lassen. Allein die Vorstellung vom Anfang, aus dem alles Existierende in seiner Vielfalt entstanden ist, verdankt sich einem Erkenntnisinteresse, das weit über praktische Belange hinausgeht. Eine besondere gedankliche Leistung ist sodann die Antwort auf die Frage nach dem Vorher des Anfangs. Die Frage stellt sich unweigerlich, wenn die Entstehung des Ganzen als Folge von Geschehnissen erzählt werden soll. Die gängige Antwort der Mythen vom Uranfang sind sogenannte „Noch-nicht-Aussagen“, die in der Negation des Vorfindlichen bestehen. So beginnt das „Enuma Eliš“ mit den Worten „Als oben der Himmel noch nicht genannt war, unten die Erde mit Namen noch nicht benannt war“.

Durchgeplante und reflektierte Komposition

Der biblische Schöpfungsbericht steht ganz im Traditionsstrom dieses und anderer Texte des alten Vorderen Orients. Auffällig ist die äußerste gedankliche Konzentration, die sich schon im sorgfältigen Aufbau zeigt. Nach der Überschrift „Am Anfang hat Gott den Himmel und die Erde geschaffen“ schildert der Schöpfungsbericht knapp das Vorher des Anfangs: „Und die Erde war ein Tohuwabohu und Finsternis lag über der Urflut und der Hauch Gottes schwebte über dem Wasser.“ Es folgt die Erschaffung der Welt in sieben nach einem strengen Schema aufgebauten Tagen. Die stetige Wiederkehr einzelner Formelemente und die klare zeitliche Struktur der einen Schöpfungswoche vermitteln den Eindruck einer durchgeplanten und im höchsten Grade reflektierten Komposition. Jedes einzelne Schöpfungswerk beginnt mit Gottes Befehl: „Und Gott sprach ...“ Es folgen die formelhafte Feststellung der Ent-

sprechung von Befehl und Ausführung „Und es geschah so“ und ein knapper Bericht über die Umsetzung des Befehls sowie die göttliche Billigung des Schöpfungswerkes: „Und Gott sah es als gut an“. Jeder Schöpfungstag endet mit der Zählung der Tage: „Es wurde Abend und es wurde Morgen: ein zweiter Tag“ etc.

Dieses Sieben-Tage-Schema folgt einer strengen Sachlogik: Der Zustand der „ungeschaffenen“ Erde wird außer durch das sprichwörtliche Tohuwabohu noch durch die Stichworte „Finsternis“ und „Urflut“ sowie „Schweben des Hauches Gottes“ charakterisiert. „Tohuwabohu“ ist ein zweiteiliges Reimwort, dessen zweiter Teil wie „warr“ im deutschen „Wirrwar“ keine eigene Bedeutung hat und der Verstärkung dient. Der erste Teil hängt etymologisch mit dem arabischen Begriff für die wasserarme (!) Wüste zusammen und hat vorwiegend die Bedeutung „nicht“ oder „Nichtiges“. Das Wort begegnet wiederholt in Kontexten, die den Verlust der intendierten Ordnung beschreiben, insbesondere, wenn das Kulturland, seiner ursprünglichen Funktion beraubt, zum unbewohnbaren Ort geworden ist. Ein entsprechendes Verständnis bietet sich für die Vorweltschilderung im Schöpfungsbericht an. Das „Nichts“ ist als Umkehrung des konkret Vorfindlichen gedacht, oder anders formuliert: Die Erde war (noch) nicht ihrer Bestimmung gemäß als Lebensraum vorhanden, sie war „wüst und leer“. Für das Verständnis der Schilderung des Zustandes, der der geschaffenen Welt vorausgeht, ist wichtig, dass sie sich keinem im engeren Sinne spekulativen Interesse verdankt. Auch beruht die assoziative Nähe zu modernen Kosmologien und deren Metaphorik nicht auf einer naturkundlichen Ahnung der biblischen Verfasser. Die Vorweltschilderung ist vielmehr

„Die bestimmende Kategorie ist die ‚Zeit‘ – ihr sind die Außenpositionen und das Zentrum des Schöpfungsberichts zugeordnet.“

durch die Vorgabe der Logik eines Berichts und der Erkenntnismöglichkeit bestimmt: Der Bericht schildert das Ins-Sein-Kommen aller erkennbaren Ordnung und Gegebenheiten als Geschehensfolge und bedarf deshalb eines Ausgangspunkts, der sich der Erfahrung entzieht und daher nicht anders beschreibbar schien denn als Negation oder als „Noch-Nicht“ des Vorhandenen.

Grundlegende Ordnungskategorien

Zugleich bietet die Charakterisierung des „Noch-Nicht“ die Möglichkeit, die grundlegenden Ordnungskategorien des Vorhandenen zu benennen. Im biblischen Schöpfungsbericht wird das Tohuwabohu durch die Qualitäten „Urflut“ und „Finsternis“ konkretisiert, wie sie auch aus mesopotamischen, ägyptischen, phönizischen und griechischen Vorweltsschilderungen bekannt sind. So vielfältig die Texte sind, so mannigfaltig sind die Vorstellungen, die sich mit den genannten Charakteristika der Vorwelt verbinden. Für den biblischen Text sind die uneingeschränkte Finsternis und die grenzenlose Urflut diejenigen Charakteristika der Vorwelt, welche das Fehlen der beiden konstitutiven Ordnungskategorien der Erfahrungs- und Lebenswelt symbolisieren: „Zeit“ und „Raum“. Dass sie noch nicht vorhanden sind, zeichnet die Vorwelt als einen Zustand der schlechthinigen Lebensunmöglichkeit. Finsternis als „Nicht-Licht“ markiert das Fehlen der Zeit, die am ersten Schöpfungstag mit der Einrichtung des für die Zeiteinteilung grundlegenden Wechsels von Tag/Licht und Nacht/Finsternis etabliert wird. Die Erwähnung der ungeschiedenen Wasser der Urflut weist auf die Einführung der Kategorie „Raum“ am zweiten und dritten Schöpfungstag voraus: Die Erschaffung der Feste des Himmels inmitten des Wassers am zweiten Schöpfungstag teilt das noch ungeschiedene Wasser in das Wasser über der Feste des Himmels und das Wasser, das darunter ist. Dessen Sammlung ermöglicht wiederum das Sichtbarwerden des Trockenens, das heißt der Erde als Lebensraum im Rahmen des dritten Schöpfungstages.

Darüber hinaus werden die Zeit und ihr stetiger Ablauf von Tag und Nacht am vierten und siebten Schöpfungstag noch feiner strukturiert. Die Erschaffung der Gestirne am vierten Schöpfungstag ermöglicht die Rhythmisierung durch den Sonnen- und Mondkalender und die Beachtung herausgehobener Festzeiten, während die Ruhe Gottes am siebten Schöpfungstag die Wochenzählung und die Unterscheidung von Arbeits- und Ruhezeit begründet. Der natürliche Rhythmus des Wechsels von Tag und Nacht wird auf diese Weise ergänzt um den Rhythmus der „sozialen Zeit“. Die räumliche Ordnung bestimmt noch den fünften und sechsten Schöpfungstag, insofern es um das Bevölkern des dreigeteilten Raumes mit Meerestieren im Wasser und Flügeltieren unter dem Himmel sowie mit Landtieren und Menschen auf dem Erdboden geht. Der natürliche Raum wird also ausdifferenziert in den bevölkerten

„sozialen Raum“. Insgesamt ergibt sich dadurch ein sorgfältiger Gesamtaufbau anhand der Zuordnung der Tage zu den Ordnungskategorien „Zeit“ und „Raum“: Zeit (1. Tag) – Raum (2. und 3. Tag) – Zeit (4. Tag) – Raum (5. und 6. Tag) – Zeit (7. Tag). Die bestimmende Kategorie ist bei alledem die „Zeit“. Ihr sind die Außenpositionen und das Zentrum des Schöpfungsberichts zugeordnet. Die grundlegende Ordnung der Welt und des irdischen Lebens ist somit die in der Schöpfung angelegte Zeitstruktur der Sieben-Tage-Woche.

Krisenzeit und neue Geisteshaltung

Der nüchterne und ganz auf das Wesentliche konzentrierte Berichtsstil und die alles bestimmende klare und abgeklärte, beinahe schon monoton wirkende Strukturierung sind kein Selbstzweck, sondern haben eine unverkennbare inhaltliche Abzweckung. Diese ist zum einen durch die historisch-politische Situation und zum anderen durch eine neue Geisteshaltung bestimmt. Zunächst zur historisch-politischen Situation: Der biblische Schöpfungsbericht ist im 6. Jahrhundert v. Chr. vor dem Hintergrund des babylonischen Exils und des Aufkommens der persischen Weltmacht entstanden. Unter den Bedingungen einer Krisenzeit, in der die politischen und religiösen Institutionen zerbrochen waren und sich Israel der schier übermächtigen Kultur fremder Oberherren ausgesetzt sah, mithin weniges Bestand zu haben schien, betonte allein schon die sprachliche Gestalt des Schöpfungsberichts, wie wohlgeordnet und beständig der Gott Israels die Welt erschaffen hatte. Der Blick auf den streng gegliederten Raum, in dem alles seinen zugewiesenen Platz hat, und der von den Zufälligkeiten des geschichtlichen Erlebens unabhängige Rhythmus der Zeit sollten in orientierungsloser Zeit Orientierung bieten. Bei alledem ging es den Verfassern des Schöpfungsberichts weniger um kosmologische Aussagen (dann dürften die Himmel über der Himmelsfeste und die Unterwelt nicht fehlen), sondern um eine Deutung der für den Menschen erfahrbaren Welt, deren Vielfalt durch Ausdifferenzierung und Benennung entsteht und deren sukzessive Auffüllung sich an der Systematik der nach Lebensräumen, Arten, Gattungen und Geschlecht klassifizierten Lebewesen orientiert.

Der zweite prägende Umstand ist eine neue Geisteshaltung. Texte wie der biblische Schöpfungsbericht entstehen nicht an einem Tag. Vielmehr konnten seine Verfasser auf ein jahrhundertaltes Priesterwissen zurückgreifen. In priesterlichen Kreisen wurden die mythischen Texte tradiert, die eventuell wie das Marduk-Epos „Enuma Eliš“ in Babylon zu bestimmten Festen rezitiert wurden. Auch waren es Priester gewohnt, zu klassifizieren und zu ordnen. Nicht jedes Tier war als Opfer geeignet, nicht jeder war zur Darbringung eines Opfers befähigt, und es galt, mit dem Tempel ein Wirtschaftsunternehmen zu verwalten. Doch der biblische Schöpfungsbericht sprengt den Rahmen des



PROF. DR. JAN CHRISTIAN GERTZ ist seit 2004 Professor für Alttestamentliche Theologie an der Universität Heidelberg. Nach dem Studium in Bonn, Wien (Österreich) und Hamburg folgten die Promotion und Habilitation in Göttingen. Im Anschluss war er Stipendiat des Heisenberg-Programms der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie des Deutschen Evangelischen Instituts für Altertumswissenschaften in Amman (Jordanien) und Jerusalem (Israel). Von 2000 bis 2004 hatte er eine Professur für Altes Testament in Mainz inne. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Literatur- und Religionsgeschichte des Alten Testaments sowie der biblischen und altorientalischen Rechtsgeschichte. Jan Christian Gertz war 2007/2008 Member in Residence am Center for Theological Inquiry in Princeton (New Jersey/USA) und 2013/2014 Fellow am Israel Institute for Advanced Studies an der Hebräischen Universität in Jerusalem. 2020 wurde er in die Heidelberger Akademie der Wissenschaften aufgenommen.

Kontakt: jan.gertz@ts.uni-heidelberg.de

IN THE BEGINNING GOD CREATED TIME AND SPACE

CATEGORIES OF ORDER IN THE BIBLICAL CREATION ACCOUNT

JAN CHRISTIAN GERTZ

Human experience can only be described in categories of “space and time” – at least, so believed the authors of the first chapter of the Book of Genesis, the biblical narrative describing the creation of the world in seven days. In the eyes of these anonymous authors, the conditions of existence before the creation of the world can only be described as a state without time and space. The establishment of time and space, the rhythmisation of time and the division of space give structure to the biblical tale of creation, which correlates individual acts of creation to the basic categories of “space and time”.

This is neither coincidence nor an end in itself: the biblical creation account dates back to a time that was shaped both by the crisis of the Babylonian exile and by a period of intellectual upheaval in the region of Eastern Mediterranean and Near Eastern culture. Following the breakdown of political and religious institutions, the authors of the biblical creation account sought to prove (among other things) how well-ordered and consistent the world created by the God of Israel was. They described the experienceable world as a clearly structured realm in which everything has its proper place, and the rhythm of time as independent of the randomness of historical experience. Doing so, they strived to provide orientation at a time when such guidance was in short supply. To this end, they rewrote and reread the traditional creation myth through the lens of a scientific and technical perception of the world. This new perception, also observable in the writings of contemporary Ionic natural philosophers, was inspired by Babylonian scholars, who represented the academic elite of the time. ●

PROF. DR JAN CHRISTIAN GERTZ is a professor of Old Testament Theology who joined Heidelberg University in 2004. He was educated in Bonn, Vienna (Austria) and Hamburg, then completed his doctorate and his habilitation in Göttingen. Prof. Gertz was a Heisenberg Fellow of the German Research Foundation (DFG) and the German Protestant Institute of Archaeology in the Holy Land in Amman (Jordan) and Jerusalem (Israel). From 2000 to 2004, he held a chair for Old Testament Studies in Mainz. His research interests are the literary and religious history of the Old Testament and biblical and ancient Near Eastern legal history. In 2007/2008, Jan Christian Gertz was a Member in Residence at the Center of Theological Inquiry in Princeton (New Jersey/USA), and, in 2013/2014, a Fellow at the Israel Institute for Advanced Studies at the Hebrew University of Jerusalem. In 2020, he was inducted into the Heidelberg Academy of Sciences and Humanities.

Contact: jan.gertz@ts.uni-heidelberg.de

“The absence of the categories of time and space marks the pre-creation world as a state in which life simply cannot exist.”

„Es entsteht eine Weltsicht, die gleichermaßen mythologisch wie naturkundlich ‚exakt‘ ist.“

Althergebrachten, indem er das überkommene Priesterwissen im Sinne einer neuen Geisteshaltung einer Revision unterzieht. Einige wenige Hinweise mögen genügen: In der Über- und Unterschrift sowie bei der Erschaffung der Landtiere und des Menschen wird das Verb *bārā'* verwendet. Von allen Verben, die in der Hebräischen Bibel für das Schöpfungshandeln Gottes benutzt werden, hat es den höchsten Grad der Abstraktion. Ausschließlich Gott vorbehalten, ohne Analogie im handwerklichen Gebrauch und nie mit einer Materialangabe verbunden, enthebt das Verb das Schöpfungshandeln jeder Vorstellbarkeit. Daneben redet der Schöpfungsbericht aber auch ganz traditionell vom „Machen Gottes“ oder vom „Hervorsprossenlassen der Erde“, da er auf bildliche Vorstellungen zurückgreifen muss, will er Gottes Schöpfungshandeln erzählen. Die von den Verfassern mit dem Verb *bārā'* eingeführte Abstraktion wird also nicht konsequent durchgehalten, vielmehr ist sie in das Gerüst traditioneller Vorstellungen eingetragen.

Rückgriff auf naturkundliches Wissen

Ähnliches gilt auch für die taxonomische Klassifizierung der einzelnen Schöpfungswerke, für die nüchterne Beschreibung der traditionell als göttliche Mächte verstandenen Himmelskörper und schließlich auch für die strenge Anordnung der Schöpfungswerke nach den Ordnungskategorien von Zeit und Raum. Durch sie wird der traditionelle Schöpfungsmythos im Sinne einer naturkundlich-technischen Wahrnehmung der Welt überschrieben und neu gelesen. Es entsteht eine Weltsicht, die gleichermaßen mythologisch wie naturkundlich „exakt“ ist. Eine vergleichbare Entwicklung lässt sich ausgehend von Babylon, dem damaligen intellektuellen Zentrum der Welt, für den gesamten ostmediterran-nahöstlichen Kulturraum aufzeigen. Zu erwähnen sind die Ansätze zur Ausbildung der Naturwissenschaft bei Anaximander von Milet (circa 610–546 v. Chr.) und Anaximenes von Milet (circa 580–528 v. Chr.). Die ionischen Naturphilosophen teilen das Interesse des biblischen Schöpfungsberichts an einer Klassifizierung der einzelnen Schöpfungswerke und erinnern auch in ihrer Beschreibung der Himmelskörper an den biblischen Text,

wobei sich die Nähe durch die gemeinsame Ausrichtung an der babylonischen Wissenschaft erklärt. Von besonderer Bedeutung sind dabei Notizen und spekulative Weiterführungen aus Mesopotamien zu klassischen Texten mythischen und wissenschaftlichen Inhalts. Man hat in diesen Texten zu Recht eine Textgruppe eigener Art erkannt, deren Intention es gewesen sei „to find ways of making existing theology accord more precisely with the facts of the natural world“ (Alasdair Livingstone).

Der biblische Schöpfungsbericht greift völlig selbstverständlich auf das naturkundliche Wissen seiner Zeit zurück und vermittelt dieses mit vorgegebenen mythologischen Vorstellungen. Der naturkundliche Erkenntnisstand hat sich ohne jeden Zweifel als zeitgebunden erwiesen und ist durch die moderne Naturwissenschaft überholt. Diese unhintergehbare Einsicht lässt sich auf den ersten Blick nur schwer mit dem normativen Anspruch der biblischen Texte in ihrem gegenwärtigen religiösen Gebrauch vereinbaren. So erklärt es sich leicht, dass Anhänger des Kreationismus oder seiner Spielarten wie des „Intelligent Design“ versuchen, die biblische Naturkunde gegen die moderne Geologie und Evolutionsbiologie in Stellung zu bringen. Den biblischen Texten werden sie damit nicht gerecht: Gerade weil sich die biblischen Autoren auf den zu ihrer Zeit aktuellen naturkundlichen Erkenntnisstand beziehen, widerspricht es fundamental der Intention des biblischen Textes, wenn ein immer gültiges Offenbarungswissen angeführt wird, um an einem überholten Erkenntnisstand antiker Naturkunde gegen die Einsichten der modernen Naturwissenschaften festhalten zu können. Andererseits übersehen diejenigen, die mit der Enthüllung zeitgebundener naturkundlicher Irrtümer im biblischen Schöpfungsbericht dessen Aussagen zur Welt als Schöpfung Gottes für obsolet erklären, dass es den Verfassern primär nicht um Kosmologie geht, sondern um eine Deutung der für den Menschen erfahrbaren Lebenswelt, wofür sie auf die zeitgenössische Naturkunde zurückgreifen. In dieser Hinsicht ist der Schöpfungsbericht der Priester-schrift „aufgeklärter“ als viele seiner modernen Kritiker. ●

**OSZIL
LIEREN**

**DES
PENDUEL**

OSZILLIERENDES PENDEL

ZWISCHEN BLÜTE UND BEDEUTUNGSLOSIGKEIT

DIAMANTIS PANAGIOTOPOULOS

Archäologie ist eine Altertumswissenschaft, deren Grundlage die analytischen Kategorien von „Zeit“ und „Raum“ bilden. Bei Grabungen in Randgebieten erleben Archäologinnen und Archäologen dabei sehr häufig einen starken Gegensatz zwischen einer beeindruckenden Blütezeit einer Region in der Antike und ihrer völligen Bedeutungslosigkeit in der Neuzeit. Die wechselhafte Geschichte solcher Stätten, die über Jahrhunderte oder gar Jahrtausende hinweg zwischen Bedeutung und Bedeutungslosigkeit hin und her pendelt, ist von einem komplexen Zusammenspiel materieller und immaterieller Prozesse geprägt. Aufgabe der Archäologie ist es, diese Prozesse durch interdisziplinäres Arbeiten umfassend zu rekonstruieren.

E

Eine vertraute Erfahrung von Archäologen, die in peripheren Regionen des Mittelmeers arbeiten, besteht in der Feststellung eines dramatischen Gegensatzes zwischen Vergangenheit und Gegenwart: Während sich die archäologische Stätte, die sie untersuchen, oft als ein bedeutendes regionales Zentrum in der Zeit ihrer einstigen Blüte erweist, liegt sie in der Gegenwart in einer ärmlichen Region, welche alle Merkmale einer vernachlässigten Peripherie

aufweist. Diese offenkundige Diskrepanz zwischen damals und heute bedarf einer plausiblen Erklärung und zwingt den Wissenschaftler, seinen analytischen Blick zu erweitern und einen diachronen, also zeitliche Veränderungen berücksichtigenden Vergleich zu unternehmen, um deren Gründe zu beleuchten.

Vor eine solche Herausforderung sah sich das Team des Instituts für Klassische Archäologie und Byzantinische Archäologie der Universität Heidelberg gestellt, als es 2012 ein neues interdisziplinäres Feldprojekt im süd-kretischen Koumasa startete. Das bronzezeitliche Siedlungszentrum samt Gräberfeld, das zu einem der bedeutendsten Zentren der minoischen Kultur (3. und 2. Jahrtausend v. Chr.) zählt, liegt direkt neben dem modernen namensgebenden Dorf, das heute zu den abgelegensten kretischen Gemeinden gehört. Während wir hier zunächst in unseren archäologischen „Gruben“ arbeiteten und unseren Blick stark auf die Periode richteten, zu der die Grabungsstätte

„Wie ist es möglich, dass eine Landschaft je nach historischer Zeit entweder Zentrum oder Peripherie sein kann?“

gehörte, wurden wir vom oszillierenden „Pendel“ der historischen Zeit daran erinnert, dass man die besondere Signifikanz dieses Ortes erst durch eine diachrone Perspektive erfassen kann. Die Fragen, die sich dabei aufaten, zeigen eindeutig, dass archäologische Hermeneutik nur in der Konvergenz zwischen Raum und Zeit belastbare Erkenntnisse liefern kann: Wie ist es möglich, dass eine Landschaft je nach historischer Zeit entweder Zentrum oder Peripherie sein kann? Welche Faktoren diktiert abrupte historische Wechsel? Und wie kann schließlich der Archäologe nicht nur passiv die diachrone Geschichte einer Region erfassen, sondern auch aktiv in sie eingreifen und sie verändern?

Eine fruchtbare Kooperation

Bevor wir die Herausforderungen des Heidelberger Projektes in den kretischen Bergen näher erläutern, müssen wir etwas weiter ausholen, um den methodologischen Ausgangspunkt dieses Vorhabens zu beleuchten. Die Archäologie ist eine Altertumswissenschaft, deren Grundlage die analytischen Kategorien von „Zeit“ und „Raum“ bilden. Während der Fokus auf die „Zeit“ dieses Fach seit seinen Ursprüngen prägte, lässt sich die methodologische Signifikanz des Faktors „Raum“ – um genauer zu sein: der „Landschaft“ – als das Ergebnis einer wesentlich späteren Entwicklung verstehen. Die zunehmende Bedeutung der Landschaftsarchäologie und das erwachte Interesse an der Interaktion zwischen Mensch und Umwelt in der Antike, das in den letzten Jahren durch eine Reihe von neuen Konzepten, Methoden und digitalen Instrumenten befeuert wird, ermöglichen der Archäologie einen dynamischen Schub nach vorne: Sie kann jetzt verschiedene Bestandteile „antiker Realitäten“ in ein kohärentes konzeptuelles Feld einbetten, das an sich ein echter Raum ist und sowohl aus materiellen Überresten vergangener Kulturen als auch aus ihrer natürlichen Umgebung besteht. Dadurch gewinnt die archäologische Methodik enorm an hermeneutischer Schlagkraft und gesellschaftlicher Relevanz.

An der Universität Heidelberg zeigt sich diese Entwicklung in Form einer fruchtbaren Kooperation zwischen Klassischer Archäologie und Geographie, die bereits vor mehr als 15 Jahren begonnen hat. Die Insel Kreta bietet eine hervorragende Grundlage, um das Potenzial eines geoarchäologischen Ansatzes auszuschöpfen. Warum eigentlich? Was macht Kreta zu einem so privilegierten Untersuchungsgegenstand für Geographen und Archäologen? Zunächst sind es die extreme Fragmentierung und Diversität der Inselgeographie und die Vielzahl der Faktoren, welche die Interaktion zwischen Mensch und Umwelt geprägt haben. Kreta ist in zahlreiche Mikroregionen gegliedert, die sich zum Teil geomorphologisch und klimatisch stark voneinander unterscheiden und daher separat behandelt werden müssen. Es ist naiv, nur

eine kretische Geschichte von der Bronzezeit bis in die Moderne zu rekonstruieren, welche für die gesamte Insel gültig sein soll. Dem homerischen Spruch über Kreta als Insel der 100 Städte folgend, können wir von Kreta als einer Insel der 100 Geschichten sprechen. Dieses Erkenntnis ist eine wichtige methodologische Prämisse, um die Komplexität der historischen Entwicklung in einer so vielfältigen Landschaft adäquat zu erfassen. Ein tiefes Verständnis vom Raum ist also für jede archäologische Auswertung entscheidend, jedoch nicht ausreichend. Erst durch eine sorgfältige Erfassung des Faktors „Zeit“ kann man ein überzeugendes Narrativ für die Geschichte eines Ortes oder einer Landschaft bieten.

Zentralität als Kombination von Raum und Zeit

Die Bedeutung der Konvergenz von Raum und Zeit für die archäologische Interpretation zeigt sich auf sehr einleuchtende Weise im Fall des Zentralitätsbegriffs, der seit längerer Zeit im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit steht. Die Suche nach den Faktoren, welche die Zentralität eines Ortes oder einer Region diktieren, hat zunächst einen ganz klaren Adressaten, nämlich den Raum. Zentralität kann schlicht als das Ergebnis einer günstigen geographischen Lage erklärt werden. Die Selbstverständlichkeit dieser Beobachtung wurde in der jüngsten Vergangenheit durch mathematische Modelle wie die „Central Place Theory“ gestützt, welche sich quantitativer Kriterien bedienen und die Anzahl, Größe und Lage von Siedlungen einer Region auswerten, um „zentrale“ Orte zu identifizieren. Diese und ähnliche methodische Ansätze haben allerdings etwas Wichtiges ausgeblendet, nämlich, dass Zentralität nicht – oder nicht nur – eine feste Kapazität eines Ortes ist, sondern etwas Fließendes und Veränderbares, das im Lauf der Zeit ganz unterschiedliche Formen annehmen kann. Wenn wir nun Zentralität nicht statisch als ein Resultat von räumlichen Faktoren, sondern dynamisch als die Kombination der Determinanten Raum und Zeit verstehen, stellen wir fest, dass es verschiedene Arten der Zentralität gibt:

- a) Orte, die auf diachroner Ebene nie aufgehört haben, zentral zu sein (persistente Zentralität),
- b) Orte, die einen zentralen Charakter nur in einer Periode ihrer Geschichte erlangten (ephemere Zentralität), und schließlich
- c) Orte, die in ihrer Jahrhunderte oder sogar Jahrtausende währenden Geschichte zwischen den Rollen eines Zentrums und einer Peripherie schwanken (oszillierende Zentralität).

Pendeln zwischen Bedeutungslosigkeit und Bedeutung

Kommen wir nun auf das Heidelberger Projekt in Südkreta zurück und schauen, wie Raum und Zeit die Geschichte dieser Region von der Antike bis in die Moderne geprägt haben. Das minoische Koumasa, der Ort unseres

„In manchen Fällen war der dezentrale Charakter einer Periode der treibende Motor für einen Prozess, der zur Zentralität führte – und umgekehrt.“

interdisziplinären Vorhabens, ist strategisch in den Gebirgsausläufern der östlichen Asterousia-Berge gelegen und überblickt einen Großteil der Mesara-Ebene, der größten und fruchtbarsten Ebene der Insel. Durch seine Lage – ein „Tor“ zwischen der Mesara-Ebene und den Asterousia-Bergen – war dieser Ort geradezu dafür prädestiniert, eine wichtige Rolle als regionales Zentrum während der dynamischen kulturellen Entwicklung zu spielen, die das frühbronzezeitliche Kreta zu einer Palastgesellschaft formte. Nach der Gründung der ersten Paläste um 2000 v. Chr. blieb Koumasa bis zum Ende der Bronzezeit eines der wichtigsten Zentren Südkretas. Trotz der klaren Bedeutung seiner Lage hat dieser Ort jedoch nur für eine Periode seiner Geschichte eine zentrale Bedeutung erlangt, und zwar in der Bronzezeit, in der sowohl das Asterousia-Gebirge als auch die Mesara-Ebene zu zwei der wichtigsten Siedlungskammern der minoischen Kultur wurden.

Diese Konstellation hat es allerdings bereits nach der frühen Phase der Spätbronzezeit (um die Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr.) verloren. Während die Mesara-Ebene ihre Bedeutung als Kornkammer der Insel und Einzugsgebiet von großen antiken Zentren bis zur Spätantike behielt und aus wirtschaftlicher Sicht gewissermaßen immer noch behält, erlebten die Asterousia-Berge eine wesentlich wechselvollere Geschichte. Diese Region, eine breite Gebirgszone zwischen einer sehr fruchtbaren Region und der Südküste der Insel, war entweder fast menschenleer wie heute oder dicht besiedelt, wie es in mehreren Epochen der Antike der Fall war, und oszillierte dadurch über die Jahrhunderte zwischen einer isolierten Peripherie und einer kulturell blühenden Landschaft und zwischen Bedeutungslosigkeit und Bedeutung hin und her.

Einige Beispiele für diese historisch-kulturelle Oszillation von der Vergangenheit bis zur Gegenwart können dies am besten erläutern: Nach einer Zeit kultureller und wirtschaftlicher Bedeutung in der Bronzezeit und der historischen Antike (3. Jahrtausend v. Chr. bis frühes 1. Jahrtausend n. Chr.) folgte die Isolation in der Spätantike (4. bis 7. Jahrhundert n. Chr.). Aufgrund der geographischen Randlage und des bergigen Charakters wurden die Asterousia-Berge dann allerdings zu einem der ersten und prominentesten Zentren des frühen Mönchtums auf europäischem Boden (seit dem 8. Jahrhundert n. Chr.). Nach einer erneuten Phase der Isolation kam ein neuer Höhepunkt im frühen 14. Jahrhundert. In dieser Zeit verließ Joseph Philagres, einer der prominentesten byzantinischen Gelehrten, das von äußeren Feinden bedrohte Konstantinopel und kam auf der Suche nach Sicherheit und Unabhängigkeit nach Kreta. Hier umging er Heraklion und die repressive venezianische Herrschaft und entschied sich für die Asterousia-Region, wo er mitten im kretischen Nirgendwo, in Lousoudi, eines der ersten

Skriptorien (Schreibstube für die Duplizierung antiker und anderer Texte) in der Ägäis gründete.

Schon bald nach seinem Tod geriet das Gebiet wieder in die kulturelle Bedeutungslosigkeit, bis Anfang des 15. Jahrhunderts königliche Maler aus Konstantinopel die Innenwände der Panagia-Kirche, die in einem heute zerstörten Kloster eingebettet war, mit Wandmalereien hervorragender Qualität ausstatteten. Um die Ruinen des Klosters wurde im 17. Jahrhundert die Siedlung von Kapetaniana gegründet, das einzige bedeutende Dorf in den menschenleeren zentralen Asterousia-Bergen. Nach drei Jahrhunderten unbestrittener regionaler Bedeutung erlebte Kapetaniana in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine dramatische Zäsur, als die jungen Menschen ihr Dorf verließen, um in urbane Zentren umzusiedeln. Erst nach dem Bau eines agrotouristischen Resorts mitten im Ort durch die Renovierung einiger verlassener Häuser kam das Dorf vor wenigen Jahren als beliebtes Refugium und Treffpunkt für anspruchsvolle Gäste aus dem In- und Ausland plötzlich wieder zu neuer Blüte. Das Interessanteste in dieser rhythmischen Bewegung des „Pendels“ von Zentrum zur Peripherie und von Bedeutung zur Bedeutungslosigkeit (und zurück) ist, dass in manchen Fällen der dezentrale Charakter einer Periode der treibende Motor für einen Prozess war, der zur Zentralität führte und umgekehrt.

Dies sind nur einige Beispiele aus der langen Geschichte dieser Region, die zeigen, dass Landschaften und Orte zwar eigene unverwechselbare und intrinsische Qualitäten haben, die einen Großteil ihres „geographischen Feldes der Möglichkeiten“ bestimmen, aber auch, dass ihre Geschichte von einem wesentlich komplexeren Zusammenspiel geprägt ist, das über diese geographischen Qualitäten hinausgeht. Die Aufgabe des Archäologen ist es, diese Prozesse durch systematisches interdisziplinäres Arbeiten umfassend zu rekonstruieren. Dabei muss er die nötige methodologische Elastizität besitzen, die es ihm ermöglicht, seinen Blickwinkel immer wieder wechseln zu können, und sich zwischen der Mikro- (Ort), Meso- (Region) und Makroebene (überregionaler Kontext) zu bewegen.

Aktives Eingreifen in die diachrone Geschichte?

Die aktuelle Virulenz des Begriffs „Kulturelles Erbe“ stellt schließlich den Archäologen vor eine weitere Herausforderung. Die fortschreitende Entwicklung der (Klassischen) Archäologie zu einer echten Kulturerbe-Disziplin, die sich nicht nur mit der Vergangenheit, sondern auch mit deren Signifikanz für die Gegenwart auseinandersetzen muss, wirft die Frage auf, inwieweit es für Archäologen möglich ist, nicht nur die diachrone Geschichte einer marginalen Region systematisch zu erfassen, sondern auch aktiv in sie einzugreifen. Unter der Voraussetzung, dass

OSCILLATING PENDULUM

FROM RICHES TO RAGS

DIAMANTIS PANAGIOTOPOULOS

One of the things most frequently noted by archaeologists working in peripheral regions is the dramatic contrast between now and then – between the impressive heyday of a region in antiquity and its total insignificance in modern times. How can this discrepancy be explained? When the team of the Institute for Classical Archaeology and Byzantine Archaeology began its systematic exploration of Minoan Koumasa – a thriving Bronze Age centre (ca. 3000–1200 BCE) in southern Crete, not far from modern Koumasa, one of Crete’s most isolated villages – it was immediately confronted with this intriguing question, a key issue in current archaeological discourse.

The chequered history of many sites and landscapes across centuries or even millennia can be compared to the oscillation of a pendulum between the two extremes of significance and insignificance – proving that archaeological explanations can be valid only at the convergence between time and space. While landscapes and places have their own distinctive and intrinsic qualities which determine much of their “geographic field of possibilities”, their histories are shaped by a complex interplay of tangible and intangible processes that transcend these qualities. Therefore, in cultural landscapes like the Koumasa region, the archaeologist needs more methodological reflection and a multiscalar approach to identify the factors of historical change at the micro-, meso- and macro-level.

A further challenge arises when archaeologists seek to tear down the fence of an archaeological site and organically embed it into its modern environment. Provided that an archaeological project is long-term, it has the potential to change the fate of an isolated region on the basis of a participatory approach that takes note of scientific interests as well as the concerns of the local people. In this case, the researchers might be able to not just observe the pendulum of history but to set it in motion themselves. ●

PROF. DR DIAMANTIS PANAGIOTOPOULOS is professor of classical archaeology and joined Heidelberg University in 2003. He has been heading the interdisciplinary project “Minoan Koumasa. Reconstruction of an Archaeological Landscape” and the Heidelberg Corpus of Minoan and Mycenaean Seals (CMS) since 2012. Between 2012 and 2018 he was a board member of the Heidelberg Cluster of Excellence “Asia and Europe in a Global Context”. His research interests include landscape archaeology, archaeological theory, the anthropology of images, and strategies for preserving and unlocking cultural heritage.

Contact: dp@
zaw.uni.heidelberg.de

**“Archaeological hermeneutics
can only furnish credible
findings at the convergence
between space and time.”**



PROF. DR. DIAMANTIS PANAGIOTOPOULOS ist seit dem Jahr 2003 Professor für Klassische Archäologie an der Universität Heidelberg. Seit 2012 leitet er das interdisziplinäre Projekt „Das minoische Koumasa. Rekonstruktion einer archäologischen Landschaft“ sowie das Heidelberger Corpus der Minoischen und Mykenischen Siegel. Er war Mitglied des Vorstands des Heidelberger Exzellenzclusters „Asia and Europe in a Global Context“ (2012 bis 2018). Seine Forschungsschwerpunkte umfassen die Landschaftsarchäologie, archäologische Theoriebildung, Bildanthropologie und Strategien zur Erhaltung und Erschließung des Kulturerbes.

Kontakt: dp@zaw.uni.heidelberg.de

ein archäologisches Projekt langfristig angelegt ist, hat es das Potenzial, das Schicksal einer isolierten Region zu verändern. Für solch ein ehrgeiziges Ziel ist ein ganzheitlicher Ansatz erforderlich, der die archäologischen Aktivitäten über den Zaun eines archäologischen Areals hinaus und mitten in die moderne Gesellschaft führt.

Aus diesem Grund setzt sich das Heidelberger Feldprojekt als sein primäres Ziel nicht nur die lückenlose Dokumentation und Auswertung der Grabungsstätte von Koumasa, sondern auch die Entwicklung eines Masterplans, der der lokalen Bevölkerung die Perspektive einer nachhaltigen Entwicklung eröffnen soll, welche im Einklang mit der einzigartigen Geschichte dieser Landschaft stehen wird. In enger Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen anderer archäologischer Projekte und Disziplinen sowie mit den lokalen Gemeinden wollen wir daher diese unberührte Region als eine von Mensch und Natur geprägte kulturelle Landschaft erhalten, erforschen und fördern. „Kulturelle Landschaft“ soll dabei als ein homogenes Ganzes begriffen werden, das die Geologie, Geographie, Fauna und Flora, die materiellen Überreste der Vergangenheit und schließlich die Lebensweise der lokalen Bevölkerung mit ihren authentischen Praktiken und Gewohnheiten umfasst. Fest verankert in diesem Ganzen, das sowohl aus Vergangenheit als auch aus Gegenwart bestehen soll, wird die archäologische Stätte von Koumasa sein. Diese werden wir der lokalen Bevölkerung und den Besuchern nicht als eine konservierte, eingezäunte und streng geschützte „Ruinenlandschaft“ präsentieren, sondern als einen lebendigen Raum,

der organisch mit seiner modernen Umgebung verbunden sein kann. Letzteres soll im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit mit Soziologen und Architekten geschehen.

Die energische Rolle der modernen Archäologie in der Erschließung und nachhaltigen Förderung von kulturellen Landschaften stellt eine der großen Herausforderungen dieser Disziplin im 21. Jahrhundert dar. Die Heidelberger Klassische Archäologie ist für diese Herausforderung durch ihre bisherigen Aktivitäten und ihre aktuelle Mitwirkung in der Flagship-Initiative „Transforming Cultural Heritage“ bestens gewappnet. Somit bezweckt sie in der Region von Koumasa, das Pendel der historischen Zeit nicht nur zu beobachten, sondern auch in Bewegung zu setzen und für die Geschichte dieser Region eine neue Phase der Zentralität einzuleiten. ●

„Unter der Voraussetzung, dass ein archäologisches Projekt langfristig angelegt ist, hat es das Potenzial, das Schicksal einer isolierten Region zu verändern.“

AUF

ABSTAND

AUF ABSTAND ZUSAMMEN

DAS MITTELALTER ALS MODELL

ROMEDIO SCHMITZ-ESSER

Die allgegenwärtigen Online-Meetings der Corona-Zeit sind Ausdruck eines Konflikts von Zeit und Raum, den nicht nur die akademische Welt bei der Arbeit lösen muss: Wie kann man zusammenkommen und doch zugleich möglichst großen physischen Abstand halten? Anwesenheit bei gleichzeitiger physischer Abwesenheit ist allerdings kein neues Phänomen unserer pandemischen Zeit – tatsächlich sind Absenz und die daraus folgenden Strategien der Präsenzhaltung ein Thema mit langer historischer Vorgeschichte bis in das Spätmittelalter. Die historische Reflexion über Absenz und Präsenzhaltung in der europäischen Vormoderne hilft daher unmittelbar bei der Kontextualisierung unserer Praktiken in der Gegenwart.

ZUSAMMEN



Leidenschaftlich konnten sich Lehrende in diesen Tagen darüber streiten, ob Zoom, heiCONF oder Webex die besseren Möglichkeiten für die digitale Epoche universitärer Lehrveranstaltungen bieten. Allgegenwärtig aber ist die Hoffnung, dass die Präsenzlehre bald wieder zur Regel wird. Hinter diesem Diskurs steht ein Konflikt von Raum und Zeit: Wie können wir zugleich zusammenkommen und doch Abstand halten? Ein Substitut muss her, das die Absenz ausfüllt und die physisch abwesende Person vergegenwärtigt. Die Stimme, das Bild, ein Videoausschnitt sollen helfen, die Folgen der medizinisch gebotenen Vorgaben im Alltag zu mildern.

Doch so dramatisch der Einschnitt durch die Covid-19-Pandemie derzeit erscheint, so darf man aus historischer Perspektive zwei Hypothesen wagen: zum einen, dass gerade Zeiten von Epidemien weniger innovativ als konservierend wirksam werden; die Verunsicherung durch die Pandemie wird durch ein Festhalten am Etablierten kompensiert. Allerdings wirkt eine Pandemie wie ein Katalysator, indem sich in der Praxis bereits bestehende Entwicklungen nun beschleunigen, wie der Historiker Volker Reinhardt es zuletzt für die Pest des Spätmittelalters nochmals festhielt. Die in Ostasien bereits lange etablierten Gesichtsmasken, die man noch vor wenigen Jahren in Europa als Hygienetick gerne belächelte, begleiten uns heute ebenso wie bereits an sich alte digitale Hilfsmittel nunmehr zum strukturierenden Inhalt unseres Alltags geworden sind – die Videokonferenzen sind das eindringlichste Beispiel. Zum anderen lässt sich vermuten, dass – anders als es der derzeitige Diskurs ahnen lässt – die Epidemie keine allzu tiefe Zäsur im historischen Gedächtnis hinterlassen wird, denn das hat nicht einmal die Spanische Grippe nach dem Ersten Weltkrieg wirklich geschafft. Das ist umso bemerkenswerter, wenn man das Erinnern an diese Pandemie im frühen 20. Jahrhundert einmal mit der ausufernden Erinnerungskultur des davor liegenden Ersten Weltkriegs vergleicht, obwohl die Grippe wohl rund viermal so viele Menschenleben forderte.

Man könnte zunächst vermuten, dass Kriege nun aufgrund ihrer offensichtlich menschengemachten politischen Voraussetzungen eben der Nachwelt stets wichtiger erschienen als die scheinbar von der Natur ausgelöste Pandemie. Doch gerade lernen wir ja, dass nicht nur Naturkatastrophen ebenfalls menschengemachte Ursachen haben, sondern dass auch – wie es pointiert zuletzt die Medizinhistorikerin Katharina Wolff in Bezug auf die Pest feststellte – Pandemien im Sinne eines gesellschaftlich in Rückgriff auf das prävalente medizinische Verständnis der Krankheit gestalteten Ereignisses von Menschen „gemacht“ werden. Der Grund für diese divergierende Erinnerung von Erstem Weltkrieg und Spanischer Grippe liegt wohl vielmehr nicht zuletzt in der unterschiedlichen Bildsprache: Das blutige Gemetzel in den Gräben von Verdun, die Gasmasken und Panzer sind eindrücklichere Motive als Fotos von Sälen mit Krankenhausbetten.

Ein Phänomen mit langer Vorgeschichte

Was also überdauert und welche Strategien der Präsenthaltung gelingen? Um diese Frage zu beantworten, lohnt sich der Blick auf die lange Vorgeschichte des Phänomens. Eine Tagung an der Universität Heidelberg im Juli 2021 setzte sich eine erste Auslotung des Verhältnisses von „Absenz und Präsenthaltung“ zum Ziel. Und es zeigt sich, dass hier weit mehr als eine unmittelbare Zeiterscheinung angesprochen ist, nämlich eine Geschichte mit wahrlich mentalitätsgeschichtlicher und epochenübergreifender Dimension. Insbesondere seit dem Spätmittelalter lässt sich in den europäischen Gesellschaften ein breiter, umfassender Trend erkennen, geradezu eine Obsession mit dem Thema der Präsenthaltung. Das gilt für alle Bereiche der Gesellschaft. Im religiösen Diskurs wird der leidende, blutende Christus allgegenwärtig dargestellt, in der Mystik eine Vereinigung mit ihm herbeigesehnt. Die Transsubstantiation – die Wandlung von Brot und Wein in den Leib und das Blut Christi in der katholischen Messe – wird in einer gesteigerten Hostienverehrung und im Bild der Gregorsmesse beschworen, einem Thema der christlichen Ikonographie, das eine Vision von Papst Gregor I. zeigt, dem während einer Heiligen Messe der leibhaftige Christus als Schmerzensmann erscheint. In der Kunst lassen sich Orte kopieren, um sie den Zuhausegebliebenen zugänglich, erfahrbar und gegenwärtig zu machen; Beispiele für solche Vergegenwärtigungen des Absenten sind Bauten wie das Heilige Grab in Eichstätt oder in der Cappella Rucellai in Florenz, für das der Renaissancebaumeister Leon Battista Alberti die Maße des Jerusalemer Originals nutzte, oder das im mittelitalienischen Loreto der Überlieferung nach von Engeln aufgestellte und vielfach kopierte Haus der Maria aus Nazareth. Überall im vormodernen Europa wurden Orte nachgebildet, evoziert und präsent gehalten.

Dies alles hat auch direkt mit den Umwälzungen der Frühen Neuzeit zu tun, die dadurch überhaupt bedingt wurden: Der Besitz von Reliquien, die Zugang zum Himmel versprechen, erreichte schon rein quantitativ in den Heiliumssammlungen der Zeit um 1500 ganz neue Dimensionen. Es ist vielleicht kein Zufall, dass gerade der sächsische Kurfürst Friedrich der Weise nicht nur einer der Verteidiger Martin Luthers wurde, sondern zugleich auch der Besitzer einer der größten Reliquiensammlungen seiner Zeit war. Eine zentrale theologische Streitfrage der Konfessionalisierung war nun gerade die Transsubstantiation, die schon seit den Kirchenreformern John Wyclif und Jan Hus die Debatten dominierte; auch hier stand also die konkrete Form der Vergegenwärtigung Christi im Mittelpunkt der gesellschaftlichen Auseinandersetzung.

Politische Ikonographie im Alltag

Die Frage nach der Präsenthaltung ist aber auch für die historische Betrachtung politischer Prozesse besonders erhellend, denn auch hier ergibt sich ein frischer Blick

„Die Präsenthaltungsstrategien setzen zwar das Gefühl von Absenz voraus, doch sie arbeiten nicht zwingend auf deren Abschaffung hin, sondern können auch der Selbstvergewisserung einer sozialen Gruppe dienen.“

auf die Innovationsprozesse, die bis heute Grundlagen des Einsatzes politischer Ikonographie im Alltag darstellen. Wenn das Porträt des Bundespräsidenten oder der Verteidigungsministerin in Amtsstuben bis heute zur Grundausstattung gehört, so lässt sich auch hier diese Präsenthaltung der politischen Entscheidungsträger in direkter Linie auf das Herrscherporträt des Spätmittelalters zurückführen. Dies reicht vom österreichischen Herzog Rudolf IV. im 14. Jahrhundert bis zu Hyacinthe Rigauds Porträt Ludwigs XIV., von den spanischen Infantinnen, die Diego Velázquez so kunstvoll ins Bild setzte, bis zum geschickten Bildeinsatz unter Napoleon. Das Neue einer solchen Betrachtung unter den Bedingungen der Präsenthaltung liegt jedoch darin, dass nicht ein Prozess der Individualisierung der Porträts betrachtet wird, der seit dem Kulturhistoriker Jacob Burckhardt die Voraussetzung der Renaissance (und mit ihr implizit auch der Moderne) darstellte, sondern dass die Funktion und der Verwendungszusammenhang solcher Bilder in den Blick geraten.

Ein schönes Beispiel bietet Kaiser Friedrich III. Von ihm gibt es nicht nur Porträts in völlig unterschiedlichen Stilen – als Jüngling nach italienischer Renaissance-

Manier, als Herrscher im vollen Ornat nach nordalpiner Art. Er nutzte auch in besonderer Weise zur Kennzeichnung seines Besitzes und seiner Stiftungen seine berühmte Devise AEIOV, die er als Signatur in Schriften, Gegenständen und Bauten hinterließ und deren genaue Deutung bis heute unklar ist. Des Weiteren verwendete Friedrich III. Medaillen zur Vervielfältigung seiner Person, etwa indem er diese als Andenken an den Ritterschlag einer großen Gruppe von Adeligen in Rom anfertigen ließ, und Listen, um beispielsweise an jene Personen zu erinnern, die mit ihm in jungen Jahren ins Heilige Land gepilgert waren. Bei ihm kommen auch die bisher genannten Diskurse auffällig zusammen: Ein monumentaler Christophorus in der Hofkirche von Graz (dem heutigen Dom), einer Lieblingsresidenz der frühen Jahre Friedrichs III., weist die Gesichtszüge des Habsburgers auf. Bedenkt man, dass sich mit dem täglichen Anblick des Heiligen Christophorus der im Spätmittelalter gut belegte Glaube verband, dass dieser vor einem gefürchteten plötzlichen Tod bewahre, wird deutlich, dass der Imperativ der Präsenthaltung hier gleich doppelt schwer wog: Man musste den Kaiser geradezu täglich anschauen, auch wenn er selbst gar nicht vor Ort war.



PROF. DR. ROMEDIO SCHMITZ-ESSER ist seit dem Jahr 2020 Professor für Mittelalterliche Geschichte mit Schwerpunkt Spätes Mittelalter an der Universität Heidelberg. Nach dem Studium der Geschichte und Kunstgeschichte und seiner Promotion an der Universität Innsbruck (Österreich) war er von 2005 bis 2008 Stadthistoriker der Stadt Hall in Tirol (Österreich). 2008 wechselte er an die Ludwig-Maximilians-Universität München, an der er sich 2013 habilitierte. Von 2014 bis 2016 war Romedio Schmitz-Esser Direktor des Deutschen Studienzentrums in Venedig (Italien), bevor er 2017 auf die Professur für Allgemeine Geschichte des Mittelalters und Historische Hilfswissenschaften an der Karl-Franzens-Universität Graz (Österreich) berufen wurde, an der er bis zu seinem Wechsel nach Heidelberg forschte und lehrte.

Kontakt: romedio.schmitz-esser@zegk.uni-heidelberg.de

Ein neuer Blick auf den Raum-Zeit-Konflikt

So erschließt sich ein Feld der Forschung, das auf den Raum-Zeit-Konflikt mit neuen Augen blickt: Die Präsenthaltungsstrategien setzen zwar das Gefühl von Absenz voraus, doch sie arbeiten eben gar nicht zwingend auf deren Abschaffung hin. Vielmehr ist die Präsenthaltung selbst bereits nützlich, etwa für den Vergesellschaftungsprozess einer Gruppe wie einer Hofgesellschaft oder eines städtischen Patriziats. Vor diesem Hintergrund wird verständlicher, warum in Reichsstädten wie Nürnberg oder Frankfurt aufwändige kirchliche Begräbnisfeiern (Exequien) für den 1493 verstorbenen Kaiser Friedrich III. veranstaltet wurden, obwohl dieser in Linz gestorben und in Wien beigesetzt worden war. Die Absenz von Leichnam und Hof spielte keine Rolle, denn diese Exequien hatten für die Position als Reichsstadt und für die Verständigung der Stadtgesellschaft nach innen eine mindestens ebenso bedeutende Funktion wie sie als Signal der Loyalität an Friedrichs ebenfalls abwesenden Sohn, Maximilian I., gerichtet waren.

Dass dieses Thema tatsächlich eine Lücke der historischen Reflexion über Raum und Zeit darstellt, ist umso überraschender, als das gegenteilige Konzept, die „Präsenz“, bereits große Aufmerksamkeit erlangt hat. Das gilt insbesondere für zwei zentrale Forschungsfelder der geisteswissenschaftlichen Diskussion: die materielle Kultur und die Neue Kulturgeschichte des Politischen. Gilt auf der einen Seite etwa dem Heidelberger Sonderforschungsbereich „Materiale Textkulturen“ (SFB 933) die „Präsenz“ als einer seiner Schlüsselbegriffe, hat auf der anderen Seite die Ritualforschung die Bedeutung von performativen Akten und persönlichen Kontakten für das Funktionieren vor-moderner Gesellschaften in den letzten zwei Jahrzehnten

„Es lohnt sich für unsere eigene Gegenwart, über die Strategien der Präsenthaltung in einer langen historischen Perspektive vertieft nachzudenken.“

Geschichte und Kultur Europas und der Neuen Welt

Das 2005 gegründete Zentrum für Europäische Geschichts- und Kulturwissenschaften (ZEGK) ist ein Zusammenschluss von fünf Heidelberger Instituten: dem Historischen Seminar, dem Institut für Fränkisch-Pfälzische Geschichte und Landeskunde, dem Institut für Europäische Kunstgeschichte, dem Institut für Religionswissenschaft sowie dem Musikwissenschaftlichen Seminar. Ziel der Wissenschaftler*innen im Zentrum ist es, die Geschichte und die kulturellen Errungenschaften Europas und der Neuen Welt vom Frühmittelalter bis in die heutige Zeit zu erforschen. Durch die Allianz im ZEGK verstärken sie dabei ihre Kooperationen, nutzen Synergieeffekte und gewinnen in Lehre und Forschung an interdisziplinärer Kompetenz.

www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/philosophie/zegk

TOGETHER, YET APART

THE MEDIEVAL MODEL

ROMEDIO SCHMITZ-ESSER

The current pandemic situation leads to a conflict of space and time that greatly impacts academic work. How can teachers and students at universities come together to teach and learn, or take part in meetings and conferences, in times of physical distancing? They need a substitute that compensates for their physical absence and lets them interact as if they were face to face. Video conferencing programmes are one of the digital tools offering this possibility. The pandemic has boosted their use, but such tools are no invention of digitalisation. Rather, absence, and the consequent need to find alternative ways of being present or feeling presence, is a subject with a long history.

The late medieval period was an important era in this respect, as many of its discussions and discourses were downright obsessed with the notion of presence. From the theological dispute surrounding transubstantiation to the mystical representation of Christ, from the exaggerated worship of artefacts in relic collections to the image of the sovereign, whose portrait was circulated throughout society in the form of paintings, architecture, medals and printed matter. But this evocation of presence only makes sense where an absence was initially felt, and in many cases, it is an end in itself, rather than a means of ending absence. A historical reflection on absence and presence in European pre-modern times thus contributes directly to the contextualisation of our present-day practices. ●

PROF. DR ROMEDIO

SCHMITZ-ESSER joined Heidelberg University in 2020 as Professor of Medieval History with special focus on the late medieval period. He studied history and art history, and earned his PhD, at the University of Innsbruck (Austria), then worked as city historian for the city of Hall in Tyrol (Austria) from 2005 to 2008. In 2008 he transferred to LMU Munich, where he completed his habilitation in 2013. From 2014 to 2016 Romedio Schmitz-Esser headed the German Study Centre in Venice (Italy), before accepting the Chair of General History of the Middle Ages and Historical Auxiliary Sciences at the University of Graz (Austria), which he held until his transfer to Heidelberg.

Contact: romedio.schmitz-esser@zegk.uni-heidelberg.de

“Absence always presumes something whose presence can be imagined; if it is inconceivable, it cannot be absent.”

eindrücklich unterstrichen. Damit stellt sich aber auch hier die Frage, wie die Absenz, das Fernbleiben eines Herrschers, das Ausbleiben des Rituals, von einer Gesellschaft verarbeitet wurde, deren konstitutives Element damit unmittelbar und empfindlich berührt wurde. Ausgehend von Beobachtungen, die eine zunehmende materielle Substituierung von Absenz und einen immer regeren Diskurs um die Präsenzhaltung in einem langen europäischen Spätmittelalter erkennen, kann man also nach dem konkreten Ort der Präsenzhaltung und den Dimensionen der Absenz fragen.

Die Vergegenwärtigung des Todes

Wagen wir zuletzt noch einen Blick auf die kulturelle Ebene der spätmittelalterlichen Gesellschaft. Hier ließe sich die Vergegenwärtigung des Todes herausgreifen, denn er stellt durchaus eine neue Figur dar, die als personifizierter Tod erst im Hochmittelalter in Bild und Text aufkam und denkbar wurde. Auch hier war es eine Pandemie, die Pest des 14. Jahrhunderts, die zwar nicht zur Erfindung neuer Bildtypen, aber zu deren massiver Verbreitung führte: Im Totentanz, in der Geschichte der Drei Lebenden und der Drei Toten, auf den Grabmonumenten, die die Verstorbenen als verwesende Leichen zeigten, wurde der stets bedrohliche Tod im spätmittelalterlichen Alltag präsent gehalten. Auch hier bildete die Präsenzhaltung eine Strategie der Krisenbewältigung, der Überwindung eines geradezu transzendentalen Problems von Raum und Zeit, der Endlichkeit unseres Lebens. Als „Memento mori“-Motiv blieb es zumindest bis in den Barock fester Bestandteil europäischer Auseinandersetzung mit der Endlichkeit des menschlichen Daseins.

Damit kehren wir gedanklich aber auch zurück zu den anfänglichen Überlegungen zur Präsenzhaltung von Epidemien: Oft schon ist beobachtet worden, dass der Tod und das konkrete Sterben im Krankenhaus aus unserer Gesellschaft immer mehr verbannt werden. War im Mittelalter das Ideal das vorbereitete langsame Sterben im eigenen Bett, umgeben von Freunden, Familie und einem Priester, hoffen die meisten Zeitgenossen heute doch auf einen raschen unvorbereiteten Tod. Covid-19 hat aber auch hier durch die Abstandsmaßnahmen, die ein einsames Sterben erzwingen, ebenso als Katalysator der bereits bestehenden Entwicklung gewirkt. Somit bleibt zum Schluss die Frage, ob dies mittelfristig einen noch nachhaltigeren Ausschluss der Sterbenden und Toten aus der Mitte der Gesellschaft bewirken wird.

Ein letzter Gedanke, der dem sich anbahnenden Projekt rund um die Begriffe der Absenz und Präsenzhaltung inhärent ist, sei dazu angeschlossen: Absenz setzt immer etwas voraus, dessen Präsenz gedacht werden kann; was einfach nur nicht ist, kann nicht per se absent sein. Präsenzhaltung hingegen hat wie gesagt nicht das Ziel

einfacher Abschaffung der Absenz, sondern kann auch der Selbstvergewisserung einer sozialen Gruppe dienen. So hat auch die gegenwärtige Pandemiesituation einen Diskurs um die Digitalität als Ersatz der Präsenz angeregt, der alle Bereiche des Alltags von der persönlichen Freundschaftspflege zum familiären Zusammensein, von Bildung, Schule, Forschung samt Tagungsorganisation in der Wissenschaft bis hin zum religiösen Vergemeinschaftungsprozess betrifft. Die Modernisierung durch Digitalisierung scheint hier vordergründig eine optimistische Lösungsstrategie. Dabei werden aber auch zugleich die Probleme der physischen Absenz und die durch die Kontaktbeschränkungen auftretenden Limitierungen für die gesamte Gesellschaft überdeutlich. Eine Lösung besteht in der Suche nach materiellen, rituellen oder digitalen Substituten, durch die diese Folgen der physischen Absenz abgemildert werden sollen. Es lohnt sich also für unsere eigene Gegenwart, über die Strategien der Präsenzhaltung in einer langen historischen Perspektive vertieft nachzudenken. ●

„Absenz setzt immer etwas voraus, dessen Präsenz gedacht werden kann; was einfach nur nicht ist, kann nicht per se absent sein.“



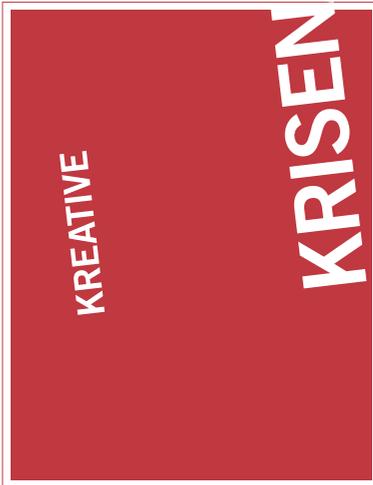
GEOINFORMATIK
UNTER BEOBACHTUNG
UMWELTMODELLE IN 4D
BERNHARD HÖFLE

42



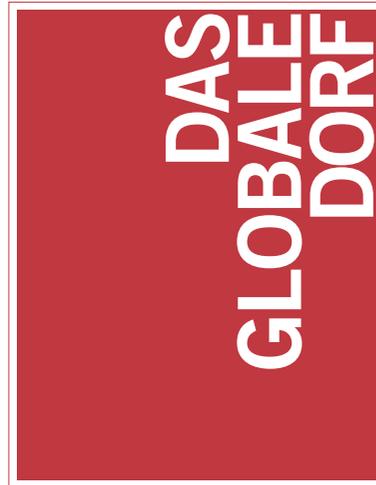
HUMAN GEOGRAPHY
TRANSNATIONAL SPACES
THE MIGRANT EXPERIENCE ACROSS THE AMERICAS
SOLEDAD ÁLVAREZ VELASCO

50



INTERDISZIPLINÄRE UMWELTFORSCHUNG
KREATIVE KRISEN
BRÜCHE UND ÜBERGÄNGE
FRIEDERIKE REENTS, TANJA GRANZOW & JACQUELINE LORENZEN

60



WIRTSCHAFTS- UND SOZIALGEOGRAPHIE
DAS GLOBALE DORF
DIE GEOGRAPHIE DER WELTWIRTSCHAFT
JOHANNES GLÜCKLER

70

KAPITEL



UNTER

BEOBACHTUNG

UNTER BEOBACHTUNG

UMWELTMODELLE IN 4D

BERNHARD HÖFLE

Rund um die Uhr beobachten Laserscanner beispielsweise das Abschmelzen von Gletschern oder kontrollieren Küstenregionen, die von Erosion betroffen sind. Dabei generieren sie riesige Datenmengen. Heidelberger Geoinformatiker*innen haben eine Methode entwickelt, die es erstmals erlaubt, die von Beobachtungssystemen erzeugte Datenflut automatisch auszuwerten. Das ist eine wichtige Voraussetzung, um vor gefährlichen Veränderungen der Erdoberfläche frühzeitig zu warnen und bislang unbekannte ursächliche Umwelteinflüsse zu identifizieren.

D

Die Erde wechselt ständig ihre Oberflächengestalt. Die Veränderungen erfolgen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen, sie gehen auf natürliche Ereignisse zurück oder werden von Menschen gemacht. Diese Dynamik interessiert die Umwelt- und Geowissenschaften. Sie wollen die Prozesse und Aktivitäten erklären und künftige Auswirkungen vorher-sagen. Besonders wichtig sind Phänomene an der Erdoberfläche, die unmittelbar den Menschen betreffen. Beispiele sind gefährliche Naturereignisse, etwa Erdbeben, Hochwasser oder Waldbrände. Aber auch langsamer ablaufende Prozesse wie das Waldsterben oder das Abschmelzen der Gletscher aufgrund des menschengemachten Klimawandels zählen dazu. All diese physiogeographischen Phänomene hinterlassen in der Landschaft Spuren. Diese lassen sich mit modernen wissenschaftlichen Methoden und neuester Technologie sichtbar machen - bevor sie sich auf den Menschen auswirken.

Um die komplexen geographischen Zusammenhänge bis ins Detail nachvollziehen zu können, hat die Heidelberger

Geoinformatik am Geographischen Institut computerbasierte Methoden entwickelt. Sie erlauben es, die Landschaftsdynamik dreidimensional zu erfassen und zu analysieren. Die Daten werden mithilfe von Laserscannern am Boden oder aus der Luft, Kameras auf Drohnen oder satellitenbasierten Radarsystemen gewonnen. Diese Beobachtungssysteme können die Erdoberfläche und Objekte wie Bäume oder Gebäude sehr präzise als digitales dreidimensionales Modell abbilden. Die 3D-Geodaten lassen sich sodann mit speziellen Algorithmen automatisch auswerten. Das macht es möglich, die Prozessabläufe zeitlich höher aufzulösen und mit noch größerer Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu untersuchen. Modifikationen der Erdoberfläche lassen sich so exakter quantifizieren und unbekannte Mechanismen der Landschaftsveränderungen identifizieren. Die so erarbeiteten Forschungsergebnisse verbessern nicht nur unser geographisches Grundlagenwissen über die Dynamik der Erdoberfläche, auch direkte Anwendungen werden möglich, etwa um die Wald- und Baumgesundheit zu überwachen oder um vor gefährlichen Ereignissen, etwa dem Abrutschen von Hängen oder Waldbränden, frühzeitig zu warnen.

Von 3D zu 4D

Die 3D-Erdbeobachtung hat in den letzten Jahren enorme wissenschaftliche und technische Fortschritte gemacht. Zuvor sind derartige Beobachtungen nur sehr sporadisch und in Abständen von bis zu fünf Jahren erfolgt. Heute hat sich die Beobachtungsfrequenz ganzer Landschaften auf Tage, ja sogar Stunden reduziert. Inzwischen sprechen wir nicht mehr von 3D-, sondern von 4D-Geodaten: Unsere



PROF. DR. BERNHARD HÖFLE ist seit dem Jahr 2017 Professor für Geoinformatik und 3D-Geodatenverarbeitung und Leiter der Arbeitsgruppe „3DGeo“ am Geographischen Institut der Universität Heidelberg. Nach einem Geographiestudium in Innsbruck (Österreich) und Uppsala (Schweden) und seiner Promotion an der Universität Innsbruck im Jahr 2007 war er zunächst als Postdoktorand an der Technischen Universität Wien (Österreich) und der Universität Osnabrück tätig. 2010 wechselte er als Teamleiter in die Abteilung Geoinformatik der Universität Heidelberg, wo er 2011 eine Juniorprofessur übernahm. Bernhard Höfles Forschungsschwerpunkte sind die Entwicklung neuer Methoden für die Analyse von Geodaten, der automatischen Prozessierung von 3D/4D-Punktwolken und der Kombination von 3D-Geodaten mit Fernerkundung sowie 3D-Crowdsourcing. Er ist Mitglied des Interdisziplinären Zentrums für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) und des Heidelberg Center for the Environment (HCE) der Universität Heidelberg.

Kontakt: hoefle@uni-heidelberg.de

Interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen

Das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) ist einer von drei im Rahmen der Exzellenzstrategie geförderten interdisziplinären Inkubatoren der Universität Heidelberg, die alle Bereiche der Universität verbinden und neue Forschungsinitiativen initiieren sollen. Es wurde 1987 als bundesweit erstes universitäres Forschungszentrum seiner Art gegründet und bearbeitet Fragestellungen aus Natur-, Technik- und Geisteswissenschaften mit dem Methodenrepertoire des Wissenschaftlichen Rechnens: mathematischer Modellierung, Simulation und Optimierung, Bild- und Datenverarbeitung sowie Visualisierung. Als Querschnittsdisziplin, die entscheidend zur Lösung anspruchsvoller Probleme aus Wissenschaft und Technik beiträgt, gilt das Wissenschaftliche Rechnen als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Seine Methoden kommen bei so unterschiedlichen Fragestellungen wie dem Entwurf effizienter Brennstoffzellen, der Simulation der Vorgänge beim Hirninfarkt oder der Prognose des Pestizidabbaus im Boden zum Einsatz.

Das IWR umfasst aktuell 54 Forschungsgruppen aus unterschiedlichen Fakultäten, darunter sechs von jungen Wissenschaftler*innen geführte Nachwuchsgruppen; rund 500 Forscher*innen arbeiten in interdisziplinären Kooperationen zusammen. Neben Mathematik, Physik, Chemie und Informatik sowie den Lebenswissenschaften sind zunehmend auch Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Psychologie, Kognitionswissenschaften sowie Geistes- und Kulturwissenschaften vertreten. Die Infrastruktur des IWR umfasst unter anderem Hochleistungsrechner, 3D-Graphiklabore sowie spezielle Laserscanner. Im Scientific Software Center (SSC) am IWR wird die Erstellung und nachhaltige Anwendung wissenschaftlicher Software für alle Wissenschaftler*innen der Universität unterstützt. Auf Initiative des IWR entstand 2007 die im Rahmen der Exzellenzinitiative geförderte „Heidelberger Graduiertenschule der mathematischen und computergestützten Methoden in den Wissenschaften“ (HGS MathComp), an der derzeit rund 100 Doktorand*innen forschen.

www.iwr.uni-heidelberg.de

Beobachtungssysteme können die Dynamik physiogeographischer Phänomene nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich detailliert erfassen, beispielsweise Änderungen im Tages- und Nachtverlauf. Statt wie bisher nur einzelne Bilder mit Jahresabstand aufzunehmen, können wir Änderungen

an der Erdoberfläche nun wie in einem „3D-Video“ beobachten und die aufgenommenen Zeitserien und großen 3D-Datensätze mit Algorithmen automatisch analysieren.

Eine bereits erfolgreich für die 4D-Beobachtung eingesetzte Methode ist das permanente Laserscanning: Dabei erfasst ein Laserscanner seine Umgebung stündlich von einem fixen Standpunkt aus mit Reichweiten bis zu 4.000 Metern. Das Ergebnis ist eine dichte Zeitserie von „Screenshots der Landschaft“ im Detailmaßstab, die selbst kleinste Veränderungen des Geländes oder der Vegetation erkennen lassen. Derartige Laserscansysteme werden schon heute weltweit, auch unter Heidelberger Beteiligung, für die unterschiedlichsten Aufgaben eingesetzt, beispielsweise, um Gletscher, Küstenabschnitte, Wälder oder Hänge zu beobachten.

Der Dauerbetrieb rund um die Uhr an sieben Tagen der Woche produziert enorme Datenmengen – Laserscanner arbeiten mit mehr als einer Million Messungen pro Sekunde und erzeugen eine sehr datenreiche, aber informationsarme Ausgangssituation. Die Auswertung dieser enormen Datenmenge kann nicht manuell erfolgen, sie ist nur mit Computern möglich („Machine Learning“). Diese extrahieren aus der riesigen Anzahl einzelner 3D-Messungen relevante Informationen und generieren daraus sogenannte 4D-Punktwolken. Auf diese Weise lassen sich etwa bei Gletschern gefährliche Spalten und Eisabbrüche identifizieren, es lassen sich Hänge erkennen, die abzurutschen drohen, oder Waldbereiche detektieren, die sich aufgrund von Schädlingsbefall oder Trockenstress in kurzer Zeit stark verändert haben.

Neue Wege gehen

Ein weiterer Fortschritt ist die Methode der sogenannten 4D-Änderungsobjekte („4D-Objects-By-Change“), die federführend von der Heidelberger Geographin Katharina Anders entwickelt wurde. Dem neuen Verfahren liegt ein Algorithmus zugrunde, der einen wichtigen Vorteil bringt: Das System kann angewendet werden, ohne schon zuvor ein umfangreiches geographisches Wissen über das Untersuchungsgebiet zu besitzen. Auch bislang gänzlich unbekannte Änderungsarten der Erdoberfläche können dank des Algorithmus in einer riesigen Datenbank von 3D-Laser-Punktmessungen aufgefunden und Zusammenhänge mit Umwelteinflüssen hergestellt werden.

Der Algorithmus lässt es darüber hinaus zu, auch solche Änderungsprozesse zu trennen und messbar zu machen, die sich zeitlich oder räumlich überlagern. Ein Beispiel: Wenn sich die Höhe eines Gletschers an einem bestimmten Ort verändert hat, kann der Grund dafür ein längerfristiges Abschmelzen während der Sommermonate sein, ein kurzfristiger Schneefall in der Nacht zuvor oder eine Lawine, die in der vergangenen Woche abgegangen ist. Zum Messzeitpunkt überlagern sich diese Ereignisse.

„Inzwischen sprechen wir nicht mehr von 3D-, sondern von 4D-Geodaten: Die Beobachtungssysteme können physiogeographische Phänomene nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich detailliert erfassen.“

Wenn man – wie mit den herkömmlichen Methoden – lediglich zwei Messzeitpunkte miteinander vergleichen kann, lassen sich die Prozesse nicht trennen. Die Berechnung der Massenbilanz des Gletschers kann davon beeinflusst werden. Infolgedessen werden langfristige Veränderungen des Gletschers womöglich fehlerhaft berechnet und bei der Betrachtung ursächlicher Umwelteinflüsse die falschen Schlüsse gezogen. Mit der neuen Heidelberger Methode lassen sich die Änderungsobjekte, ihre Lage, ihr zeitlicher Verlauf und die Änderungsvolumina detektieren. Das erlaubt eine tiefgreifende geographische Analyse der Prozesse. In die Untersuchungen werden zudem verschiedene Umweltmessdaten und Geländebefunde sowie computerbasierte Modellierungen einbezogen. Die derart erarbeiteten Forschungsergebnisse können beispielsweise in wissenschaftliche Modelle für Gletscherbewegungen, Hangrutschungen, Felsstürze, Waldentwicklung und Küstenerosion einfließen.

Fundamentale Änderung

Der Algorithmus der 4D-Änderungsobjekte konnte mittlerweile so weiterentwickelt werden, dass die Suche nach

Veränderungen der Erdoberfläche vollautomatisch erfolgen kann. Die Automatisierung ist ein entscheidender Schritt: Sie ist die Voraussetzung dafür, die Methode in Überwachungs- und Frühwarnsystemen künftig autonom und nahezu in Echtzeit einsetzen zu können. Auch der Einsatz auf Geländefahrzeugen oder Robotern, die mit Laserscannern bestückt sind, ist denkbar – auf der Erde wie auf anderen Planeten. Eine Anwendung der autonom agierenden Aufnahmesysteme, die auf das Monitoring von Waldflächen abzielt, wird derzeit gemeinsam mit Wissenschaftlern der amerikanischen Weltraumbehörde NASA entwickelt.

Die Heidelberger Methode der automatischen Analyse von Geodaten könnte auch der Ausgangspunkt für eine sehr fundamentale Änderung der Art und Weise sein, in der wir unsere Erdoberfläche beobachten. Denn alle aktuellen digitalen Strategien zur Erdbeobachtung, ob lokal oder global, haben eines gemeinsam: Während der Beobachtung ist es nicht möglich, auf das Phänomen einzugehen, das beobachtet wird. Es findet lediglich eine „Top-Down-Steuerung“ statt: Basierend auf Erfahrungswerten wird ein

Beobachtungssystem – beispielsweise eine Drohne, ein Laserscanner oder Satellit – programmiert; dann nimmt das System das Interessengebiet zeitlich und räumlich auf. Anschließend werden die aufgenommenen Daten analysiert. Die retrospektiv gewonnenen Informationen führen meist erst wesentlich später – wenn überhaupt – dazu, künftige Beobachtungen an die neuen Erkenntnisse anzupassen. Da die Erdoberfläche von Umweltphänomenen räumlich wie zeitlich sehr unterschiedlich verändert wird, führt die bislang übliche retrospektive Beobachtungsstrategie nicht selten dazu, dass gewisse Gebiete zu selten oder nicht ausreichend genau beobachtet werden. Andere Bereiche hingegen werden unnötig häufig und zu detailliert erfasst. Die Konsequenz ist, dass wir viele Veränderungen verpassen, weil wir sie in der unnötig erzeugten Datenflut nicht sehen können.

Ziel unserer aktuellen Forschungsarbeiten ist es, die Beobachtung zu optimieren, indem wir die 4D-Aufnahme sowie die automatische Datenauswertung eng mit dem Sensorsystem koppeln. Das soll es erlauben, die automatische Datenaufnahme räumlich und zeitlich gezielt an aktuelle Änderungsdynamiken anzupassen – und von den aufgenommenen Daten zu lernen. Mit den modernen Methoden der Künstlichen Intelligenz, dem Einbeziehen unseres geographischen Wissens und dem schnellen Zugriff auf die

Heidelberg Center for the Environment

Das Heidelberg Center for the Environment (HCE) vernetzt als einer von drei im Rahmen der Exzellenzstrategie geförderten interdisziplinären Inkubatoren der Universität Heidelberg die umweltorientierte Forschung. Das 2011 als Teil des Zukunftskonzepts der Universität gegründete Zentrum will über Fächer- und Disziplinengrenzen hinweg den ökologischen Auswirkungen des natürlichen, technischen und gesellschaftlichen Wandels auf den Menschen wissenschaftlich begegnen und so große gesellschaftliche Herausforderungen der Zukunft gestalten. Dabei setzt das HCE gezielt auf eine enge interdisziplinäre und integrative Zusammenarbeit, da die Komplexität und die kulturelle Gebundenheit der heutigen Umweltprobleme das Analyseraster einzelner Methoden oder Disziplinen sprengen. Mit ihren vielfältigen Einrichtungen und Kompetenzen in den Umweltwissenschaften sticht die Universität Heidelberg auch international als ein Ort heraus, an dem diese Gesamtsicht auf die Umwelt entwickelt und gleichzeitig in die Lehre und den öffentlichen Diskurs eingebracht werden kann.

www.hce.uni-heidelberg.de

„Laserscanner arbeiten mit mehr als einer Million Messungen pro Sekunde und erzeugen eine zwar datenreiche, aber informationsarme Ausgangssituation.“

UNDER OBSERVATION

ENVIRONMENTAL MODELS IN 4D

BERNHARD HÖFLE

The observation of environmental changes using digital measurement systems is an essential step towards improving our knowledge of complex human-environment interactions and thus represents the basis for sustainable and successful action. Current 4D observation systems in geosciences and environmental sciences, such as topographic laser scanning, provide dense (e.g. hourly) time series of precise 3D models of a dynamic Earth surface. Heidelberg geoinformation scientists are developing new computer-based methods that allow relevant information to be extracted automatically from these large datasets.

The data analysed with the new algorithms are supplied by permanently running 3D laser scanning systems installed in the field, which enable highly precise observations of, among other things, landslides, glaciers and coastal beaches affected by erosion. A key strength of the Heidelberg methodology is the fact that the data analysis can be highly automated and that the geographic changes do not have to be known and defined in advance. This makes it possible to detect previously unknown change processes of the Earth's surface in very large datasets and to establish new causal relationships with environmental conditions. In the future, these methods should be able to react directly to the observed changes and could then be used on intelligent, autonomous observation platforms. To this end, the algorithms will have to be transferred into a scientific software under open-source licence. ●

PROF. DR BERNHARD HÖFLE has held the professorship of GIScience and 3D Geospatial Data Processing and headed the “3DGeo” research group at Heidelberg University’s Institute of Geography since 2017. Following his studies of geography in Innsbruck (Austria) and Uppsala (Sweden) and his doctorate at the University of Innsbruck in 2007, he first worked as a post-doctoral fellow at TU Wien (Vienna, Austria) and at Osnabrück University. In 2010 he became a team leader in the GIScience department of Heidelberg University, where he accepted a junior professorship in 2011. Bernhard Höfle’s research interests are the development of new methods for geodata analysis, automatic processing of 3D/4D point clouds and the combination of 3D geodata with remote sensing and 3D crowdsourcing. He is a member of the Interdisciplinary Center for Scientific Computing (IWR) and of the Heidelberg Center for the Environment (HCE) at Heidelberg University.

Contact: hoefle@uni-heidelberg.de

“We no longer speak of 3D, but of 4D geodata: the observation systems can precisely record not just the spatial, but also the temporal dimension of physiogeographic phenomena.”

„Unsere Forschungsergebnisse können in Modelle für Gletscherbewegungen, Hangrutschungen, Felsstürze, Waldentwicklung und Küstenerosion einfließen.“

bislang erfasste Datenbasis wird es möglich, die Entscheidung über die zukünftige Erfassung nahezu in Echtzeit auf dem Sensor zu treffen. Künftig sollen die Methoden direkt auf die beobachteten Änderungen reagieren und auf autonom agierenden intelligenten Aufnahmeplattformen zum Einsatz kommen.

Die erfolgreiche wissenschaftliche Publikation ist nicht der Endpunkt, sondern ein Zwischenschritt der Forschung in vielen Bereichen der Geoinformatik. Neben der rein wissenschaftlichen Publikation ist es wichtig zu bedenken, dass der breite und erfolgreiche Einsatz unserer wissenschaftlichen Methoden wesentlich von der freien Verfügbarkeit und Zugänglichkeit der wissenschaftlichen Software abhängt. Wichtige Voraussetzungen dafür sind eine fundierte technische Implementierung der wissenschaftlichen Software und ein freier Zugang zum Quellcode („Open Source“). Neben der Erhöhung der Transparenz, der Nachvollziehbarkeit und der maximalen Verwendbarkeit des Bestehenden, ermöglicht es ein Open-Source-Projekt, die Methode und die Software sowohl in der Gemeinschaft der Forschenden als auch gemeinsam mit Anwendungspartner*innen in der Wirtschaft zu entwickeln.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird derzeit in Heidelberg in enger Kooperation mit dem im Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) neu geschaffenen „Scientific Software Center“ (SSC) ein neues Methodenspektrum zur operationellen Auswertung von geographischen

4D-Punktwolken entwickelt. Über die neue „Open-Source-Toolbox“ sollen die neuesten Forschungsergebnisse und Methoden ohne jegliche Nutzungsbeschränkungen leicht zugänglich gemacht werden. Auch in den Geo- und Umweltwissenschaften wird die freie Nutzung wissenschaftlicher Daten („Open Data“) immer wichtiger, idealerweise gemeinsam mit der frei zugänglichen Publikation („Open Access“) und Software.

Die wissenschaftliche Software hat bislang in vielen Bereichen noch immer den Beigeschmack einer „unwissenschaftlichen“ Anwendung, die außerhalb der eigentlichen Forschung stehe und im besten Falle ein „Nice-to-Have“ sei. Im Falle der Erdbeobachtung und Geoinformatik aber sind digitale Methoden und Daten zentral. Umso wichtiger ist es, Grundlagenerkenntnisse zügig in die wissenschaftliche Software zu transferieren. Dieser Transfer muss in Zukunft wesentlich gestärkt werden, damit ausreichend Mittel für diese „Must-have“-Aufgabe verfügbar sind. Auch das ist ein Ziel des neuen Heidelberger Scientific Software Center. ●

**TRAINS
NATIONAL**

SPACES

TRANSNATIONAL SPACES

THE MIGRANT EXPERIENCE ACROSS THE AMERICAS

SOLEDAD ÁLVAREZ VELASCO

As a result of new global and regional migratory patterns, migration has been on the rise across the Americas. In the past decade, two extended migratory corridors have emerged, connecting the Andean Region with Central America, Mexico and the US towards the north, and with the countries of the Southern Cone towards the south. Products of power relations around migrant mobility and control, these corridors have given rise to new geographies and new forms of mobility. How the tension between undocumented migrant mobility and reinforced border control regimes across the Americas gives rise to spatial and temporal transformations is the subject of ethnographic research carried out by scientists at the Heidelberg Center for Ibero-American Studies.

W

What do La Peñita, a Panamanian village near the border with Colombia, the Mexican towns of Tapachula and Tijuana, Huaquillas in Ecuador and Arica on the border between Chile and Peru have in common? From a traditional cartographic view, it would seem that, apart from all of them being border towns, these Latin American localities do not share any other features. In fact, however, they are key stepping stones for global migrants travelling north to the US and south to other Latin American countries. Because of this, these seemingly disconnected locations are simultaneously spaces of mobilities, control, crossing and waiting times.

Spatial connectors between the Americas

Since the second decade of the twenty-first century, every month about 2,000 undocumented migrants in transit to the US reach La Peñita from countries as distant as Nepal, Bangladesh and Cameroon, but also from Cuba or Haiti. This border town, and Panama as a whole, are spatial connectors between the Americas through which roughly 25,000 undocumented migrants from all over the world annually transit from south to north. The effects are felt as far afield as Tapachula and even Tijuana, localities that receive these diverse thousands of migrants in transit to the US.

If La Peñita is a global connector on the path northwards, Huaquillas plays the same role on the journey southwards. Haitians, Dominicans, Cubans, Venezuelans, Ecuadoreans, Colombians and, to a lesser extent, African migrants pass through this Ecuadorean border town. In 2019, people from 130 different countries reached Huaquillas and more than 700,000 departures were counted at the official checkpoint. Whereas many migrants stay in Peru, hundreds continue southwards. That is why South American, Caribbean, and African migrants, after transiting Peru, reach the Chacalluta border on their way to Arica, many of them continuing on into Argentina. When reading the map of the Americas, it becomes clear that a global diaspora on the move, comprising undocumented migrants in transit, articulates the Andean Region with La Peñita, Tapachula, and Tijuana to the north, and Huaquillas and Arica to the south.

New forms of migration

The new millennium brought a transformation of global migratory patterns, and the Americas were no exception.

Many migrants from Asian and African countries, prompted by conflict, war, and restrictive immigration policies adopted in Europe, arrived searching for refuge and intending to reside there, while others have used South American countries as stepping stones on their undocumented transits to the US. Simultaneously, the deepening of systemic inequality and poverty and the effects of climate change in Latin American and Caribbean countries have increased traditional transits of undocumented Latin American and Caribbean migrants to the US. In response, US anti-migrant policies have intensified, leading to more violence across transit routes and diversions of migrations to South American destinations. In addition, the massive Venezuelan exodus since early 2016 has resulted in incessant continental transits, primarily within South America.

Undocumented transit migration is not only part of the new geography of migration in the Americas, but is reshaping that geography. One of the ways in which it affects the continental map is through the spatial and temporal production of two extended migratory corridors: 1) a northern corridor connecting the Andean Region, Central America, Mexico, and the US; and 2) a southern corridor connecting the Andean Region with Southern Cone countries – with La Peñita, Tapachula, Tijuana, Huaquillas, and Arica being just some of the Latin American localities constituting them.

Mobility, control, and spatial production

In its annual “World Migration Report” (2020), the International Organization for Migration (IOM) pinpoints the following as the most relevant corridors in the Americas: Mexico – US, El Salvador – US, Cuba – US, Dominican Republic – US, Guatemala – US, and Venezuela – Colombia. However, migratory corridors are more than unidirectional movements between two bounded territories. Following Lefebvre, they should be conceptualised instead as contingent and heterogeneous spaces of dispute produced from power relations.

Shaped by capitalism, human mobility is one of the central dynamos of the social production of space. In fact, capitalism dictates the speed and rhythm with which bodies (or objects) can move, including where and how they move. Mobility, control, and space are mutually constitutive. Controlling migrant mobility has been a sine qua non function of nation-states since their inception, legitimising two state fictions: a sovereign dominion over a territorially “fixed” bounded space, and the governance of a national population differentiated from those presented as non-nationals. It also feeds national capitalist accumulation by regulating the entry and exit of exploitable labour embodied in migrant workers. The tension between mobility and control resides at the heart of unequal global geographical development and its border regimes. This tension explains the



JUNIOR PROF. DR SOLEDAD ÁLVAREZ VELASCO holds a PhD in Human Geography from King's College London (UK). Before joining the Heidelberg Center for Ibero-American Studies (HCIAS) in September 2021, she was a post-doctoral fellow in the Department of Comparative Cultural Studies at the University of Houston (USA). Her research analyses the interrelationship between mobility, control and spatial transformations across the Americas. She focuses on the intersection between undocumented south-north transit migration, border control regimes, the formation of migratory corridors across the Americas and the migrant struggle across these transnational spaces. She also studies the irregularised movement of unaccompanied migrant children and the dynamics of transnational smuggling networks operating across migratory corridors in the continent.

Contact: soledad.alvarez@uni-heidelberg.de

“Undocumented transit migration is not only part of the new geography of migration in the Americas, but is reshaping that geography.”

“The tension between mobility and control resides at the heart of unequal global geographical development and its border regimes.”

Heidelberg Center for Ibero-American Studies

Das Heidelberg Center for Ibero-American Studies (HCIAS) ist eine 2019 gegründete zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität Heidelberg an der Schnittstelle zwischen Geistes-, Sozial- und Verhaltenswissenschaften. Es beschäftigt sich mit interdisziplinären Fragen, die die Makroregion Ibero-Amerika betreffen – Lateinamerika und die Iberische Halbinsel sowie die damit historisch oder sozioökonomisch verbundenen Regionen. Damit ergänzt das HCIAS die institutionellen regionalen Schwerpunkte Südasiens, Ostasiens und Nordamerika und trägt zur Profilschärfung der Area Studies an der Universität Heidelberg bei. Geleitet wird das HCIAS von dem spanischen Sprachwissenschaftler Prof. Dr. Francisco Moreno-Fernández, der 2019 mit einer Humboldt-Professur an die Universität Heidelberg wechselte.

Die Forschungsaktivität des HCIAS richtet sich auf das globale Thema „Räume und Dynamiken“, das den Rahmen definiert, in dem sich die Forschung den sozialen, kulturellen und umweltbedingten Realitäten Lateinamerikas mit all ihren inneren und äußeren Entwicklungen, Transformationen und Verflechtungen nähert. Innerhalb dieses Rahmens entsteht ein ganzheitliches Netz aus Perspektiven, das sich in drei allgemeine Bereiche gliedert: soziale Transformationen und soziale Kohäsion, Globalisierung und Mobilität des kulturellen und natürlichen Erbes sowie gesellschaftliche und kulturelle Kommunikation.

www.uni-heidelberg.de/hcias/de.html

production of migratory corridors like those shaping the new geography of the Americas. These are abstract spaces which exist as products of historical and social circumstance. Accordingly, migratory corridors should be conceived as transnational social spaces, products of power relations around migrant mobility and control.

To capture the spatial complexity of migratory corridors, it is worth focusing on one type of migrant mobility, such as undocumented transit migration. From the autonomy of the migration perspective, this type of mobility should be conceived as a contingent social force that responds to systemic violence and the current border regime that criminalises this movement in its insistence to control it. During crossing and waiting times, migrants deploy practices and strategies of solidarity and care while negotiating with the various actors of a heterogeneous border control regime. These (im)mobility practices constitute migrants' spatial and temporal struggle; a struggle to sustain their lives and one that shapes these migratory corridors.

The northern corridor and US interventionism

The unequal geographical development of the Americas is one major reason behind the historical formation of the northern corridor. While the US economy is the largest globally, Latin America and the Caribbean represent the most unequal regions on the planet. Although this geo-economic inequality has colonial roots, it is inexplicable in the present without considering postcolonial US interventionism across the Americas, which has had undisputed and severe socio-economic consequences in Latin America and is key to understanding the formation of the northern corridor. Since the 1970s, Latin American and Caribbean people have migrated mainly to the US to escape hyper-precariousness, accompanied by ever increasing mobility restrictions (like visa regimes) imposed by the US. More than fifty years of migration from Colombia and Ecuador have given rise to a highly profitable illegal economy built around undocumented transits and “coyoterismo”, as migrant smuggling is locally known. Over the past four decades, undocumented transits of Asian and African migrations to the US via Ecuador and Colombia have likewise continued uninterrupted.

To contain this incessant global migrant mobility, starting in the 1990s and with much higher intensity in the post-9/11 context, the US not only tightened but externalised its control mechanisms to the immediate geographic space. This is another way in which US interventionism operates in the present. Under security cooperation agreements, Mexico has imposed visas for unwanted migrants in the US; its border agents are trained by the US; it has re-doubled border police and military presence; and it shares with the US programmes for identifying, detaining, and deporting migrants. US border control practices have also been put into practice in Guatemala and Honduras to halt regional and extra-continental migration north.

Unlike Mexico or the abovementioned Central American countries, Andean countries like Ecuador or Colombia have so far not taken deliberate action to halt undocumented transits. Panama and Costa Rica, for their part, have created the “Controlled Flows” programme with the support of the IOM to manage undocumented transits to the US. This programme includes biometric controls upon arrival in Panama and a two-week waiting period in camps set up by the government and the IOM to receive migrants before they are transferred by land by militaries to Costa Rica, where a similar protocol is in place to facilitate transits to Nicaragua. This programme conceals, however, other forms of control that force migrants to take more lethal routes. Without any state protection, migrants from Africa, Asia, and the Caribbean cross the Darien jungle in a perilous and sometimes fatal eight-day journey to Panama. In this jungle, it is not the state which exerts control but Colombian self-defence as well as drug trafficking groups.

“Migratory corridors should be conceived as transnational social spaces, products of power relations around migrant mobility and control.”

The Darien jungle thus takes part in the governance of migration: the complex dynamics of the jungle slow down migrants' mobilities while increasing the lethality of the northern corridor.

The southern corridor

If we now look southwards, we find that intraregional migrations are constitutive of South American migratory formations, yet these types of mobilities do not explain in themselves the character of the southern corridor. The conceptual key that I propose is that migratory corridors are the product of the tension between mobility and control. From this analytical premise, it is only through the recent reinforcement of border control that we can understand this spatial formation dating back just a decade.

Unlike the northern corridor where the US is the leading destination, in the southern corridor Peru, Chile, and Argentina are possible destinations. For example, upon arrival, Senegalese and Nigerian migrants transit via irregular land routes from Ecuador to Argentina, where there is a large Senegalese and Nigerian community. Because south-south crossings such as these have proliferated, South American border control has redoubled. Leaving aside its migratory progressivism, between 2010 and 2020, Ecuador imposed visas on more than 29 countries, including Cuba, Haiti, Syria, Senegal, and other “Global South” nations. Argentina imposed visas on Dominicans in 2012 and Haitians in 2019, a measure which Chile adopted in the same year. Moreover, migratory policies have turned increasingly restrictive in Ecuador, Peru, Chile, and Argentina, limiting regularisation processes or denying

asylum, redoubling police and military border presence, and deporting more regional migrants.

The response of South American states to the Venezuelan exodus has not been the most welcoming either: since 2016, on several occasions, they have closed or militarised their borders, confining Venezuelan migrants to long waiting times in squalid cross-border campsites managed by the UNHCR and the IOM. Amid waiting and crossing times, the Venezuelan “trocheros” and “caminantes”, as undocumented Venezuelans call themselves, travel in extreme conditions. Some cross the Paramo of Berlin in Colombia and others the Paramo de El Ángel in a difficult detour to reach Ecuador undetected. Among those who continue to Peru, some traverse the Amazonian jungle and those who aim to reach Chile have to travel hostile stretches of the desert to Arica. Like the Darien jungle, these southern wild geographies also claim the lives of those attempting to brave them. Although paramilitary forces or the cartels are not present in the southern corridor yet, accounts of Venezuelan trocheros confirm that they face abuse from authorities and assaults along the route. As in the northern corridor, military, police, humanitarian and illegal practices derived from coyoterismo co-exist around these mobilities.

Global control of mobility

The tension between mobility, embodied by thousands of undocumented regional and extra-continental migrants in transit, and control is provoking spatial and temporal disputes across both corridors. Despite the contrasting nuances between them, especially regarding their history

TRANSNATIONALE RÄUME

MIGRATIONSERFAHRUNGEN ZWISCHEN NORD- UND SÜDAMERIKA

SOLEDAD ÁLVAREZ VELASCO

Mit einem Zustrom von Migrant*innen aus den Ländern Afrikas und Asiens sowie der inneramerikanischen Migration von Lateinamerika in die Vereinigten Staaten haben die jüngsten Veränderungen globaler und regionaler Migrationsmuster auch die Länder Nord- und Südamerikas erreicht. Dieser Beitrag analysiert, wie das Spannungsfeld zwischen undokumentierter Durchgangsmigration und Migrationskontrolle zur räumlichen und zeitlichen Bildung von zwei großen Migrationskorridoren auf den beiden amerikanischen Kontinenten geführt hat: Ein Korridor führt von den Anden über Zentralamerika und Mexiko in die USA, der andere verbindet die Andenregion mit den Ländern des Südkegels.

Auf der Grundlage von Erkenntnissen aus der Mobilitätsgeographie, der kritischen Migrationsforschung und der Grenzforschung schlägt der erste Abschnitt dieses Beitrags einen analytischen Rahmen zur Untersuchung dieser räumlichen und zeitlichen Korridorbildung vor. Mithilfe von historischen und ethnographischen Belegen wird die Dynamik beider Korridore kurz beschrieben sowie die Rolle untersucht, die die Externalisierung der US-Grenze in Nord- und Südamerika bei diesen räumlichen Dynamiken gespielt hat und noch immer spielt. Zum Schluss werden neue Forschungsansätze beleuchtet, die sich aus der Corona-Pandemie und ihren Auswirkungen auf die Mobilität von Migranten sowie auf die Migrationskontrolle in Nord- und Südamerika ergeben. ●

JUNIORPROF. Dr. Soledad Álvarez Velasco hat am King's College London (Großbritannien) zum Thema Humangeographie promoviert. Vor ihrem Wechsel an das Heidelberg Center for Ibero-American Studies (HCIAS) im September 2021 war sie als Postdoktorandin am Department of Comparative Cultural Studies der Universität Houston (USA) tätig. Soledad Álvarez Velasco befasst sich mit den Wechselbeziehungen zwischen Mobilität, Kontrolle und räumlichen Veränderungen in Nord- und Südamerika. Ihr besonderes Interesse gilt der Schnittstelle zwischen undokumentierter Süd-Nord-Durchgangsmigration, Grenzschutzsystemen, der Bildung von Migrationskorridoren auf den amerikanischen Kontinenten und den leidvollen Erfahrungen der Migranten bei der Durchquerung dieser transnationalen Räume. Daneben beschäftigt sie sich mit den irregularisierten Bewegungen unbegleiteter Migrantenkinder und der Dynamik transnationaler Schleusernetzwerke entlang der Migrationskorridore auf dem Kontinent.

Kontakt: soledad.alvarez@uni-heidelberg.de

„Migrationskorridore sollten als transnationale soziale Räume betrachtet werden, als Produkt der Kräfteverhältnisse zwischen Migrantebewegungen und Migrationskontrolle.“

and violence, the parallels in how they work indicate that the Andean Region has a notable role as a historical connector to the north and, recently, to the south. Both corridors are part of a systemic form of global control of mobility where the military, police, humanitarian organizations, the state, and para-state groups seek to control the mobility of specific impoverished migrant populations. Increasingly, both corridors are dominated by control practices that confine migrants to face further risks and even death. In the absence of state protection for their lives, the migrant struggle in both corridors cannot but be redoubled: practices of care and solidarity materialized in sharing migratory knowledge to caring and protecting themselves when crossing borders or facing multiples forms of violence. Solidarity en route radically contrasts with state hostility and inaction to protect migrants in transit across both corridors.

Migrant mobility and control during the pandemic

The Americas enter the third decade of the twenty-first century spatially and temporally reconfigured by the mobility of a diverse global diaspora that shows no signs of ceasing but rather increases as a result of the devastating COVID-19 pandemic, which has intensified the tension between mobility and control across the continent. In several countries, the current health crisis has justified a perverse combination of health and control policies, resulting in a de facto state of exception in migration matters that has given rise to new migration laws, reinforced visa schemes, stricter asylum policies, and a redoubled military border presence. In the northern corridor in particular, transit routes and borderlands have turned into battlefields, as under the pretext of containing the spread of COVID-19 transiting migrants have been beaten, gassed, detained, and deported without due process, in open violation of their rights.

The Americas is the continent most severely affected by COVID-19, where the effects of vaccine equality are evident, exacerbating its already hyper-precarious realities. However, despite border closures, migrant mobilities have redoubled since mid-2020. So far in 2021, at least five migrant caravans have traversed the northern corridor, comprising mostly Central American migrants and, to a lesser extent, South American, Caribbean, African, and Asian migrants aiming to reach the US to find refuge. That explains why, thus far this year, the US-Mexico border has recorded historic peaks in detentions and deportations.

Transits across the southern corridor have also multiplied and taken new directions. Given the Latin American economic collapse and its anti-migrant turn, Haitians and Venezuelans, for instance, residing in Brazil, Argentina or Chile, have undertaken land transits to reach the US. This suggests that the southern and northern corridors do not

operate in a disconnected manner since migrant mobilities articulate them.

What comes next

The pandemic thus opens up new avenues of research regarding, 1) spatial and temporal interconnections between northbound and southbound migratory corridors across the Americas; 2) the devastation of migrants' living conditions and the exacerbation of undocumented transits through both corridors; 3) regional socio-economic and political pressures that these transits place on societies and states along both migratory corridors; 4) new ways in which the US externalises its borders across the Americas; 5) reinforcement of the heterogeneous Latin American migratory control regime and its damaging effects on the migrant population; and 6) forms of migrant resistance and survival during crossing and waiting times in a highly hostile, racist and xenophobic environment.

Capturing and decoding these complexities is not easy. Turning to ethnography, including digital ethnography, seems to provide a path toward capturing them. By adopting a historical and multiscale perspective and turning our attention to the migrant experience, it is possible to decode the spatial and temporal transformations that take place across the Americas as migrants negotiate hostility and solidarity as well as waiting and crossing times in an incessant struggle against a reinforced border regime. Their mobile lives have unfolded and will continue to unfold against a backdrop of intolerable precariousness, a direct product of destructive contemporary neoliberalism. Their collective transits are not to be stopped – they are, indeed, the contested path to preserving their lives, a struggle that today reshapes not only migratory corridors but the Americas as a whole. ●

KREATIVE

KRISEN

KREATIVE KRISEN

BRÜCHE UND ÜBERGÄNGE

FRIEDERIKE REENTS, TANJA GRANZOW & JACQUELINE LORENZEN

Von Spaziergängen im Flussbett des Niedrigwasser führenden Rheins im Dürresommer 2018 bis zur Flutkatastrophe im Ahrtal drei Jahre später – die zunehmende Häufung extremer Wetterphänomene auch in Deutschland zeigt, dass der Klimawandel kein Phänomen der Zukunft und weit entfernter Regionen ist. Die Brüche und Übergänge, die durch die Klimakrise entstehen, werden zeitlich und regional unterschiedlich beschrieben. Ein transdisziplinäres Forschungsnetzwerk an der Universität Heidelberg hat es sich zur Aufgabe gemacht, solche Beschreibungen zu verstehen, um Handlungsspielräume, die sich aus den damit verbundenen Umbrüchen ergeben, zu erkennen und zu nutzen.

S

Starkregen, Überflutungen und Schlammlawinen gehören mittlerweile genauso wie Wirbelstürme, Waldbrände und Hitzerekorde zu unserem Alltag. Klimawandel und die damit einhergehenden Folgen für unsere Umwelt spielen sich längst nicht mehr nur in entlegenen Regionen ab, sondern in unserer unmittelbaren Lebenswelt, wie das Hochwasser im Westen Deutschlands im Sommer 2021 oder der Hurrikan Ida im Südosten der Vereinigten Staaten beispielhaft belegen.

Unter dem Eindruck dieser allgegenwärtigen globalen Umweltkrise als einem großen ökologischen und gesellschaftlichen Umbruch haben sich Heidelberger Forscher*innen aus verschiedenen Fachbereichen 2020 zum Thematic Research Network (TRN) „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“ zusammengeschlossen. In ihrer Arbeit geht es ihnen um ein Verstehen zeitlich und regional divergierender Beschreibungen katastrophischer Konstellationen und Phänomene sowie um das Erkennen und Nutzen von Handlungsräumen, die sich aus dem damit verbundenen Umdenken ergeben: Wie können radikale



PROF. DR. FRIEDERIKE REENTS war bis Ende November 2021 Hochschuldozentin am Germanistischen Seminar der Universität Heidelberg und ist seit Anfang Dezember 2021 Inhaberin des Lehrstuhls für Neuere deutsche Literaturwissenschaft an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. Seit 2020 leitet sie das Thematic Research Network (TRN) „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“ und ist Mitinitiatorin der Verbundinitiative RUPTURES. Beiden Initiativen bleibt sie nach ihrem Weggang aus Heidelberg kooperativ verbunden. Von 2018 bis 2020 war Friederike Reents Nachwuchsgruppenleiterin am DFG-Forschungskolleg „Lyrik in Transition“ an der Universität Trier, 2019 forschte sie mit einem Feodor-Lynen-Stipendium an der Harvard University (USA). 2020/2021 war sie Fellow am Marsilius-Kolleg mit einem Projekt zur „Literatur des Anthropozän. Fakten – Fiktionen – Visionen“.

Kontakt: friederike.reents@ku.de

Veränderungen von Umweltbedingungen in Vergangenheit und Gegenwart als kreative Krisen ein Umdenken bewirken und zum Handeln animieren? Wie werden natur-, sozial- und geisteswissenschaftliche Untersuchungen zur Umweltkrise zueinander in Bezug gesetzt? Durch eine komplementär historisch-kulturwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Dimension können Diagnose- und Therapiemöglichkeiten der Umweltkrise so in einer Weise erfasst werden, die neue Perspektiven auf Handlungsmöglichkeiten sichtbar macht.

Umwelten – ein regionaler und temporaler Blick

Im interdisziplinären Dialog analysieren die beteiligten Forscher*innen des TRN die globale Umweltkrise sowie ihre Wirkung auf Individuum und Gesellschaft. Die dadurch ausgelösten beziehungsweise zu erwartenden Umbrüche erfordern, so der leitende Anspruch des Projekts, das Verhältnis von Mensch und Umwelt neu – und das heißt weltumfassend und disziplinenübergreifend – in den Blick zu nehmen. Das TRN schließt also eine Lücke, die sich zwischen den derzeit aktiven großen Umweltforschungsgruppen in Kiel (Exzellenzcluster ROOTS – Social, Environmental, and Cultural Connectivity in Past Societies) und in Hamburg (Exzellenzcluster CLICCS – Climate, Climate Change, and Society) ergibt: Während ROOTS die Wurzeln sozialer, umweltbedingter und kultureller Phänomene und Prozesse erforscht, also vor allem die Vergangenheit in den Blick nimmt, untersucht demgegenüber CLICCS natur- und sozialwissenschaftlich Klimazukünfte. Das Heidelberger Forschungsnetzwerk dagegen analysiert mit einem regionalen Blick in die Breite und einem temporalen Blick in die Tiefe verschiedene Umwelten, sich darin ereignende Umbrüche und daraus resultierendes Umdenken im natur-, sozial- und geisteswissenschaftlichen Dialog in Vergangenheit, Gegenwart sowie in möglichen Zukünften.

Keimzelle des TRN „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“ war das Marsilius-Projekt „Literatur des Anthropozän. Fakten – Fiktionen – Visionen“ aus dem Jahr 2020/21: In diesem Rahmen erforschten die Humangeographin Ulrike Gerhard, der Umweltphysiker André Butz und die Literaturwissenschaftlerin Friederike Reents mit interdisziplinär ineinandergreifenden Analysen anhand ausgewählter Literatur (von Climate Fiction über Großstadtlyrik bis hin zu Endzeitdramen) die künstlerische Darstellung von Umweltveränderungen sowie Möglichkeiten und Grenzen aktiver Gestaltung von Klimahandeln. Highlight der Zusammenarbeit war eine gemeinsam mit dem Berliner Dichter, Physiker und Philosophen Daniel Falb gestaltete Sitzung über dessen Anthropozän-Dichtung. Daniel Falb nähert sich in seinen Texten äußerst experimentell etwa dem Svalbard Global Seed Vault (Saatgut-Tresor) ebenso kreativ an wie dem vermeintlich leicht erklärbaren Kohlenstoffkreislauf (was André Butz,

seinerseits experimentell, kurzerhand in seine Physikvorlesung eingebaut hat).

Die humangeographischen, umweltphysikalischen und literaturwissenschaftlichen Lektüren ausgewählter Gedichte mit dezidiertem Umweltbezug haben unter anderem drei Poetiken des Anthropozän ergeben, die in der Gegenwartsliteratur zu beobachten sind: die „Poetik des Kippens“, die „Poetik des urbanen Sich-Einrichtens im Anthropozän“ und die „Poetik des Deutens auf das Anthropozän“. Durch den interdisziplinären Zugang konnte herausgearbeitet werden, dass diesen Poetiken ein öko- beziehungsweise geokritischer Impuls inhärent ist. Dieser führt den Leser*innen nicht nur das veränderte Zusammenspiel von Natur und Kultur vor Augen, sondern verweist auch darauf, dass das Sich-Einrichten in der vom Menschen gemachten Umwelt für alle Beteiligten beunruhigend und zerstörerisch sein kann, wenn der Mensch sich der von ihm zu verantwortenden Bruchstellen nicht bewusst wird. Der von den drei Wissenschaftler*innen hierzu gemeinsam verfasste Beitrag ist nachzulesen im jüngst erschienenen Band „Anthropozäne Literatur. Poetiken – Themen – Lektüren“.

Umbrüche – Katalysator für Veränderungen

Weltweit erfahren Menschen die aktuellen rapiden Umweltveränderungen als grundlegenden Umbruch in ihren

„Wir analysieren mit regionalem Blick in die Breite und temporalem Blick in die Tiefe verschiedene Umwelten, sich darin ereignende Umbrüche und daraus resultierendes Umdenken.“

Lebenswelten und im Hinblick auf ihre fraglich werdenden Zukunftsentwürfe. Diese Erfahrung wirkt als Katalysator für Veränderungen im Denken und/oder Handeln und

Thematic Research Network „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“

Das thematische Forschungsnetzwerk „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“ wird vom Field of Focus 3 „Kulturelle Dynamiken in globalisierten Welten“ gefördert. Inter- und transdisziplinär angelegte Thematic Research Networks (TRN) sollen das Forschungsprofil durch Vernetzung von Wissenschaftler*innen zu einem aussichtsreichen Forschungsthema sowie die integrierte Nachwuchsförderung stärken. Die Projektleitung des TRN liegt bei Prof. Dr. André Butz (Umweltphysik), Prof. Dr. Robert Folger (Romanistik), Prof. Dr. Ulrike Gerhard (Stadtgeographie), Prof. Dr. Frank Keppler (Geowissenschaft), Prof. Dr. Barbara Mittler (Sinologie) und Prof. Dr. Friederike Reents (Germanistik). Weitere Netzwerkmitglieder sind die Nachwuchswissenschaftler*innen Dr. Tanja Granzow (Ethnologie), Sara Landa (Germanistik/Sinologie), Dr. Jacqueline Lorenzen (Rechtswissenschaft) und Matthias Schumann (Sinologie).

kann zu transitorischen Phänomenen führen. In der interdisziplinären Zusammenschau widmet sich das TRN solchen historisch immer wieder auftretenden und in etablierten Narrativen tradierten kritischen Übergängen – einerseits mit geistes- und kulturwissenschaftlich entworfenen Szenarien wie „Krise“, „Katastrophe“ und „Apokalypse“, andererseits mittels naturwissenschaftlicher Analysen, Experimente und Fakten. Es geht um die Beantwortung der Fragen, wie Gesellschaften die Instabilität komplexer Zustände erfassen, wie jeweils unterschiedlich als faktisch, fiktional und interpretatorisch klassifiziertes Wissen generiert wird, und wie schließlich versucht wird, neue Stabilität herzustellen.

Exemplarisch dafür sind etwa die existenziellen Folgen des Klimawandels für Küstenregionen wie in Kuba und Südspanien, die Forschungsgegenstand der Arbeit der Ethnologin Tanja Granzow sind: Schon jetzt leiden deren Bewohner*innen unter den Folgen des Klimawandels, insbesondere unter häufigeren Hurrikanen (Kuba), dem Verlust an Biodiversität im Ökosystem Ozean und dem steigenden Meeresspiegel – und dies bei variierenden Ressourcen und Kapazitäten, um die damit einhergehenden Herausforderungen anzugehen. Die Wahrnehmung der Bedrohung, die Anerkennung notwendigen Veränderungsbedarfs, die Ableitung von Handlungskonsequenzen

**„Ecuador hat als
erstes Land
weltweit die Rechte
der Natur in
seine Verfassung
aufgenommen.“**

und schlussendlich die Kommunikation als notwendig erachteter Maßnahmen stehen einander mitunter entgegen und benötigen komplexe soziale Aushandlungsprozesse. Der Kontrast zwischen den beiden vergleichend untersuchten Küstenorten und den Rahmenbedingungen der damit einhergehenden sozialen Prozesse ist dabei signifikant: Zwar teilen sie die Küstenlage und damit verbundene Vulnerabilitäten, sie unterscheiden sich jedoch stark im Hinblick auf das politische und sozioökonomische System und die getroffenen Maßnahmen zur Abschwächung (Mitigation) von und Anpassung (Adaptation) an Klimawandelfolgen. So stehen einem starken gesetzlich und in der Verfassung verankerten Programm mit dem Namen „Tarea

Marsilius-Kolleg: Brücken zwischen Disziplinen bauen

Als „Center for Advanced Study“ wurde das Marsilius-Kolleg 2007 als ein zentraler Baustein des Zukunftskonzepts gegründet, mit dem die Universität Heidelberg in der Exzellenzinitiative und der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder erfolgreich war. Benannt nach Marsilius von Inghen, dem ersten Rektor der Universität Heidelberg 1386, trägt es dazu bei, wissenschaftlich tragfähige Brücken zwischen den verschiedenen Fächerkulturen zu schlagen, um auf diese Weise die Idee einer Volluniversität entscheidend zu fördern. Das Marsilius-Kolleg versteht sich als Ort der Begegnung und der Innovation, an dem disziplinenübergreifende Forschungsprojekte realisiert werden. Direktoren sind die Theologin Prof. Dr. Friederike Nüssel und der Genomforscher Prof. Dr. Michael Boutros.

Etwa zwölf Fellows der Universität Heidelberg werden jedes Jahr an das Marsilius-Kolleg berufen, um sich fundamentalen Fragestellungen aus interdisziplinärer Perspektive zu widmen. Aus ihren Diskussionen gehen die sogenannten Marsilius-Projekte hervor, die die einjährige Zusammenarbeit der Fellows in längerfristige fächerübergreifende Forschungsverbände überführen. Das Marsilius-Kolleg errichtet auf diese Weise forschungsbasierte Netzwerke zwischen den Lebens- und Naturwissenschaften und den Sozial-, Rechts-, Geistes- und Kulturwissenschaften. Bisher wurden sechs Projekte erfolgreich abgeschlossen: „Frühe Kindheit im Wandel“, „Menschenbild und Menschenwürde“, „Perspectives of Ageing in the Process of Social and Cultural Change“, „The Global Governance of Climate Engineering“, „Ethische und rechtliche Aspekte der Totalsequenzierung des menschlichen Genoms“ sowie „Gleichheit und Ungleichheit bei der Leberallokation“.

www.marsilius-kolleg.uni-heidelberg.de

„Wie können radikale Veränderungen von Umweltbedingungen in Vergangenheit und Gegenwart als kreative Krisen ein Umdenken bewirken und zum Handeln animieren?“

Vida“ („Projekt Leben“, 2017) und einem stark in die breite Bevölkerung kommunizierenden Ansatz in Kuba interessanterweise deutlich verhaltenere Maßnahmen und eine soziale Exklusion etwa der besonders betroffenen Fischer in Spanien gegenüber.

Im Rahmen von Feldforschung in zwei vergleichbaren Küstenstädten erforscht die Ethnologin die jeweilige Beziehung der Menschen zum Meer in ihren Ausprägungen und Konsequenzen. Im Fokus steht dabei die Ambivalenz der Wahrnehmung des Meeres als Quelle von Bedrohung und zugleich als bedeutsame Ressource. Die hier generierten Erkenntnisse werden zu einem tieferen Verständnis von Klimawandeladaptation und möglichen Widerständen auf lokaler Ebene beitragen.

Umdenken – Anpassung und Neuanfänge

Die weltweit auftretenden Krisen, Umbrüche und Katastrophen, die insbesondere im Kontext der globalen Umweltkrise zunehmend zu beobachten sind, zwingen nicht nur zur Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen. Sie erfordern auch die Entwicklung von Exit-Strategien sowie die bewusste Setzung von umfassenden und integrativen Neuanfängen in den Bereichen Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft und vor allem Technologie (Große Transformation). Hierbei müssen mögliche Handlungspotenziale ebenso wie neue Handlungsakteure in den Blick genommen werden. Das TRN „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“ will diesbezügliche regionale und historische Entwicklungen differenziert betrachten und die fächerspezifisch unterschiedlichen Auseinandersetzungen mit diesen wahrnehmen. Gemeinsame Diskussionen helfen dabei, ein besseres Verständnis für die Bedingungen des Wandels zu schaffen und mittels des derart angeregten interdisziplinären Dialogs neue Handlungsräume zu entdecken. So zeigte sich etwa im Rahmen eines im Januar 2021 abgehaltenen Workshops zum Anthropozän mit dem Paläontologen Reinhold Leinfelder (FU Berlin) und dem Historiker Christof Mauch (Rachel Carson Center, München), auf welcher unterschiedlichen Weise sich über (Klima-)Zukünfte nachdenken lässt – von dystopischen „Kollaps“-Szenarien über adaptive Wege hin zu Science-Fiction-artigen Hightech-Zukünften.

Im Kontext des notwendigen Umdenkens als Antwort auf die durch die Umwelt- und Klimakrise hervorgerufenen Umbrüche beschäftigt sich die Rechtswissenschaftlerin Jacqueline Lorenzen sowohl mit nationalen als auch mit europäischen und internationalen Vorschlägen zur Lösung der aktuellen Krisensituation. So befasst sie sich in ihrer Forschung unter anderem mit der Natur als Träger von Handlungsmacht (Agency) und der Frage nach der Umsetzbarkeit und Notwendigkeit von Eigenrechten der Natur – einem Konzept, das etwa in Lateinamerika bereits breit Fuß gefasst hat. So hat Ecuador als erstes Land weltweit die Rechte der Natur beziehungsweise der „Pachamama“



DR. TANJA GRANZOW ist Ethnologin und als Postdoktorandin am Heidelberg Centre for Transcultural Studies (HCTS) sowie als wissenschaftliche Koordinatorin Mitglied des Thematic Research Network (TRN) „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“. Von 2015 bis 2018 war sie als Postdoktorandin am Sonderforschungsbereich 923 „Bedrohte Ordnungen“ an der Universität Tübingen beschäftigt und anschließend als wissenschaftliche Referentin an den Universitäten Würzburg und Tübingen tätig. Sie forscht zu Mensch-Umwelt-Beziehungen in Zeiten des Klimawandels, Humanitarismus und Katastrophen. Dabei interessiert sie sich insbesondere für innovative – etwa künstlerische – Forschungszugänge.

Kontakt: tanja.granzow@hcts.uni-heidelberg.de

(„Mutter Erde“) in seine Verfassung aufgenommen. Daneben gibt es Ansätze etwa der kolumbianischen Gerichtsbarkeit, Teilen der Natur – zum Beispiel dem kolumbianischen Amazonasgebiet oder dem Fluss Atrato – Rechtspersönlichkeit zuzuerkennen. Beim XI. Internationalen Kongress Junge Wissenschaft und Wirtschaft „Europa im Aufbruch? – Neue Impulse für Freiheit und Wohlstand in einer sich verändernden Weltordnung“ der Hanns Martin Schleyer-Stiftung im Juni 2022 wird die Rechtswissenschaftlerin über das EU-Klimagesetz sprechen, das als das Herzstück des „European Green Deal“ auf dem Weg zu einem klimaneutralen Europa bezeichnet wird; es geht ihr darum, Potenziale, aber auch Demokratie- und Durchsetzungsdefizite des Gesetzes aufzuzeigen.

Unter Annahme einer bereits eingetretenen Umwelt(zer)störung geht es dem TRN schließlich um die Frage der Verantwortung, eines globalen „shared heritage“, und damit um Fragen nach Verursachung, Schuldzuweisung und Haftbarmachung für die Umweltschäden. Diese betrachtet das Netzwerk unter anderem aus juristischer, politischer, historischer, ökonomischer, ethisch-moralischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive.

Field of Focus 3: Kulturelle Dynamiken in globalisierten Welten

Im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder hat die Universität Heidelberg einen Großteil ihrer Forschung und Lehre unter dem Dach der großen Forschungsfelder themenbezogen zusammengeführt. Mit diesen vier „Fields of Focus“ (FoF) nutzt sie ihr Potenzial, durch Zusammenarbeit über die Grenzen der Disziplinen hinweg komplexe und für die Gestaltung von Zukunft zentrale Problemstellungen kompetent zu bearbeiten und damit gesellschaftliche Verantwortung zu stärken. FoF 1 behandelt „Molekulare Grundlagen des Lebens, von Gesundheit und Krankheit“, FoF 2 „Muster und Strukturen in Mathematik, Daten und in der materiellen Welt“, FoF 3 „Kulturelle Dynamiken in globalisierten Welten“ und FoF 4 „Selbstregulation und Regulation: Individuen und Gesellschaften“. Im FoF 3 werden die Forschungsaktivitäten der Neuphilologischen, der Philosophischen und der Theologischen Fakultät gebündelt. Im Zentrum steht die Erforschung der Konstruktion und Dynamisierung kultureller Räume, um das Verständnis drängender Probleme wie der Konstruktion kultureller Identität und der Bedeutung und Transformation kulturellen Erbes zu vertiefen.

www.uni-heidelberg.de/de/forschung/forschungsprofil

CREATIVE CRISES

DISRUPTIONS AND TRANSITIONS

FRIEDERIKE REENTS, TANJA GRANZOW & JACQUELINE LORENZEN

Extreme weather conditions such as torrential rain, hurricanes or heat waves make almost daily headlines. The consequences of climate change are becoming ever more apparent, not just in remote regions, but also in our more immediate surroundings, as recent floods in the western part of Germany have shown. Facing an increasingly perceivable global environmental crisis, twelve Heidelberg researchers from various disciplines joined forces in 2020 to form the Thematic Research Network “Umwelten – Umbrüche – Umdenken” (“Rethinking Environmental Change”). Through sustained interdisciplinary dialogue, the participating researchers analyse the global environmental crisis and its impact on individuals and society. The goal is to understand the temporally and regionally divergent descriptions of ruptures, transitions and transformations caused by the environmental crisis, and furthermore, to recognise and develop new possibilities for action arising from processes of rethinking. ●

PROF. DR FRIEDRIKE REENTS was a lecturer at Heidelberg University's Department of German Language and Literature until the end of November 2021; as of 1 December 2021 she holds the Chair of Modern German Literature at the Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt (KU). She has headed the Thematic Research Network (TRN) "Umwelten – Umbrüche – Umdenken" ("Rethinking Environmental Change") since 2020 and is co-initiator of the RUPTURES net-work. She will continue to work with both initiatives. From 2018 to 2020, Friederike Reents headed a junior research group at the DFG Centre for Advanced Studies "Poetry in Transition" at the University of Trier; in 2019 she conducted research at Harvard University (USA) as a Feodor Lynen Fellow. In 2020/2021 she was a Fellow at the Marsilius Kolleg with a project entitled "Literature of the Anthropocene. Facts – Fiction – Visions".

Contact: friederike.reents@ku.de

DR TANJA GRANZOW is a social anthropologist and contributes to the Thematic Research Network (TRN) "Umwelten – Umbrüche – Umdenken" ("Rethinking Environmental Change") in her capacity as a post-doctoral fellow at the Heidelberg Centre for Trans-cultural Studies (HCTS) and as academic coordinator. From 2015 to 2018 she was a post-doc at the Collaborative Research Centre 923 "Threatened Order – Societies under Stress" at the University of Tübingen, then worked as an academic coordinator at the universities of Würzburg and Tübingen before joining Heidelberg University in April 2021. She investigates the relationship between humans and the environment in times of climate change, humanitarianism and catastrophes, with a particular focus on innovative – e.g. artistic – approaches to research.

Contact: tanja.granzow@hcts.uni-heidelberg.de

“We analyse – in breadth at the regional level and in depth at the temporal level – different environments, the disruptions they undergo and the resulting re-evaluation of previously held beliefs.”

DR JACQUELINE LORENZEN joined the academic staff of Heidelberg University's Institute for German and European Administrative law in 2020; she is working on her habilitation and contributing as a post-doctoral fellow to the Thematic Research Network (TRN) "Umwelten – Umbrüche – Umdenken" ("Rethinking Environmental Change"). In addition to European law, her research interests include environmental constitutional and administrative law. More specifically, she investigates questions of effective environmental and climate protection legislation in the Anthropocene.

Contact: jacqueline.lorenzen@jurs.uni-heidelberg.de

„Über (Klima-)Zukünfte lässt sich unterschiedlich nachdenken – von dystopischen ‚Kollaps‘-Szenarien über adaptive Wege hin zu Science-Fiction-artigen Hightech-Zukünften.“

Weitere Perspektiven

Bei seinem Ziel, das Verhältnis von Mensch und Umwelt umfassend und disziplinenübergreifend neu zu denken, will das Netzwerk mit Brückenseminaren im Rahmen der Marsilius-Studien auch studentische Perspektiven einbeziehen. Ein erstes Marsilius-Brückenseminar unter dem Titel „Rethinking Environment“ veranstalteten Jacqueline Lorenzen, Friederike Reents, die Umweltphysikerin Sanam Vardag und der Sinologe Matthias Schumann im Sommersemester 2021. Hierbei diskutierten die Studierenden, die unter anderem aus den Bereichen Ethnologie, Literaturwissenschaft, Physik, Biologie und Rechtswissenschaft kamen, nicht nur über den Stand und die Verantwortung der Menschen im Anthropozän, sondern auch über die Corona-Krise als möglichen Auslöser für Veränderung hin zu einem nachhaltigeren Umgang mit unserer Umwelt. Weitere Themen waren sich wandelnde Mensch-Tier-beziehungsweise Mensch-Umwelt-Beziehungen, etwa in Bezug auf den Tierschutz in China und Taiwan, oder die Frage nach der Zuschreibung eigener Rechte an die Natur. Anhand des Theaterstücks „Der letzte Mensch“ des österreichischen Schriftstellers Philipp Weiss, welches das TRN 2022 als Transferprojekt zu inszenieren plant, wurde zudem ein Blick auf mögliche utopische wie dystopische Klimazukünfte geworfen. Abgerundet wurde das Seminar mit einer von der Humangeographin Ulrike Gerhard geleiteten Exkursion durch die Heidelberger Bahnstadt, welche den Seminarteilnehmer*innen die Möglichkeiten und Probleme nachhaltiger Stadtentwicklung vor Augen führte. Für Ende



DR. JACQUELINE LORENZEN ist seit dem Jahr 2020 akademische Mitarbeiterin und Habilitandin am Institut für deutsches und europäisches Verwaltungsrecht der Universität Heidelberg und wirkt als Postdoktorandin im Thematic Research Network (TRN) „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“ mit. Zu ihren Forschungsschwerpunkten gehören neben dem Europarecht insbesondere das Umweltverfassungs- und das Umweltverwaltungsrecht. Hierbei befasst sie sich mit Fragen eines effektiven Umwelt- und Klimaschutzrechts in Zeiten des Anthropozän.

Kontakt: jacqueline.lorenzen@jurs.uni-heidelberg.de

des Wintersemesters 2021/2022 war ein weiteres Marsilius-Brückenseminar zum Thema „Körper(um)welten“ mit Tanja Granzow, Friederike Reents und der Medizinhistorikerin Karen Nolte geplant sowie für Oktober 2022 eine Summer School im Bereich der Environmental Humanities für junge internationale Wissenschaftler*innen.

Zudem ist aus dem TRN die Verbundinitiative RUPTURES hervorgegangen: Die inneruniversitäre Initiative aus Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaftler*innen will radikale Transformationsprozesse natürlicher und sozialer Systeme hinsichtlich ihrer Dynamiken räumlich und zeitlich breit vergleichen und damit zu einem detaillierteren und gleichzeitig ausgewogeneren Verständnis solcher Transformationsprozesse beitragen. Die Auslöser solcher „ruptures“ sind multiple, interdependente und komplexe Faktoren, die beispielsweise sozialer, kultureller oder ökologischer Art sein können, wobei ökologischen Faktoren und dem Mensch-Umwelt-Verhältnis ein besonderer Stellenwert zukommt. Anders als Konzepte wie „Zusammenbruch“ oder „Krise“, die eher negativ konnotiert sind, bringen „ruptures“ nicht nur Zerstörung mit sich, sondern können auch Chancen für Veränderungen bieten und Räume für Kreativität, Erneuerung und Handlungsfähigkeit eröffnen. Sie können also nicht nur destruktive, sondern auch generative Aspekte haben. Eine solch offene Perspektive kann nicht zuletzt anregende Impulse für die gesellschaftliche Diskussion über notwendige Veränderungen in Zeiten des Klimawandels bieten. ●

**DAS
GLOBE
DALF
DORF**

DAS GLOBALE DORF

DIE GEOGRAPHIE DER WELTWIRTSCHAFT

JOHANNES GLÜCKLER

Die Globalisierung erweckt den Eindruck, als seien Raum und Zeit komprimiert worden. Doch die vermeintlich verringerte Entfernung hat die Grenzen des Raums nicht aufgehoben, sondern tiefergezogen.

D

Digitalisierung, technischer Fortschritt und der Ausbau von Kommunikations- und Transportinfrastrukturen haben die Welt für viele zum globalen Dorf gewandelt. Konferenzen, Teamarbeit, Nachhilfe, Musikschule, Seelsorge, medizinische Diagnostik und Therapien, Fitnessstraining, ja sogar das wissenschaftliche Studium sind heute in synchroner Interaktion und zugleich weltumspannend möglich. Musiker singen im Duett, Schauspieler spielen in gemeinsamen Szenen, Entwickler arbeiten gleichzeitig an derselben Technologie – und all das, ohne sich jemals zu begegnen. Leben wir in einer „flachen Welt“? Haben wir die „Tyrannei der Distanz“ überwunden? Ist das „Ende der Geographie“ gekommen, wie Bestseller titeln? Können wir unseren Kindern das leidige Fach Erdkunde in der Schule ersparen?

Das Gegenteil ist der Fall. Die Bedeutung der Geographie für die Wirtschaft ist im 21. Jahrhundert gewachsen. Und zwar nicht trotz, sondern gerade wegen neuer Technologien,

„Die Entkopplung sozialer Interaktion von körperlicher Anwesenheit hat das Verhältnis von Territorium und Gesellschaft in ein spannendes Puzzle verwandelt.“

globaler Märkte und eines fortschreitenden Bewusstseins der Menschen, Teil einer Weltgesellschaft zu sein. Die zunehmende globale Erreichbarkeit hat das Verhältnis von Raum und Gesellschaft geradezu entfesselt.

Seit Aristoteles streiten Gelehrte über den Raumbegriff. In der Tradition des logischen Empirismus gilt Raum bei Isaac Newton als absolut, dinglich und ursächlich; im Rationalismus von Gottfried Wilhelm Leibniz hingegen als gedankliche Ordnungsform von Lage und Entfernung; bei Immanuel Kant als apriorisch und der menschlichen Erfahrung vorausgehend beziehungsweise transzendental; und im kritischen Realismus als Kontext beziehungsweise Rahmenbedingung kontingenter weltlicher Phänomene. Heute nutzen Forschende in der Geographie unterschiedliche Begriffe und richten ihr Interesse sowohl auf die erdräumliche Vielfalt und Besonderheit von Natur, Gesellschaft und Wirtschaft als auch auf die geographischen Muster, die gesellschaftliches Handeln durch Urbanisierung und Verdichtung und über große Entfernung hinweg erzeugt.

Die Mär vom Ende der Geographie

Die sozialwissenschaftliche Geographie widmet sich dem Verhältnis zwischen Territorium und Gesellschaft. Sie fragt nach der räumlichen Organisation gesellschaftlichen Handelns, sozialer Institutionen und wirtschaftlichen Austauschs. In der Prämoderne stellt sich dieses Verhältnis recht einfach in Form meist lokal gebundener Lebens- und Wirtschaftsweisen dar. Solange Nutztiere über Land und Schiffe zu Wasser die einzigen Transporttechnologien waren, konnten sich Entdeckungen, Erfindungen und Handel nur langsam verbreiten. Nachdem beispielsweise das Papier um 100 n. Chr. in China erfunden worden war, dauerte es fast tausend Jahre, bevor die Kunst der Papierherstellung Europa erreichte. Entsprechend konzentrierten sich Geograph*innen traditionell auf die Besonderheit und Vielfalt regionaler gesellschaftlicher Ordnungen in ihren natürlichen Kontexten.

In der Moderne haben es neue Technologien ermöglicht, die Lebensverhältnisse räumlich zu „ent-ankern“. Die Entkopplung sozialer Interaktion von körperlicher Anwesenheit hat das Verhältnis von Territorium und Gesellschaft in ein spannendes Puzzle verwandelt, in dem es nun menschlichen Entscheidungen unterliegt, ob Aktivitäten vor Ort oder anderswo angesiedelt werden. Der britische Soziologe Anthony Giddens definiert Globalisierung genau über den Wandel dieses Verhältnisses: Globalisierung herrsche in dem Maße, in dem sich Entscheidungen und Ereignisse an einem Ort auf das Leben an entfernten anderen Orten auswirken.

Die Globalisierung bringt auffällige geographische Veränderungen mit sich. Während sich wirtschaftliche

„Die Hälfte der globalen Wirtschaftsleistung passt auf 1,5 Prozent der Erdoberfläche.“

Beziehungen weltumspannend immer stärker verflechten, schrumpfen alte und erwachsen neue lokale Zentren wirtschaftlicher Entwicklung. Auf der Suche nach Erklärungen für regionalwirtschaftliche Spezialisierungen einerseits und der Organisation räumlich getrennter wirtschaftlicher Beziehungen über große Distanz andererseits hat der Begriff des Netzwerks wichtige Bedeutung erlangt. Er steht auch im Zentrum unserer wirtschaftsgeographischen Forschungen.

Globale Netzwerke

Ein Netzwerk besteht aus Knoten und Kanten. Im Netzwerk der Ökonomie bilden unterschiedliche Akteure die Knoten: Erwerbstätige, die Arbeit anbieten; Unternehmen, die Güter produzieren, handeln und ausliefern; Haushalte, welche die Güter konsumieren; schließlich staatliche und zivilgesellschaftliche Organisationen, die Wirtschaft stimulieren und ordnen. Sie stehen in vielfältigen Relationen zueinander, den sogenannten Kanten des Netzwerks.

Diese Relationen sind ganz unterschiedlicher Natur. Sie umfassen einerseits materielle, ideelle und finanzielle Ströme, andererseits wirtschaftliche und soziale Beziehungen. Ströme transportieren, Beziehungen transformieren.

Die Ströme umfassen sowohl materielle Transporte von Rohstoffen, Zwischengütern und Endprodukten, als auch immaterielle Transaktionen von Kapital, Informationen, Nutzungsrechten und Technologien, die über digitale Infrastrukturen zirkulieren. Spätestens seit 1960 werden Produkte immer weniger dort konsumiert, wo sie hergestellt werden. Während Rohstoffe und Fertigerzeugnisse den Außenhandel traditionell dominierten, werden heute immer mehr Zwischenprodukte einzelner Wertschöpfungsstufen in andere Länder exportiert und dort weiterverarbeitet. Da die Orte gesellschaftlicher Nachfrage nach Gütern und des Vorkommens der Rohstoffe beziehungsweise der Produktivität der Produktionsfaktoren weltweit verteilt sind, müssen Gewinnung, Verarbeitung und Verteilung

von Gütern räumlich organisiert werden. Die Einzelteile einer Jeanshose reisen über 50.000 Kilometer und somit mehr als einmal um die Erde, bevor sie letztlich in unseren Ladentheken landen.

Neben den Strömen besteht das Netzwerk aus Beziehungen. Nicht umsonst ist die Zahl der Konferenzen, Ausstellungen und Messen bis zum Ausbruch der Corona-Pandemie im Jahr 2020 so stark angewachsen. Die wiederkehrende persönliche Begegnung von Geschäftsleuten und Forschenden ist unerlässlich, um Neues zu entdecken, Trends gemeinsam zu interpretieren, Gelegenheiten auszumachen, Geschäftsabschlüsse vorzubereiten, Vertrauen aufzubauen, Konflikte zu lösen und in langfristige Partnerschaften zu investieren. In unseren Arbeiten über die stetige Zunahme von Kongressen und Messen in der Kreativwirtschaft konnten wir zeigen, wie Unternehmen wiederkehrende Begegnungen an wechselnden Orten rund um die Welt als soziale Relaisstationen zur Verschaltung beziehungsweise zum „rewiring“ ihrer globalen Netzwerke nutzen: Neue Verbindungen werden geschlossen, bestehende Verbindungen werden entweder gepflegt, geheilt oder gelöst. Diese „dichte“ Phase der Globalisierung erweckt tatsächlich den Eindruck, als seien Raum und Zeit komprimiert worden. Doch die vermeintliche Verringerung der Entfernung hat die Grenzen des Raums nicht aufgehoben, sondern noch tiefer nachgezogen.

Lokale Knoten

Kapital, Wissen und Entscheidungskompetenzen konzentrieren sich im Zuge weiter fortschreitender Urbani-

sierung in den „global cities“, während sich industrielle Cluster nicht nur immer stärker auf einzelne Produkte, sondern sogar auf einzelne Produktionsstufen konzentrieren. Die zunehmende Spezialisierung in hoch verdichteten Zentren, beispielsweise im Silicon Valley oder im chinesischen Shenzhen, ist letztlich nur möglich, weil ein weltweites Netzwerk die Zirkulation von Ideen, Finanzen, Menschen, Technologien und Gütern unterhält. Die wirtschaftliche Globalisierung hat eine nahezu universelle Netzwerkformation hervorgebracht: „small worlds“ – ein Netz lose verbundener hoch verdichteter regionaler Welten.

Regionale Verdichtung und Spezialisierung einerseits und weltumspannende Verflechtung durch Logistik und globale Infrastrukturen andererseits beschreiben das Spannungsverhältnis unterschiedlicher geographischer Prozesse, die räumliche Ungleichheit eher verstärkt als ausgeglichen haben. Die Hälfte der globalen Wirtschaftsleistung passt auf 1,5 Prozent der Erdoberfläche. Der Entwicklungsbericht der Weltbank zeigt, dass ein Mensch, der in den USA geboren wird, ein hundertfach größeres Einkommen erzielen und 30 Jahre länger leben wird als ein Mensch in Sambia. Ein Berufstätiger wird in Bolivien nur ein Drittel des durchschnittlichen Einkommens erzielen, das ihn in den USA erwarten würde. Allein die fünf größten Volkswirtschaften USA, China, Japan, Deutschland und das Vereinigte Königreich erwirtschaften knapp mehr als die Hälfte der globalen Wirtschaftsleistung. Und allein 75 der weltweit größten 100 digitalen Unternehmen

**„Die Einzelteile einer
Jeanshose reisen über 50.000
Kilometer und somit
mehr als einmal um die Erde,
bevor sie letztlich in
unseren Ladentheken landen.“**

THE GLOBAL VILLAGE

THE GEOGRAPHY OF THE GLOBAL ECONOMY

JOHANNES GLÜCKLER

Digitisation and the expansion of communications and transportation infrastructures have transformed the world into a global village for many. Conferences, teamwork, tutoring, music school, pastoral care, medical diagnostics and therapies, fitness training, even university teaching are now possible in synchronous interaction spanning the globe. Musicians sing duets, actors perform in shared scenes, developers work simultaneously on the same technology – all without ever meeting face to face. Are we living in a “flat world”? Have we overcome the “tyranny of distance”? Is the “end of geography” looming?

Quite the contrary: although digital technologies have freed social and economic life from the constraint of physical co-presence, this freedom has not made space any “flatter” but “spikier” instead. Capital, knowledge and decision-making competencies are being concentrated in global cities as urbanisation continues, while industrial clusters are increasingly focusing not only on individual products but on individual stages of production. The increasing specialisation in highly agglomerated centres, for example in Silicon Valley or Shenzhen in China, is only possible as long as a global network keeps circulating ideas, finance, people, technologies and goods between them. Economic globalisation has produced an almost universal network formation: small worlds – a network of loosely connected, highly clustered regional worlds. ●

PROF. DR JOHANNES GLÜCKLER has held the Chair of Economic and Social Geography at Heidelberg University's Institute of Geography since 2008, and in 2021 became Dean of the Faculty of Chemistry and Earth Sciences. He is the editor of the "Knowledge and Space" series that has been published by Springer since 2008 and opens up interdisciplinary approaches to the significance of space for the development, transfer and use of knowledge. During his recent stint as a Harris Visiting Professor at Dartmouth College in New Hampshire (USA), he conducted research on the role of technology and geography in innovation processes. As a founding director of the master's programme "Governance of Risk and Resources", he has regularly taught classes at the Heidelberg Center for Latin America in Santiago de Chile since 2012.

Contact: glueckler@uni-heidelberg.de

“The uncoupling of social interaction from physical presence has transformed the relationship between territory and society into an exciting puzzle.”



PROF. DR. JOHANNES GLÜCKLER ist seit dem Jahr 2008 Professor für Wirtschafts- und Sozialgeographie am Geographischen Institut der Universität Heidelberg und seit 2021 Dekan der Fakultät für Chemie und Geowissenschaften. Er ist Herausgeber der Springer-Reihe „Knowledge & Space“, die seit 2008 erscheint und interdisziplinäre Zugänge zur Bedeutung von Raum für die Entstehung, Weitergabe und Nutzung von Wissen eröffnet. Zuletzt forschte er als Harris-Gastprofessor am Dartmouth College in New Hampshire (USA) zur Rolle von Technologie und Geographie in Innovationsprozessen. Er unterrichtet als Gründungsdirektor des Masterstudiengangs Governance of Risk and Resources seit 2012 regelmäßig am Heidelberg Center für Lateinamerika in Santiago de Chile.

Kontakt: glueckler@uni-heidelberg.de

stammen aus nur drei Ländern: USA, Großbritannien und Deutschland.

Blüte der Peripherie: Neo-Kunsth Handwerk

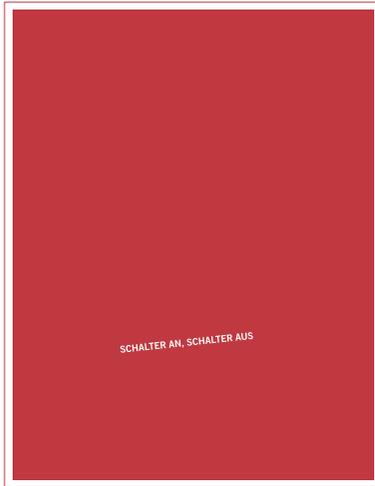
Trotz wachsender Urbanisierung durch Megacities und wirtschaftlicher Agglomeration durch regionale Technologie- und Industriekomplexe beschäftigen wir uns in unseren Projekten auch mit den Chancen dezentraler Entwicklung in den Peripherien. Während bisherige Debatten, etwa die der kreativen Klasse, davon ausgehen, dass schöpferische Arbeit nur in Metropolen hoher Urbanität, kultureller Vielfalt und räumlicher Dichte gelingen könne, haben wir in mehreren geförderten Projekten die Rolle peripherer Akteure und Regionen in Prozessen der Innovation und globaler Marktintegration vor allem in den Kreativindustrien untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Digitalisierung neue Formen unabhängigen Arbeitens geschaffen hat, die es Unternehmen und Beschäftigten ermöglichen, sich vom Zwang der Nähe und der Agglomeration zu lösen. In Anlehnung an die traditionelle Handwerksstatt verfügen Kreative in den sogenannten Neo-Kunsthandwerken des Designs, der Fotografie, des Journalismus, der Comics, des Films, aber auch der Software- und Spieleentwicklung oder der Werbung über eine relative Autonomie ihrer Arbeit. Sie sind vielfach in der Lage, ihre Arbeitsorte und -zeiten eigenständig festzulegen und verfügen über eigene Arbeitsmittel zur Ausführung ihrer kreativen Arbeiten.

Gerade in schöpferischen und wissensintensiven Dienstleistungen schafft diese individuelle Arbeitsteilung das Potenzial, ehemals städtische Arbeit zu dezentralisieren. Amateure, Selbstständige und kleine Unternehmen produzieren heute auch außerhalb der Metropolen eigenständige Produkte und Dienste und exportieren diese im internationalen Handel. Die modulare Produktion – die zunehmende Möglichkeit, vorproduzierte Inhalte und Komponenten als Module für die Endkombination bereitzustellen – löst die Schnittstellenproblematik in der Zusammenarbeit und erleichtert die internationale Arbeitsteilung durch den Handel von Zwischenprodukten. In dem Maße, in dem Wertketten immer arbeitsteiliger organisiert werden und Technologien die Kommunikation, Zusammenarbeit und Logistik fördern, nimmt für Unternehmen die Freiheit der Standortwahl zu, ebenso wie Regionen sich leichter in die globalen Wertschöpfungsnetzwerke einbinden können. Die Integration und das sogenannte Upgrading von ehemals peripheren Unternehmen und Regionen in die globale Wertschöpfung untersuchen wir in unserer Arbeitsgruppe, indem wir geographische Perspektiven mit Methoden der sozialen und organisatorischen Netzwerkanalyse verknüpfen.

Vom Zwang körperlicher Anwesenheit befreit

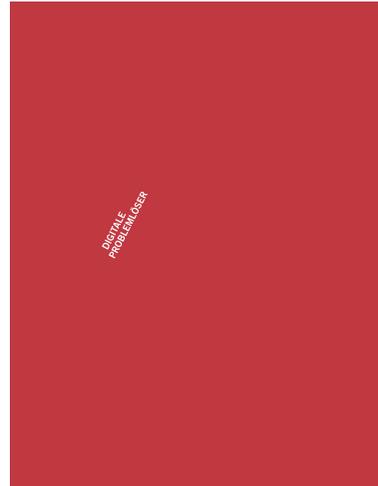
Digitale Technologien und moderne Transportinfrastrukturen haben den Menschen vom Zwang der körperlichen

Anwesenheit entfesselt. Diese Entfesselung hat den Raum jedoch nicht unwichtiger oder „flacher“, sondern immer wichtiger, komplexer und „spikier“ für die Weltwirtschaft werden lassen. Längst haben nicht mehr nur die Geographie, sondern auch die benachbarten Geistes-, Sozial-, Politik- und Wirtschaftswissenschaften den Raum als wichtige Dimension ihrer Forschung erkannt. Nicht überraschend fordert der Kolumnist Axel Hacke in der „Süddeutschen Zeitung“: „Im Grunde müsste jeder Schultag mit einer Stunde Geographie beginnen, heute mehr denn je.“ ●



BIOCHEMIE
SCHALTER AN, SCHALTER AUS
DIE PROZESSE DES LEBENS STEUERN
MICHAEL BRUNNER & WALTER NICKEL

80



THEORETISCHE INFORMATIK
DIGITALE PROBLEMLÖSER
SCHNELLE ALGORITHMEN UND IHRE GRENZEN
FELIX JOOS

88



THEORETISCHE PHYSIK
DIE GEOMETRISCHE DREIHEIT
NEUER BLICK AUF DIE RELATIVITÄTSTHEORIE
LAVINIA HEISENBERG

96



ASTRONOMIE
PLANETARE NACHBARN
AUF DER SUCHE NACH EINER ZWEITEN ERDE
ANDREAS QUIRRENBACH

104

KAPITEL



SCHALTER AN, SCHALTER AUS

SCHALTER AN, SCHALTER AUS

DIE PROZESSE DES LEBENS STEUERN

MICHAEL BRUNNER & WALTER NICKEL

Eine Art Kippschalter, der auf „Ein“ oder „Aus“ gestellt werden kann – das Prinzip, nach dem molekulare Schalter arbeiten und lebenswichtige biologische Abläufe zeitlich und räumlich koordinieren, scheint einfach. Aber nur auf den ersten Blick. Eine detaillierte Kenntnis der raffinierten Steuerung lässt nicht nur die Funktionen des Lebens besser verstehen, sondern auch auf neue Medikamente hoffen, beispielsweise gegen Krebs.

M

Molekulare Schalter koordinieren in Lebewesen komplexe biologische Prozesse. Sie regulieren beispielsweise die innere Uhr, sie steuern die Freisetzung von Wachstumsfaktoren durch die Zellen oder kontrollieren den sogenannten programmierten Zelltod. Sie funktionieren dabei wie Kippschalter, die auf „Ein“ oder „Aus“ gestellt werden können. Was einen aktiven beziehungsweise inaktiven biologischen Schalter charakterisiert, ist in den meisten Fällen bis zum Atom genau bekannt. Nicht bekannt aber ist, wie es einem vergleichsweise kleinen Repertoire an Schaltern gelingt, derart viele hochkomplexe biologische Ab-

läufe zu organisieren. Diese Frage interessiert die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft 2016 in Heidelberg und Berlin eingerichteten Sonderforschungsbereichs „TRR 186“ (siehe Infokasten). Das Ziel der Forschung ist es, die biologischen Steuerprozesse in Raum und Zeit detailliert nachzuvollziehen. Das ist nicht nur von grundlegender Bedeutung für das Verständnis des Lebens. Die Kenntnisse sind auch wichtig, um innovative Ansätze für die Therapie schwerer Erkrankungen des Menschen zu finden, beispielsweise neue Medikamente gegen Krebs.

An- und ausschalten

Bei den molekularen Schaltern handelt es sich typischerweise um Proteine, an die verschiedene Moleküle (Liganden) gebunden sind. Als Liganden dienen beispielsweise die Moleküle „Guanosintriphosphat“ (GTP) und „Guanosindiphosphat“ (GDP). Bindet Guanosintriphosphat an ein Protein, verändert das Protein seine Struktur; bindet Guanosindiphosphat, ändert sich die

räumliche Konformation des Proteins ebenfalls, allerdings in anderer Weise: Mit GTP ist der Schalter an-, mit GDP ist er ausgeschaltet. Die Zellen können die Schalterfunktion steuern, etwa indem sie Guanosintriphosphat in Guanosindiphosphat umwandeln und den Schalter auf diese Weise inaktivieren.

Ein weiteres wichtiges Beispiel für die Methoden, die Zellen nutzen, um molekulare Schalter an- oder auszuschalten, ist die „Phosphorylierung“, eine chemische Reaktion, bei der Phosphatgruppen vom energiereichen „Adenosintriphosphat“ (ATP) auf Proteine oder Fette (Lipide) übertragen werden. Auch auf diese Weise entstehen aktive molekulare Schalter, die auf zelluläre Prozesse räumlich und zeitlich Einfluss nehmen.

Betrachtet man das einzelne Schaltermolekül, scheint der aktive Zustand klar definiert. Betrachtet man aber ein Ensemble von Molekülen und Schaltern, wird folgendes Szenario denkbar: Ein zellulärer Prozess kann nur dann angeschaltet werden, wenn sich ein bestimmter Anteil des Ensembles mit einem gegebenen molekularen Schalter im aktiven Modus befindet. Hieraus ergeben sich sehr viel komplexere Modelle zur Aktivierung und Funktionsweise molekularer Schalter. Wir untersuchen sie in unserem Sonderforschungsbereich mit theoretischen Modellierungsansätzen. Um die Funktion biologischer Schalter besser zu verstehen, nutzen wir auch moderne molekulare Werkzeuge, etwa durch Licht aktivierbare (photoaktivierbare) Moleküle. Was nach der Photoaktivierung des Schalters in der Zelle geschieht, können wir sodann mit hochauflösender Mikroskopie in räumlicher wie zeitlicher Dimension nachvollziehen.

„Molekulare Schalter sind zumeist Proteine oder Lipide, die durch Modifikationen oder die Bindung von Liganden in ihrer Aktivität gesteuert werden können.“

Biologische Uhren

Wie molekulare Schalter biologische Prozesse steuern, lässt sich am Beispiel der „zirkadianen Uhr“ im Innern der Zellen aufzeigen. Lebewesen messen mit dieser inneren Uhr die Zeit. Das ist wichtig, damit sie Umwelteinflüsse, die mit dem 24-Stunden-Rhythmus der Erdrotation einhergehen, rechtzeitig voraussagen und sich entsprechend anpassen können. Zu Änderungen, die mit der regelmäßigen Wiederkehr von Tag und Nacht einhergehen, zählen beispielsweise tageszeitliche Schwankungen der Temperatur, aber auch täglich wiederkehrende Gefahren oder Nahrung, die regelmäßig zu einer bestimmten Tageszeit verfügbar ist.

Alle zirkadianen Uhren, seien es die von Einzellern oder von Menschen, sind genetisch festgelegt und haben wesentliche Eigenschaften gemeinsam:

1. Unter konstanten Bedingungen – etwa bei konstanter Dunkelheit oder stets gleichbleibender Temperatur im Laborversuch –

bleiben zirkadiane Rhythmen über sehr lange Zeit unverändert bestehen. Unter solchen Bedingungen misst die innere biologische Uhr jedoch nicht mehr die äußere Zeit – sie misst eine genetisch determinierte innere Zeit, die je nach Spezies oder Individuum von den üblichen 24 Stunden etwas abweichen kann (daher der Name zirkadian = „etwa ein Tag“). Frühaufsteher und Langschläfer etwa sind Menschen, deren innere Uhr schneller beziehungsweise langsamer als 24 Stunden läuft.

2. Zirkadiane Uhren sind temperaturkompensiert, das heißt, die Dauer eines zirkadianen Tages ändert sich innerhalb eines physiologischen Temperaturbereichs nicht wesentlich. Das ist eine erstaunliche Eigenschaft der zirkadianen Uhr, da die Geschwindigkeit biochemischer Reaktionen prinzipiell sehr stark von der Temperatur abhängig ist.

3. Trotz dieser Temperaturkompensation und trotz einer endogenen Zeit, die von

24 Stunden abweichen kann, lassen sich zirkadiane Uhren von rhythmisch wiederkehrenden Umweltreizen wie hell und dunkel, wechselnden Temperaturen oder der rhythmischen Verfügbarkeit von Nahrung einstellen und mit dem tatsächlichen 24-Stunden-Tag-Nacht-Zyklus synchronisieren.

Diese drei Eigenschaften zirkadianer Systeme ermöglichen eine robuste Oszillation von biologischen Prozessen und von Verhaltensweisen, die in Beziehung zum geophysikalischen Tag-Nacht-Zyklus stehen.

Wie die innere Uhr funktioniert

Das Messen der Zeit mit zirkadianen Uhren beruht auf einer negativen Rückkopplungsschleife, an der mehrere Moleküle beteiligt sind. Im Zentrum steht ein sogenannter Transkriptionsfaktor, ein Protein, das kontrolliert, welche Gene vom Erbmolekül DNA abgelesen werden. Unter den Produkten (Proteinen) dieser Gene befinden sich auch inhibitorische

Proteine, die imstande sind, den Transkriptionsfaktor zu hemmen. Die Inhibitoren unterbinden die Aktivität des Transkriptionsfaktors erst nach einer Zeitverzögerung von mehreren Stunden und schalten dann auch ihre eigene Synthese ab. Die sich bis zu diesem Zeitpunkt in der Zelle anhäufenden Inhibitoren werden im weiteren Tagesverlauf von Enzymen abgebaut. Wenn die Inhibitoren fehlen, kann der Transkriptionsaktivator nicht mehr gehemmt werden, er wird wieder aktiv und treibt den zirkadianen Zyklus der Genaktivierung erneut voran. Die zirkadiane Uhr ist somit nichts anderes als ein komplexer molekularer Schalter mit Zeitverzögerung: Sie kontrolliert in zeitlich sinnvoller Art und Weise die Aktivität von Genen – und damit die meisten zellulären Prozesse.

Das Erstaunliche an zirkadianen Uhren ist, wie präzise sie die Zeit messen – und das über einen für biochemische Prozesse extrem langen Zeitraum von 24 Stunden. Für die präzise Rückkopplung auf dieser langen Zeitachse ist der Verzögerungsmechanismus, der allen molekularen Schaltern eingebaut ist, von großer Bedeutung. Doch wer kontrolliert, wann die zeitverzögerte Inhibition beginnen soll?

Die innere Uhr macht sich dafür zunutze, dass Proteine nach ihrer Herstellung chemisch verändert werden können. Die für die Zeitmessung durch die innere Uhr wichtigste Modifikation ist die Phosphorylierung. Bewerkstelligt wird sie von spezialisierten Enzymen, den sogenannten Kinasen: Sie verändern die zirkadianen Inhibitorproteine langsam und fortschreitend, indem sie ihnen Phosphatgruppen anhängen.

Zeitverzögerte Schalter

Evolutionsgeschichtlich haben sich zirkadiane Uhren unabhängig voneinander in den verschiedenen Reichen des Lebens entwickelt, also in Bakterien, Pilzen, Pflanzen und Tieren. Aus diesem Grund sind die inneren Uhren etwa von Pilzen und Säugetieren nicht miteinander verwandt – dennoch funktionieren sie nach den gleichen molekularen Prinzipien. Bei dem filamentösen Pilz *Neurospora crassa*

etwa ist ein Proteinkomplex namens „White Collar Complex“ (WCC) der zentrale Transkriptionsfaktor der zirkadianen Uhr. Er kontrolliert die Bildung seines Inhibitors „Frequency“. Frequency wiederum verbindet sich mit einem Partnerprotein und einer Kinase, woraufhin WCC phosphoryliert und inaktiviert wird. Der Inhibitor wird von der an ihn gebundenen Kinase ebenfalls phosphoryliert – fortschreitend über den Tag hinweg an über 100 Stellen, was letztendlich zu seiner Inaktivierung und zu seinem Abbau führt. Ohne Frequency kann der Transkriptionsfaktor WCC nicht mehr gehemmt werden, er wird wieder aktiv – ein neuer zirkadianer Tag beginnt.

Beim Menschen und anderen Säugetieren fungieren die beiden Proteine „BMAL1“ und „CLOCK“ als zirkadiane Transkriptionsfaktoren. Sie veranlassen die Produktion der Proteine „Period“ und „Cryptochrome“. Interessanterweise bilden diese beiden Proteine einen repressiven Komplex, indem sie ebenfalls eine Kinase rekrutieren. Auch die Period-Proteine werden im Laufe eines Tages fortschreitend und langsam an vielen Stellen phosphoryliert. Und auch hier führen die Phosphorylierungen zu Konformationsänderungen, die schließlich den Abbau der Proteine einleiten.

Die Funktion der molekularen Schalter und die Zeitverzögerung, die mit der langsam fortschreitenden Phosphorylierung erreicht wird, lässt sich anhand der Funktionsweise eines japanischen Wasserspiels veranschaulichen. In Analogie zur langsam erfolgenden Phosphorylierung füllt sich beim Wasserspiel ein beweglich aufgehängtes Bambusrohr langsam mit Wasser. Lange Zeit passiert nichts. Wenn aber das Bambusrohr bis zu einem bestimmten Grad gefüllt ist, kippt es um und gießt das Wasser schlagartig aus. Ähnlich ist es, wenn bei einem Inhibitorprotein ein bestimmter Phosphorylierungsgrad erreicht ist und das Protein abgebaut wird. Das leere Bambusrohr – ebenfalls ein zeitverzögert funktionierender Schalter – schlägt im japanischen Wasserspiel wieder in seine Ausgangsstellung zurück und leitet einen neuen Zyklus

Koordination der Signalübermittlung in lebenden Zellen

Der Sonderforschungsbereich/Transregio 186 „Molekulare Schalter in der Raum-Zeit-Kontrolle der zellulären Signaltransmission“ (SFB/TRR 186 Heidelberg/Berlin) verbindet mit Heidelberg und Berlin zwei der stärksten deutschen Forschungsumgebungen in den Lebenswissenschaften. Wissenschaftler*innen an beiden Standorten entwickelten das Konzept des SFB, der nach erfolgreicher Begutachtung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) am 1. Juli 2016 startete. Für die aktuelle zweite Förderperiode seit Juli 2020 erhält er DFG-Mittel in Höhe von rund 13,5 Millionen Euro.

Die Forschung im SFB geht einem breiten Spektrum biologischer Fragestellungen nach: Dieses reicht von der intrazellulären Logistik zum Transport von Proteinen und Lipiden sowie der Sekretion von Signalmolekülen über Signaltransduktionsprozesse an der Plasmamembran und Weiterleitung von Instruktionen in das Zellinnere sowie metabolischen Prozessen unter verschiedenen physiologischen Bedingungen wie oxidativem Stress bis hin zu den daraus resultierenden Veränderungen der Transkriptions- und Expressionsprogramme von Säugetierzellen.

Beteiligt am SFB sind Wissenschaftler*innen von zehn Institutionen: In Heidelberg die Universität, das Universitätsklinikum, das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) und das Max-Planck-Institut für medizinische Forschung (MPIMF); in Berlin die Freie Universität (FU) und die Humboldt-Universität, die Charité, das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) und das Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP). Sprecher sind Prof. Dr. Walter Nickel vom Biochemie-Zentrum der Universität Heidelberg (BZH) und Prof. Dr. Christian Freund von der FU Berlin.

<https://trr186.uni-heidelberg.de>

„Wie molekulare Schalter biologische Prozesse steuern, lässt sich am Beispiel der zirkadianen Uhr im Innern der Zellen aufzeigen.“



PROF. DR. MICHAEL BRUNNER ist seit 2000 Professor für Biochemie an der Universität Heidelberg. Nach Studium und Promotion in Heidelberg forschte er als Postdoktorand an der Princeton University in New Jersey (USA) und dem Sloan-Kettering Institute in New York (USA) und anschließend an der Ludwig-Maximilians-Universität in München, an der er sich 1998 habilitierte. Von 2010 bis 2013 und von 2019 bis 2020 war er Geschäftsführender Direktor des Biochemie-Zentrums der Universität Heidelberg (BZH). In seiner Forschung beschäftigt sich Michael Brunner vor allem mit den molekularen Grundlagen der inneren Uhr, die die Lebensrhythmen der Organismen mit dem Tag-Nacht-Zyklus von 24 Stunden synchronisiert.

Kontakt: michael.brunner@bzh.uni-heidelberg.de

ein. Und in übertragener Weise leitet die Neusynthese des zunächst noch unphosphorylierten Inhibitors den Beginn eines neuen Tages ein.

Der programmierte Zelltod

Ein zweites Beispiel für die grundlegende Bedeutung molekularer Schalter für die zeitliche und räumliche Koordination komplexer zellulärer Prozesse ist die Steuerung des „programmierten Zelltods“ (Apoptose). Dabei handelt es sich um den genetisch festgelegten, natürlicherweise ablaufenden Tod von Zellen in Lebewesen. Das Programm dient dazu, Zellen gezielt zu entfernen, die für die Entwicklung oder den Fortbestand des Organismus unnötig, hinderlich oder gar gefährlich sind, beispielsweise Krebszellen.

Krebszellen aber sind imstande, die Apoptose zu verhindern. Dazu scheiden sie ein Überlebensprotein aus, den „Fibroblast Growth Factor 2“, abgekürzt FGF2. Dieses Protein fordert massiv die „Tumor-induzierte Angiogenese“, die Neubildung von Blutgefäßen, die Krebszellen mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen und sie weiterhin am Leben erhalten und wachsen lassen. FGF2 ist darüber hinaus fähig, das natürliche Apoptoseprogramm zu unterdrücken, das die gefährlich veränderten Zellen eigentlich abtöten soll.

Neue therapeutische Strategien gegen Krebs setzen auf eine Kombination von Medikamenten, die sich gezielt gegen die entarteten Zellen richten, und neuartigen Wirkstoffen, die Tumorzellen daran hindern, FGF2 zu sezernieren, also in den extrazellulären Raum zu transportieren, um so den eigenen Zelltod zu vereiteln. Um derartige neue Wirkstoffe zu finden, ist es zunächst wichtig, detailliert zu verstehen, wie Tumorzellen FGF2 sezernieren. Wie das geschieht, erforschen wir seit vielen Jahren am Biochemie-Zentrum der Universität Heidelberg.

Ausgangspunkt unserer Arbeiten war eine überraschende Beobachtung: FGF2 wird von den Tumorzellen in den extrazellulären Raum ausgeschieden, dem Protein fehlt aber der dafür eigentlich notwendige molekulare „Adressaufkleber“. Diese Kennzeichnung ist notwendig, damit Proteine im Innern der komplex gebauten eukaryontischen Zellen ihren Weg nach draußen finden: von ihrer Produktionsstätte, den Ribosomen, über die diversen intrazellulären Transportwege bis in den extrazellulären Raum. Als wegweisende Adressaufkleber fungieren bestimmte biochemische Signale, die es den Proteinen beispielsweise erlauben, Eingang in das Röhrensystem des Endoplasmatischen Retikulums zu finden – dem Startpunkt des sekretorischen



PROF. DR. WALTER NICKEL forschte seit dem Jahr 2000 am Biochemie-Zentrum der Universität Heidelberg (BZH) und ist seit 2004 Professor für Biochemie an der Universität Heidelberg. Nach Studium und Promotion an der Universität Göttingen forschte er als Postdoktorand am Memorial Sloan-Kettering Cancer Center in New York City (USA) und an der Universität Heidelberg, an der er sich 2001 habilitierte. Seit 2019 ist er Studiendekan der Bachelor- und Masterprogramme im Fach Biochemie an der Universität Heidelberg. Walter Nickel ist Sprecher des Sonderforschungsbereichs „Molekulare Schalter in der Raum-Zeit-Kontrolle der zellulären Signaltransmission“ (SFB/TRR 186 Heidelberg/Berlin) und seit 2021 Geschäftsführender Direktor des BZH. Schwerpunkte seiner Forschung sind die Erforschung der molekularen Mechanismen zur unkonventionellen Freisetzung von Fibroblast Growth Factor 2 aus Krebszellen, ein Prozess, der eine kritische Rolle bei der Tumor-induzierten Angiogenese spielt. Darüber hinaus entwickelt seine Arbeitsgruppe am BZH neuartige Hemmstoffe der zellulären Freisetzung von FGF2, die der Vermeidung von Chemoresistenzen in der Therapie der akuten Leukämie dienen können.

Kontakt: walter.nickel@bzh.uni-heidelberg.de

SWITCH ON – SWITCH OFF

CONTROLLING THE PROCESS OF LIFE

MICHAEL BRUNNER & WALTER NICKEL

Molecular switches coordinate complex biological processes such as the control of the biological clock and the cellular release of growth factors that regulate programmed cell death. In this context, they function like light switches that can have two discrete states – on or off. The molecular characteristics of biological switches in the active or inactive state are in most cases known down to structural aspects at the atomic level. However, the manner in which a relatively small group of different molecular switches can spatially and temporally coordinate numerous complex biological processes is largely unknown. The scientists of the Collaborative Research Centre TRR 186 (Heidelberg/Berlin) are therefore investigating the fundamentals of these processes, which will be of great importance for future therapeutic approaches to a wide range of diseases such as cancer and diabetes. ●

“One example of the fundamental significance of molecular switches for the temporal and spatial coordination of complex cellular processes is their ability to control programmed cell death.”

PROF. DR WALTER NICKEL joined the Heidelberg University Biochemistry Center (BZH) in 2000 and became professor of biochemistry at Heidelberg University in 2004. Following his studies and doctorate at the University of Göttingen, he worked as a postdoc at the Memorial Sloan Kettering Cancer Center in New York City (USA) and at Heidelberg University, where he completed his habilitation in 2001. He has served as Dean of Studies for the bachelor's and master's programmes in biochemistry at Heidelberg University since 2019. Walter Nickel is the spokesperson of the Collaborative Research Centre “Molecular Switches: Spatio-Temporal Control of Cellular Signal Transmission” (CRC/TRR 186 Heidelberg/Berlin) and has headed the BZH as managing director since 2021. His research interests include the molecular mechanisms behind the unconventional secretion of fibroblast growth factor 2 from cancer cells, a process playing a critical role in tumour-induced angiogenesis. In addition, his research group at the BZH is developing novel substances that inhibit the secretion of FGF2 and could help prevent drug resistance in the treatment of acute leukaemia.

Contact: walter.nickel@
bzh.uni-heidelberg.de

PROF. DR MICHAEL BRUNNER is professor of biochemistry at Heidelberg University, a position he has held since 2000. He was educated and completed his doctorate at Heidelberg University, then worked as a postdoctoral researcher at Princeton University in New Jersey (USA), Sloan Kettering Institute in New York (USA) and LMU Munich, where he earned his teaching credentials in 1998. From 2010 to 2013 and from 2019 to 2020, he served as Managing Director of the Heidelberg University Biochemistry Center (BZH). Michael Brunner researches the molecular principles underlying the biological clock that synchronises the biorhythms of organisms with the 24-hour day-night-cycle.

Contact: michael.brunner@
bzh.uni-heidelberg.de

Proteintransportweges. FGF2 aber fehlt dieses Signal. Dennoch gelangt es vom Innern der Zelle nach draußen, um auf der Zelloberfläche die Signalketten zu initiieren, die den programmierten Zelltod blockieren. Wie kann das sein?

Unsere Untersuchungen zur Sekretion von FGF2 haben einen sehr ungewöhnlichen molekularen Mechanismus enthüllt: FGF2 wird direkt in die Peripherie der Zelle transportiert – es muss die begrenzenden Membranen des Endoplasmatischen Retikulums und des Golgi-Apparats nicht passieren. In der Zellperipherie interagiert FGF2 erstmals und direkt mit Proteinen, die sich an der Innenseite der Plasmamembran befinden. Nun kommt es zum entscheidenden Transportschritt: Es entsteht eine Pore, durch die FGF2 durch die Membran der Zelle hindurch in den extrazellulären Raum schlüpft.

Die Bildung dieser Pore wird von einem zentralen molekularen Schalter veranlasst, einem mehrfach phosphorylierten Membranlipid. Der Schalter zählt zur Klasse der Phosphoinositide und bewirkt, dass sich die Quartärstruktur von FGF2 durch die Bildung von Oligomeren verändert – Molekülen, die aus mehreren strukturell gleichen oder ähnlichen Einheiten (Monomere) aufgebaut sind. Das Ergebnis sind multimer, also aus mehreren Untereinheiten bestehende FGF2-Intermediate, die die Plasmamembran als Pore durchspannen. Auf der Außenseite der Membran angekommen, wird FGF2 von speziellen Bindungsmolekülen erwartet: Sie lösen die FGF2-Oligomere komplett aus der Membran heraus und wandeln sie zu „FGF2-Dimeren“ um. Diese aus zwei Monomeren bestehenden FGF2-Dimere sind es, die den programmierten Zelltod hemmen, indem sie Signaltransduktionskomplexe auf der gleichen Zelloberfläche (autokrine Signaltransduktion) oder der Oberfläche benachbarter Zellen (parakrine Signaltransduktion) bilden.

Die Poren, die von der Zelle eigens für FGF2 geschaffen werden, haben eine sehr kurze Lebenszeit: Der komplette FGF2-Transport dauert nur etwa 200 Millisekunden, wie wir mit Einzelmolekülstudien

„Ein Beispiel für die grundlegende Bedeutung molekularer Schalter für die zeitliche und räumliche Koordination komplexer zellulärer Prozesse ist die Steuerung des programmierten Zelltods.“

nachweisen konnten. Die sehr hohe Geschwindigkeit, mit der dieser Prozess abläuft, kann auch erklären, warum die Poren keinen messbaren Effekt auf die Lebensfähigkeit der FGF2-sezernierenden Zellen ausüben.

Neue Medikamente gegen Krebs

Der beschriebene Transportweg des von Tumorzellen sezernierten Überlebensproteins FGF2 zeigt Möglichkeiten auf, an denen Hemmstoffe ansetzen können, um diesen Prozess aufzuhalten. Unser Ziel ist es, solche Hemmstoffe zu identifizieren. Eines unserer Projekte ist bereits weit fortgeschritten: Es betrifft die Wechselwirkung, die FGF2 mit einem Enzym an der Innenseite der Plasmamembran eingeht. Dieses Enzym, die sogenannte Tec-Kinase, ist für das Ausschleusen von FGF2 aus der Zelle sehr wichtig: FGF2 wird von der Tec-Kinase phosphoryliert, das steigert die Effizienz des Transportprozesses.

Gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg ist es uns zwischenzeitlich gelungen, Hemmstoffe zu finden, mit denen die folgenschwere Interaktion von FGF2 mit der Tec-Kinase unterbunden und die Sekretion von FGF2 aus Tumorzellen eingeschränkt werden kann. Noch befinden sich unsere Wirkstoffe in einem frühen Entwicklungsstadium. Sie zeigen aber schon jetzt ein großes Potenzial als neuer medikamentöser Ansatz für eine effizientere Behandlung von Krebserkrankungen. Chancen erhoffen wir uns vor allem für künftige Kombinationstherapien der akuten Leukämie. ●

Biochemie-Zentrum der Universität Heidelberg

Das Biochemie-Zentrum der Universität Heidelberg (BZH) wurde 1996 als vierte zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität gegründet. Es vereint die Aktivitäten in biochemischer Forschung und Lehre der Fakultäten für Biowissenschaften sowie Chemie und Geowissenschaften und der Medizinischen Fakultät Heidelberg. Ziel der Forschung am BZH ist es, ein detailliertes mechanistisches und strukturelles Verständnis molekularer Maschinen zu erhalten. Aktuell sind zwölf Forschungsgruppen am BZH angesiedelt sowie zwei Sonderforschungsbereiche: der SFB/TRR 83 „Molekulare Architektur und zelluläre Funktionen von Lipid/Protein-Komplexen“ und der SFB/TRR 186 „Molekulare Schalter in der Raum-Zeit-Kontrolle der zellulären Signaltransmission“. Geschäftsführender Direktor ist derzeit Prof. Dr. Walter Nickel.

www.bzh.uni-heidelberg.de

**DIGITALE
PROBLEMLÖSER**

DIGITALE PROBLEMLÖSER

SCHNELLE ALGORITHMEN UND IHRE GRENZEN

FELIX JOOS

Algorithmen umgeben uns in unserem Alltag überall und ständig. Mit Hochdruck wird nach immer schnelleren Versionen davon zur Lösung immer komplexerer Probleme gesucht. Für manche Probleme aber wird es womöglich nie schnelle Algorithmen geben.

E

Einmal schnell das Handy aus der Tasche gezogen, das Navigationsprogramm geöffnet und nach der Route zum Lieblingsrestaurant gesucht. In Bruchteilen einer Sekunde spuckt die App eine mögliche Wegstrecke aus – die vermeintlich beste. Welchen Nutzen hätte solch eine App, wenn wir auch nur eine Minute auf die Antwort warten müssten? Unzählige technische Geräte lösen heute überall um uns herum kleine und größere Probleme. Die Hauptsache ist, es geht schnell, sehr schnell. Denn unser Anspruch ist es, alle Probleme umgehend zu lösen, alle Fragen rasch beantworten zu können. Und dafür braucht es neue, immer schnellere Algorithmen.

Das Sortierproblem

Ein „Algorithmus“ ist eine detaillierte Handlungsvorschrift, die einem (digitalen) Problemlöser vorschreibt,

wie er vorzugehen hat. Schauen wir uns ein Beispiel an. Gegeben ist eine Liste mit verschiedenen Zahlen, sagen wir 3, 1, 12, 4, 5, 8, 2, 11. Wie können wir diese Zahlen möglichst schnell aufsteigend anordnen?

Die Zeit, die es braucht, um diese Zahlenliste zu sortieren, können wir beispielsweise in Sekunden messen. Anstatt den Arbeitsaufwand in Sekunden zu messen, kann man auch wie folgt vorgehen: Wir zählen, wie viele sogenannte elementare Operationen der Algorithmus ausführt. Eine elementare Operation entspricht dabei zum Beispiel dem Vergleichen oder der Addition/Subtraktion/Multiplikation/Division zweier Zahlen oder dem Vertauschen zweier Zahlen. Ein Algorithmus könnte also beispielsweise die ersten beiden Zahlen vergleichen – also 3 und 1 – und sie danach vertauschen (zwei elementare Operationen).

Nun können wir verschiedene Aussagen treffen. Lassen Sie uns annehmen, dass eine Liste von n verschiedenen Zahlen gegeben ist, die wir sortieren möchten. An diesem Algorithmus kann man nun zum Beispiel eine „Worst-Case-Analyse“ durchführen. Egal, wie die Liste von Zahlen am Anfang aussieht, ein bestimmter Algorithmus braucht höchstens $3n^2$ viele elementare Operationen. In aller Regel ist es bei solchen Betrachtungen egal, ob es $3n^2$ oder $20n^2$ ist. Man schreibt deshalb gerne $O(n^2)$. Und das bedeutet: Wir ignorieren alle Faktoren, die nicht von n , der Größe der Liste, abhängen und schreiben ein großes O davor. Eine andere Aussage wäre eine „Average-Case-Analyse“: Im Durchschnitt (gemittelt über alle möglichen Listen) braucht ein Algorithmus höchstens $O(n \log n)$ viele elementare Operationen, um eine Liste zu sortieren (n^2 ist für große Werte von n viel größer als $n \log n$ und $n \log n$ ist im Wesentlichen so groß wie n , zumindest fast). Die besten Sortieralgorithmen haben eine Worst-Case-Laufzeit von $O(n \log n)$. Zur Veranschaulichung: Heutige Computer lösen Probleme innerhalb einer Sekunde, wenn der Algorithmus ungefähr 10^{10} elementare Operationen benötigt. Deswegen ist das Sortieren von rund einer Milliarde Zahlen (10^9) ziemlich schnell machbar.

Das Problem des Handlungsreisenden

Betrachten wir noch ein zweites Beispiel, das „Problem des Handlungsreisenden“. Gegeben sind n verschiedene Städte, die der Handlungsreisende auf einer Rundreise genau einmal besuchen will. Was wir kennen, ist die Distanz zwischen je zwei Städten. Und die Fragen, die es zu lösen gilt, lauten: Was ist die kürzeste Rundreise, und gibt es eine Rundfahrt mit einer Strecke von höchstens 500 Kilometern?

An sich muss dafür gar nicht viel getan werden. Zunächst brauchen wir eine Liste aller Städte in der Reihenfolge, in der sie der Handlungsreisende nacheinander besuchen will. Allerdings gibt es ziemlich viele Möglichkeiten für



JUNIORPROF. DR. FELIX JOOS leitet seit März 2020 die Arbeitsgruppe Theoretische Informatik am Institut für Informatik der Universität Heidelberg. Nach Mathematikstudium und Promotion an der Universität Ulm arbeitete er zunächst vier Jahre als Postdoktorand an der University of Birmingham (England). 2019 wurde er zum Juniorprofessor für Diskrete Mathematik an der Universität Hamburg berufen. Seither leitet er auch eine Forschungsgruppe, die im Rahmen des Emmy Noether-Programms für den akademischen Nachwuchs von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird. 2020 erhielt Felix Joos den Lautenschläger-Preis für herausragende Nachwuchsforscher. Schwerpunkt seiner Forschungsarbeiten ist die Graphentheorie.

Kontakt: joos@informatik.uni-heidelberg.de

solch eine Liste. Um genau zu sein: die Hälfte von $(n-1)! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (n-2) \cdot (n-1)$.

Leider ist dies bereits eine ziemlich große Zahl, selbst wenn wir nur 20 Städte betrachten, denn $19!$ ist ungefähr 10^{17} . Wenn wir wieder 10^{10} elementare Operationen zur Verfügung haben, sind das bei Weitem zu viele verschiedene Möglichkeiten, um alle Kombinationen zu testen und zu prüfen, ob eine Rundfahrt höchstens 500 Kilometer lang ist.

Geht es also auch etwas schneller? Wahrscheinlich nicht. Es gibt Algorithmen, die nur rund 2^n viele elementare Operationen brauchen. Allerdings ist das immer noch eine ziemlich schnell wachsende Zahl, zum Beispiel ist 2^{30} bereits rund 10^{10} .

Der entscheidende Unterschied zwischen den beiden beschriebenen Beispielen ist: Für das Sortierproblem kennen wir Algorithmen, deren Laufzeit durch ein Polynom in n nach oben beschränkt ist (also n oder n^2); die Laufzeiten von Algorithmen für das Problem des Handlungsreisenden hingegen sind nur durch eine Exponentialfunktion in n beschränkt (wie zum Beispiel 2^n). Exponentialfunktionen wachsen aber viel schneller als Polynome. Das haben wir spätestens in der Corona-Pandemie gelernt; der Wert von n^2 vervierfacht sich, wenn man n verdoppelt, allerdings vervierfacht sich der Wert von 2^n bereits, wenn n nur um zwei größer wird.

In der Theoretischen Informatik bezeichnen wir alle Algorithmen als „schnell lösbar“, wenn es einen Algorithmus gibt, dessen Worst-Case-Laufzeit durch ein Polynom in n nach oben beschränkt werden kann – wie zum Beispiel das Sortieren: Hier gibt es einen Algorithmus mit Laufzeit $O(n^2)$. Die Menge aller solcher Probleme nennen wir P .

Es gibt allerdings eine Reihe von Problemen, für die wir keinen derart definierten schnellen Algorithmus kennen. Dazu gehört auch das Problem des Handlungsreisenden. Hier liegt die Schwierigkeit darin, zu zeigen, dass es tatsächlich keinen schnellen Algorithmus gibt. Denn der Nachweis der Existenz eines schnellen Algorithmus ist viel einfacher: Man muss ihn schließlich nur angeben, wohingegen der Nachweis einer Nichtexistenz grundlegende Schwierigkeiten mit sich bringt: Wie zeigt man nur, dass etwas nicht existiert?

Was machen wir also mit einem solch augenscheinlich schwierigeren Problem wie dem des Handlungsreisenden? Wir schrauben einfach unsere Erwartungen zurück. Stellen Sie sich vor, Sie bekommen von irgendwoher einen Lösungsversuch für das Rundfahrtproblem zugesteckt. Nun wollen wir wenigstens in der Lage sein zu überprüfen, ob dieser Lösungsvorschlag eine valide Lösung für unser Problem ist.

**„Ein Algorithmus ist
eine detaillierte
Handlungsvorschrift,
die einem (digitalen)
Problemlöser
vorschreibt, wie er
vorzugehen hat.“**

Das hört sich nach einer deutlich einfacheren Aufgabe an. In der Tat: Wir addieren die Distanzen zwischen den Städtepaaren, die der Handlungsreisende nacheinander besuchen will, und überprüfen, ob das Ergebnis unter 500 Kilometern liegt. Eine einfache Angelegenheit.

Gibt es also einen schnellen Algorithmus, wenn wir eine Lösung zugesteckt bekommen? Die Menge aller solcher Probleme nennen wir NP. Die Menge NP enthält P, da das Berechnen einer Lösung quasi die Überprüfung einer Lösung als Teilaufgabe enthält.

**„Wir machen
es uns auch
zunutze, dass
manche Probleme
algorithmisch
sehr schwer
zu lösen sind.“**

DIGITAL PROBLEM SOLVERS

FAST ALGORITHMS AND THEIR LIMITATIONS

FELIX JOOS

Algorithms are everywhere – we use numerous technical devices all day, every day. All these gadgets need fairly precise instructions telling them how to handle a particular task. These instructions are called algorithms. The enormous digital developments in the last few decades are strongly linked to advances regarding fast algorithms. Not surprisingly, processing speed is essential for many tasks; after all, who wants to use a satnav that needs several minutes to output a potential route? Not to mention if we miss a turn and instantly need directions for a new route. However, some algorithmic problems seem to be harder to solve at the conceptual level than others. One of the seven Millennium Prize Problems asks whether there are in fact two different classes of algorithms (this question is known as $P=NP?$). If this was not the case, it should be possible to quickly solve almost any algorithmic problem. This seems rather unlikely, but as yet there is no evidence either way.

At first glance, being able to quickly solve any algorithmic problem seems a good thing. However, our current cryptographic systems rely heavily on the assumption that some problems are too hard to be solved in a reasonable time frame. This in particular includes the following problem: given a number that is the product of two primes, compute the two unknown primes whose product is the given number. ●

JUNIOR PROF. DR FELIX JOOS has been heading the Theoretical Computer Science group at Heidelberg University's Institute for Computer Science since March 2020. He studied mathematics and earned his doctorate at the University of Ulm, then spent four years as a postdoc at the University of Birmingham (UK). In 2019 he accepted a junior professorship for discrete mathematics at the University of Hamburg. In the same year, he became head of a research group that is funded by the German Research Foundation (DFG) within the framework of the Emmy Noether Programme for junior academics. In 2020 Felix Joos was awarded the Lautenschläger Prize for outstanding early-career researchers. His main research interest is graph theory.

Contact: joos@informatik.uni-heidelberg.de

“An algorithm is a set of detailed instructions telling a (digital) problem solver how to proceed.”

Was unterscheiden nun die Probleme in P und in NP? Was ist das grundlegend Verschiedene? Die Antwort lautet: Wir wissen es nicht.

Ist P = NP?

Im Jahr 2000 hat das „Mathematics Institute“ in Cambridge (Massachusetts) eine Liste der sieben wichtigsten Probleme der Mathematik und Informatik zusammengestellt – in Anlehnung an die Liste der 23 wichtigen Probleme, die der deutsche Mathematiker David Hilbert im Jahr 1900 auf dem Weltkongress für Mathematik vorgestellt hatte. Für die Lösung jedes dieser sieben Probleme hat das Institut eine Million US-Dollar ausgelobt. Und eines dieser Probleme lautet: „Ist $P = NP$?“

Was würde es bedeuten, wenn $P = NP$ ist? Es würde bedeuten: Für jedes Problem, für das man schnell überprüfen kann, ob eine vorgeschlagene Lösung auch wirklich eine Lösung ist, gibt es auch einen schnellen Algorithmus, der das ganze Problem lösen kann.

Die meisten Experten indes glauben, dass P nicht gleich NP ist. Wie wir uns bereits überlegt haben, ist es manchmal sehr schwer, die Nichtexistenz von Objekten nachzuweisen – und so könnte es auch hier sein. Allerdings wissen wir es nicht – und es gibt wenig vielversprechende Ansätze für die Lösung dieses Problems, einer der wichtigsten offenen Fragen in der Mathematik und Informatik.

Vielleicht hört es sich kurios an: Wir machen es uns auch zunutze, dass manche Probleme algorithmisch sehr schwer zu lösen sind. Auch hierzu ein Beispiel: Gegeben ist eine Zahl n , von der wir zusätzlich wissen, dass sie das Produkt zweier Primzahlen ist, beispielsweise 15, 21, 22 oder 187. Das heißt, n lässt sich schreiben als $p \cdot q$, wobei p und q (uns unbekannt) Primzahlen sind. Das zu lösende Problem lautet nun wie folgt: Berechne p und q .

Auch für nur mäßig große Zahlen p und q (in Computerdimensionen gedacht) brauchen selbst heutige Supercomputer Jahrmillionen, um p und q zu finden. Diese Schwerlösbarkeit nutzen wir tagtäglich aus, nämlich in der Kryptographie: Wir benutzen sie, um uns digitale Nachrichten zu schicken. Ein Hoch auf komplizierte Probleme!

Bei ganz vielen Problemen in NP ist relativ schnell klar: Wenn P wirklich nicht NP ist, dann liegen diese Probleme nicht in P. Wir möchten diese Probleme aber dennoch gerne lösen. Hierzu muss man die Theorie von der Praxis trennen. Viele theoretisch schwere Probleme – also Probleme, die nach unserer oben gegebenen Definition nicht mit einem schnellen Algorithmus zu lösen sind – sind bei Instanzen, die in der Praxis auftreten, recht gut lösbar. Ein Grund dafür kann sein, dass es in der Praxis gar nicht so viele komplexe Problemstellungen gibt, wie es das Problem

a priori zulassen würde. In der Theorie arbeiten wir daran, die Instanzen aus mathematischer Sicht zu verstehen. Gibt es etwa Strukturen, die wir ausnützen können, um eine Lösung in bestimmten Fällen schnell zu berechnen?

In meiner Arbeitsgruppe befassen wir uns dazu vor allem mit „Graphen“. Das sind im Grunde einfache Objekte: Sie bestehen aus einer endlichen Menge, das heißt, eine Menge von Punkten, Zahlen, Personen oder Bällen, die in Beziehung zueinander stehen können – ähnlich wie bei einer Mindmap. Für das Problem des Handlungsreisenden etwa kann man auf einem Blatt Papier jeder Stadt einen Punkt zuordnen, zwischen je zwei Städten eine Linie ziehen und diese Linie mit einer Zahl versehen, die die Entfernung beider Städte codiert. Es ist oft viel einfacher, mit einem solch abstrakten Objekt zu arbeiten, weil es unnötige Informationen ausblendet. Unsere Arbeitsgruppe benutzt jede Menge mathematischer Werkzeuge, um die Eigenschaften solcher Graphen besser zu verstehen – damit (theoretisch) bestimmte Probleme ganz schnell zu lösen sind. ●

**„Ob $P = NP$
ist, zählt zu den
wichtigsten
offenen Fragen der
Mathematik
und Informatik.“**

**DIE
GEOMETRISCHE**

DREIHEIT

DIE GEOMETRISCHE FREIHEIT

NEUER BLICK AUF DIE RELATIVITÄTSTHEORIE

LAVINIA HEISENBERG

Nach wie vor ist Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie die beste Theorie, um die geheimnisvollsten aller Naturkräfte – die Schwerkraft – zu beschreiben. Aber seine Theorie ist nicht vollständig. Am Institut für Theoretische Physik der Universität Heidelberg wird erforscht, wie Einsteins Überlegungen modifiziert werden müssen, um die Gravitation besser zu erklären – und damit auch die Entstehung des Universums. Eine neue geometrische Darstellung der Allgemeinen Relativitätstheorie bietet eine überraschende und ergänzende Perspektive.

„100 Jahre nach der Entdeckung der Allgemeinen Relativitätstheorie ist es eine Herausforderung, sich von der fest verwurzelten Interpretation zu lösen.“

S

Seit Albert Einstein gehen Gravitation und Geometrie Hand in Hand. Sein in der Allgemeinen Relativitätstheorie (General Relativity/GR) brillant formulierter Ansatz, die Schwerkraft mit der Krümmung der Raumzeit zu identifizieren, ist für unsere Vorstellung so prägend geworden, dass es heute gängige Praxis ist, Gravitationsphänomene als Auswirkung einer gekrümmten Raumzeit zu deuten. Entsprechend einem Gedanken, den Einstein als „den glücklichsten seines Lebens“ bezeichnete, wird die Existenz einer geometrischen Formulierung der Gravitation durch das „Äquivalenzprinzip“ gewährleistet: Ihm zufolge wirkt die Schwerkraft gleichermaßen auf alle Arten von Materie. Damit weist dieses Prinzip auf eine faszinierende Beziehung

zwischen Gravitation und Trägheit hin. Kräftefreie Teilchen bewegen sich so, dass ihre Bahnen möglichst wenig gekrümmt verlaufen, und zeichnen so die geometrischen Eigenschaften der Raumzeit nach.

Auf der Suche nach geometrischen Objekten

Wenn wir den vom Äquivalenzprinzip nahegelegten geometrischen Charakter der Gravitation annehmen, ist es angebracht, zu untersuchen, auf welche Weisen die Gravitation geometrisiert werden kann und ob diese Weisen zueinander gleichwertig sind. Die Geometrie einer Raumzeit wird dadurch beschrieben, wie sich Vektoren verändern, wenn man sie durch die Raumzeit verschiebt. Sie können dabei ihre Länge und ihre Richtung ändern. Einstein nahm an, dass Vektoren bei der Verschiebung ihre Länge beibehalten und dass sich ihre Richtung allein deswegen ändert, weil die Raumzeit gekrümmt ist. Die Geometrie könnte aber auch so beschaffen sein, dass sich die Länge verändert oder dass Änderungen der Richtung daher kommen, dass die Raumzeit in sich verdrillt ist. Längen werden durch eine Metrik beschrieben, die Verdrillung

durch eine Größe, die Torsion genannt wird. Wenn die Verschiebung zu einer Längenänderung führt, wird sie als nicht-metrisch bezeichnet. Einstein nahm also an, dass die Verschiebung von Vektoren metrisch ist und dass die Raumzeit zwar gekrümmt, aber nicht verdrillt ist.

So kann die Gravitation geometrisch beschrieben werden, doch es geht auch anders. Wie Verschiebungen auf Vektoren wirken, kann allgemeiner dadurch beschrieben werden, wie stark gekrümmt oder verdrillt eine Raumzeit ist und ob beziehungsweise wie sehr sie nicht-metrisch ist.

Und wenn Einstein nicht recht hätte?

Einstein entschied sich, die Allgemeine Relativitätstheorie auf eine metrische Raumzeit zu gründen, die nicht verdrillt ist, die Schwerkraft als die Krümmung dieser Raumzeit zu interpretieren und die Dynamik auf die einfachste Weise zu beschreiben, die dann allein aufgrund der Krümmung möglich ist. Der Dynamik liegt wie in allen fundamentalen physikalischen Theorien eine Größe zugrunde, die als Wirkung bezeichnet wird. Die Wirkung der Allgemeinen Relativitätstheorie ist die sogenannte Einstein-Hilbert-Wirkung.

Soweit die Standardansicht – 100 Jahre nach der Entdeckung der Allgemeinen Relativitätstheorie ist es eine Herausforderung, sich von dieser fest verwurzelten Interpretation zu lösen. Es liegt jedoch nahe, sich folgende Frage zu stellen: Könnte die Schwerkraft stattdessen auch den beiden verbleibenden Attributen zugeschrieben werden? Die Antwort darauf ist ein klares Ja: Wir konnten nämlich zeigen, dass es zwei weitere ebenso gut begründete und vollkommen gleichwertige geometrische Formulierungen der Allgemeinen Relativitätstheorie gibt, die die Schwerkraft nicht einer Krümmung zuschreiben, sondern entweder einer Verdrillung (Torsion) oder der Eigenschaft, nicht-metrisch zu sein. Dadurch konnten wir eine „geometrische Dreiheit der Schwerkraft“ etablieren.

In der zweiten alternativen geometrischen Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie wird die Schwerkraft nicht der Krümmung, sondern der Verdrillung zugeordnet. Hier wird die Raumzeit als flach angenommen, und von Verschiebungen von Vektoren wird vorausgesetzt, dass sie metrisch sind, also die Länge von Vektoren nicht ändern. Die Dynamik der Allgemeinen Relativitätstheorie wird nun

**„Das Gebiet der Gravitationswellen-
astronomie eröffnet eine neue
und einzigartige Gelegenheit, die
Allgemeine Relativitätstheorie
in Systemen zu testen, in denen sie
noch nicht getestet wurde.“**

Der Exzellenzcluster STRUCTURES

Die Frage, wie in komplexen Systemen aus dem Zusammenspiel vieler Komponenten neue Phänomene entstehen können, ist das Thema des Exzellenzclusters „STRUKTUREN: Emergenz in Natur, Mathematik und komplexen Daten“ („STRUCTURES: A Unifying Approach to Emergent Phenomena in the Physical World, Mathematics, and Complex Data“). Das Themengebiet des von den Fakultäten für Physik und Mathematik gemeinsam getragenen Exzellenzclusters reicht von der subatomaren Teilchenphysik bis zur Kosmologie und von der fundamentalen Quantenphysik bis zur Neurowissenschaft. In sieben „Comprehensive Projects“ forschen rund 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Physik, Mathematik und Informatik. Anwendungsgebiete für ihre Fragestellungen sind beispielsweise Quanten- oder neuromorphe Computer, die Rechnungen ausführen können, welche traditionellen Computern nicht möglich sind, oder Strukturbildungsprozesse in der Astro- oder Biophysik, die ebenfalls auf dem Zusammenspiel vieler Bestandteile beruhen.

Der Exzellenzcluster wurde im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder an der Universität Heidelberg eingerichtet. Beteiligt sind neun Universitätsinstitute sowie die Max-Planck-Institute für Astronomie (MPIA) und Kernphysik (MPIK) in Heidelberg, das Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS) und das Zentralinstitut für seelische Gesundheit (ZI) in Mannheim. Sprecher sind Prof. Dr. Manfred Salmhofer (Institut für Theoretische Physik), Prof. Dr. Anna Wienhard (Mathematisches Institut) und Prof. Dr. Ralf S. Klessen (Zentrum für Astronomie).

www.structures.uni-heidelberg.de

„Die Wissenschaft der Gravitationswellen wird unser Wissen über unser Universum erheblich erweitern.“

auftritt. Die so resultierende Theorie wird als TEGR abgekürzt. An der Anzahl ihrer Freiheitsgrade, also gewissermaßen an ihrer Flexibilität, ändert sich dadurch aber nichts.

Die dritte alternative geometrische Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie schreibt die Schwerkraft vollständig der möglichen Eigenschaft der Raumzeit zu, wonach Verschiebungen nicht-metrisch sind, die Raumzeit aber flach und nicht verdrillt ist. Diese beiden Bedingungen erweisen sich als besonders einschränkend in Bezug auf die Art, wie Vektoren verschoben werden können: Dies ist nun nur noch entlang gerader Linien möglich. In dieser nicht-metrischen Formulierung der Gravitation, die wir als CGR bezeichnet haben, entspricht die Wirkung der Theorie bemerkenswerterweise genau der Einstein-Hilbert-Wirkung der Allgemeinen Relativitätstheorie, jedoch ohne eine störende Eigenschaft der Einstein-Hilbert-Wirkung: Sie kommt ohne die Randterme aus, die in Einsteins Formulierung notwendig sind. Damit bietet diese neue geometrische Darstellung der Allgemeinen Relativitätstheorie

nützliche und ergänzende Perspektiven zur Gravitationstheorie.

Viele Unbekannte – und ein Lösungsvorschlag

Studien in den verschiedenen physikalischen Disziplinen wie der Urknall-Nukleosynthese, der Theorie des sehr frühen Universums, der Interpretation des kosmischen Mikrowellen-Hintergrundes (Cosmic Microwave Background, CMB), der Beschreibung der Entstehung und Entwicklung großräumiger Strukturen sowie den Deutungen der Dunklen Materie und der Dunklen Energie führten zum sehr erfolgreichen und konzeptionell einfachen Standardmodell der Kosmologie. Ihm zufolge begann das Universum vor etwa 13 Milliarden Jahren mit einem Urknall und hat bis heute einen Zustand erreicht, in dem sein Energieinhalt zu 70 Prozent aus Dunkler Energie, zu 25 Prozent aus Kalter Dunkler Materie (Cold Dark Matter, CDM) und zu fünf Prozent aus gewöhnlicher (als baryonisch bezeichneter) Materie besteht. Dieses Standardmodell der Urknall-Kosmologie ist das heute vorherrschende kosmologische Modell, das die Physik auf kosmologischen Skalen

nicht mehr durch die Einstein-Hilbert-Wirkung beschrieben, sondern durch andere Größen, in denen die Verdrillung

THE GEOMETRIC TRINITY

A NEW LOOK AT THE THEORY OF GENERAL RELATIVITY

LAVINIA HEISENBERG

Gravitation and geometry have been closely linked since Albert Einstein. His approach of equating gravity with the curvature of space-time has become so formative for our imagination that it is now common practice to interpret gravitational phenomena as the effect of a curved space-time. The existence of a geometric formulation of gravity is guaranteed by the equivalence principle: gravity acts equally on all types of matter. This principle points to a fascinating relationship between gravity and inertia. Force-free particles move in such a way that their orbits have the slightest possible curve and thus trace the geometric properties of space-time.

If we assume the geometrical character of gravitation, it is appropriate to investigate in which ways gravity can be geometrised and whether these ways are equivalent to one another. Displacements of vectors on a manifold can be described generically by how strongly curved or twisted a space-time is and whether or not the space-time is non-metric. Einstein decided to base his theory of general relativity on a metric space-time that is neither twisted nor non-metric and to interpret gravity as the curvature of this space-time. We were able to show that there are two other equally well-founded and completely equivalent geometrical formulations of general relativity that do not ascribe gravity to a curvature, but either to torsion or to the property of being non-metric. This enabled us to establish a “geometric trinity of gravity”. ●

PROF. DR LAVINIA HEISENBERG has held the Chair of Theoretical Physics at Heidelberg University's Faculty of Physics and Astronomy since November 2021. She studied physics at Heidelberg University and in 2014 earned her PhD in alternative gravitation theories at the University of Geneva (Switzerland), then worked as a post-doctoral fellow at the Nordic Institute for Theoretical Physics and the Oskar Klein Centre in Stockholm (Sweden), and at the Institute for Theoretical Studies of ETH Zurich (Switzerland). In 2018 Lavinia Heisenberg transferred to the Institute for Theoretical Physics of ETH Zurich, where she accepted a professorship in 2019. She has won several awards for her work on the fundamental properties of gravitation, among them the Gustav Hertz Prize of the German Physical Society. In addition to her academic work, Lavinia Heisenberg has applied to the recruitment programme of the European Space Agency (ESA), which is looking to train new astronauts for the first time since 2009.

Contact: l.heisenberg@
thphys.uni-heidelberg.de

**“The science
of gravitational
waves
will significantly
advance our
knowledge of the
universe.”**



PROF. DR. LAVINIA HEISENBERG ist seit November 2021 Professorin für Theoretische Physik an der Fakultät für Physik und Astronomie der Universität Heidelberg. Nach ihrem Physikstudium an der Universität Heidelberg und ihrer Promotion zu alternativen Gravitationstheorien an der Universität Genf (Schweiz) im Jahr 2014 forschte sie als Postdoktorandin am Nordic Institute for Theoretical Physics und am Oskar Klein Centre in Stockholm (Schweden) sowie am Institute for Theoretical Studies der ETH Zürich (Schweiz). 2018 wechselte Lavinia Heisenberg an das Institut für Theoretische Physik der ETH Zürich, an dem sie 2019 eine Professur übernahm. Ihre Arbeiten zu den fundamentalen Eigenschaften der Schwerkraft wurden mehrfach ausgezeichnet, unter anderem mit dem Gustav-Hertz-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Lavinia Heisenberg hat sich neben ihrer universitären Arbeit auch für das Rekrutierungsprogramm der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) beworben, mit dem diese erstmals seit 2009 wieder Astronaut*innen sucht.

Kontakt: l.heisenberg@thphys.uni-heidelberg.de

zufriedenstellend beschreibt. Weder Dunkle Materie, die im Standardmodell der Teilchenphysik nicht vorkommt, noch die noch exotischere Dunkle Energie sind vollständig verstanden.

Die Entdeckung, dass sich das Universum nicht abgebremst, sondern beschleunigt ausdehnt, löste eine Vielzahl von Versuchen aus, den dafür verantwortlichen physikalischen Mechanismus zu enthüllen. Die einfachste Erklärung ergibt sich in Form einer kosmologischen Konstante, aber ihr durch Beobachtungen geforderter kleiner Wert ist zwar nicht widersprüchlich, stellt aber unser theoretisches Verständnis doch ernsthaft infrage. Ein natürlicher Ansatz für die verwandten Probleme der kosmologischen Konstante und der kosmischen Beschleunigung besteht darin, auf Modifikationen der Schwerkraft auf großen Längenskalen zurückzugreifen. Andererseits verlangen Quantentheorien der Gravitation, dass die Theorie der Schwerkraft auch auf kleinen Skalen verändert wird. Die in der klassischen Theorie auftretenden Singularitäten wie der Urknall und Schwarze Löcher könnten ebenfalls durch eine neue Beschreibung der Gravitation reguliert werden. Die Modifikationen auf kleinen Skalen könnten auch eine andere Entwicklung des frühen Universums diktieren, als sie das gegenwärtig bevorzugte Bild der kosmischen Inflation skizziert. Das Inflationfeld, das im Standardbild für die Inflation verantwortlich gemacht wird, könnte nur eine Reminiszenz an Modifikationen der Gravitation auf kleinen Skalen sein.

Selbst wenn die drei Beschreibungen der Gravitation, die auf Krümmung, Torsion oder nicht-metrischem Verhalten beruhen, die gleiche zugrunde liegende physikalische Theorie ergeben, nämlich die Allgemeine Relativitätstheorie, können aus den entsprechenden Wirkungen erheblich verschiedene Gravitationstheorien konstruiert werden. Vor allem die einfache geometrische Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie, die nicht-metrische Verschiebungen in einer flachen Raumzeit verwendet, bietet einen vielversprechenden alternativen Ausgangspunkt für modifizierte Gravitationstheorien. Eine unmittelbare Folge einer solchen Modifikation wäre eine Änderung

der Art, wie sich Gravitationswellen durch das Universum ausbreiten.

Der Nachweis von Gravitationswellen durch die beiden Interferometer des LIGO-Observatoriums hat das Gebiet der Gravitationswellenastronomie eröffnet. Besondere Aufmerksamkeit haben solche Emissionsereignisse von Gravitationswellen auf sich gezogen, die durch die Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher ausgesandt werden. Dieses neue Gebiet der beobachtenden Astronomie eröffnet eine neue und einzigartige Gelegenheit, die Allgemeine Relativitätstheorie in solchen physikalischen Systemen zu testen, in denen sie noch nie getestet wurde. Wir können daher mit Sicherheit erwarten, dass die Wissenschaft der Gravitationswellen zu einem Schlüsselgebiet nicht nur der Gravitationsphysik, sondern der gesamten fundamentalen Physik werden und unser Wissen über unser Universum erheblich erweitern wird. Eines unserer zukünftigen Ziele wird es sein, Gravitationswellenbeobachtungen durch bodengestützte und weltraumbasierte Netzwerke von Gravitationsinterferometern umfassend zu nutzen, um die Gültigkeit der Allgemeinen Relativitätstheorie zu testen. ●

PLANETARE

NACHBARN

PLANETARE NACHBARN

AUF DER SUCHE NACH EINER ZWEITEN ERDE

ANDREAS QUIRRENBACH

In den Tiefen des Weltraums lassen sich erstaunliche Entdeckungen machen. Dazu zählen Planeten außerhalb unseres Sonnensystems – sogenannte Exoplaneten. Doch ist auch eine zweite Erde dabei? Und wie werden neue Sterne und Planeten geboren? Heidelberger Astronominnen und Astronomen entlocken dem All seine Geheimnisse mit hochpräzisen astronomischen Instrumenten.

W

Wir leben auf dem dritten Planeten eines ganz gewöhnlichen Sterns, der das Zentrum einer großen Galaxie in einer Entfernung von etwa 27.000 Lichtjahren umkreist. Unsere Erde ist viereinhalb Milliarden Jahre alt und erhält von der Sonne gerade so viel Wärme, dass die Temperatur auf der Erdoberfläche die Existenz flüssigen Wassers zulässt. Damit ist eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung von Leben gegeben. Wie viele solcher Systeme gibt es in unserer Milchstraße? Wie entstehen sie, und wie entwickeln sie sich? Wo sind unsere nächsten Nachbarn? Mit diesen Fragen beschäftigt sich die noch junge wissenschaftliche Disziplin zur Erforschung von Exoplaneten. Unsere Arbeitsgruppe in der Landessternwarte auf dem Königstuhl in Heidelberg nimmt dabei vor allem solche Sterne in den Blick, die viel größer oder viel kleiner als unsere Sonne sind.

„Und sie bewegt sich doch“

„Eppur si muove“ – „Und sie bewegt sich doch“, soll Galilei gemurmelt haben, nachdem er vor der Inquisition von seiner Hypothese abschwören musste, die Erde bewege sich um die Sonne. Heute lernt jedes Grundschulkind, dass Galileo recht hatte: Es ist – dem ersten Anschein zum Trotz – nicht die Sonne, die um die Erde kreist. Es sind die Planeten, die ihre Bahnen um die Sonne ziehen. Aber stimmt das wirklich? Es stimmt – aber nur fast.

Nach den Gesetzen der Mechanik gibt es zu jeder Kraft eine gleich große Gegenkraft: So wie die Sonne die Bahn der Erde bestimmt, zwingt auch die Erde die Sonne auf eine Bahn. Die Sonne ist allerdings ungefähr 300.000 Mal schwerer als die Erde und ihre Bahn somit 300.000 Mal kleiner. Wenn es die anderen Planeten nicht gäbe, beschreibe die Sonne aufgrund der Anziehungskraft der Erde im Laufe eines Jahres einen Kreis mit einem Radius von 450 Kilometern. Den größten Einfluss auf die Sonne hat der Riesenplanet Jupiter, aber auch alle acht Planeten unseres Sonnensystems zusammengenommen bewegen die Sonne um nicht viel mehr als ihren eigenen Radius, das sind etwa 700.000 Kilometer. In den Maßstäben des Weltraums gemessen ist das nicht viel. Aber immerhin, sie bewegt sich – die Sonne.

Diesen Umstand machen wir uns zunutze, wenn wir nach Planeten suchen, die um andere Sterne kreisen: Auf ihren

Bahnen um den Schwerpunkt ihres jeweiligen Planetensystems bewegen sich die Sterne in periodischem Wechsel auf uns zu und wieder von uns weg. Diese kleinen Änderungen ihrer Geschwindigkeit können wir mit hochpräzisen astronomischen Instrumenten messen. Wir führen gewissermaßen regelmäßige kosmische Radarkontrollen an einigen Hundert Sternen durch. Dafür benötigen wir keinen Sender, denn die Sterne selbst senden Licht mit genau bestimmbar Eigenschaften aus. Die Konstruktion der Spektrographen indes, die uns als Empfänger dienen, ist eine Spezialdisziplin des astronomischen Instrumentenbaus. Die Heidelberger Landessternwarte, die zum Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg gehört, zählt hier zu den weltweit führenden Institutionen.

Auf der Suche nach unseren nächsten Nachbarn

Um uns der Frage zu nähern, ob und wie häufig erdähnliche Planeten im Universum vorkommen, haben wir uns Ende des Jahres 2010 mit zehn weiteren wissenschaftlichen Instituten in Deutschland und Spanien zum CARMENES-Konsortium zusammengeschlossen. CARMENES ist das Akronym für „Calar Alto high-Resolution search for M dwarfs with Exoearths with Near-infrared and optical Echelle Spectrographs“. Der vollständige Projektname ist zugegebenermaßen etwas sperrig, beschreibt unsere wissenschaftlichen Zielsetzungen und Methoden jedoch in komprimierter Form recht genau.

Die Buchstaben „M“ und „E“ in der Mitte der Kurzbezeichnung stehen für die Objekte unseres Interesses: Als „M-Zwerge“ bezeichnen wir Astronomen Sterne, die weniger als eine halbe Sonnenmasse besitzen. Sie sind sehr leuchtschwach, weil die Fusion von Wasserstoffkernen zu Helium in ihrem Inneren nur langsam abläuft. Etwa zwei Drittel aller Sterne gehören dieser M-Klasse an, darunter auch Proxima Centauri, der Stern, der unserer Sonne am nächsten ist. Der Buchstabe „E“ steht für die erdähnlichen Planeten, die wir aufspüren wollen. Hierzu eignen sich M-Zwerge besonders gut, weil sie sich aufgrund ihrer geringen Masse stärker bewegen, wenn ein Planet an ihnen zieht. Darüber hinaus ist bei M-Zwergen der Abstand kleiner, der lebensfreundliche Bedingungen zulässt. Ein Beispiel: Auf dem Planeten Merkur erreicht die Mittagstemperatur lebensfeindliche 430 °C – M-Zwerge hingegen strahlen so viel schwächer als die Sonne, dass auf ihren Planeten selbst dann noch angenehme Temperaturen herrschen, wenn sie noch näher an ihrem Mutterstern sind. Nach den Kepler'schen Gesetzen der Planetenbewegung wird die Bahngeschwindigkeit umso größer, je kleiner der Abstand zum Mutterstern ist. Auch dieser Umstand hilft uns bei der Suche nach relativ kleinen Planeten. Unter all diesen Voraussetzungen konnten wir uns das realistische Ziel setzen, bei den M-Zwergen Planeten zu finden, die der Erde ähnlich sind.

„Wir führen gewissermaßen regelmäßige Radarkontrollen an einigen Hundert Sternen durch.“

Ein neues Instrument

Für eine solche Suche gab es allerdings kein geeignetes Instrument. Die herkömmlichen Instrumente (Spektrographen) zur Aufnahme von Licht verschiedener Wellenlänge, sind für Messungen von Sternen gebaut, die der Sonne ähnlich sind. Sie geben ihr Licht hauptsächlich im gelb-orangen Spektralbereich ab. Wir mussten deshalb zunächst ein Instrument bauen, mit dem das tiefröte und nah-infrarote Licht von M-Zwergen – sie werden deshalb auch „Rote Zwerge“ genannt – analysiert werden kann. Damit haben wir Neuland betreten, nur das grundlegende Konstruktionsprinzip sogenannter hochauflösender

Échelle-Spektrographen konnten wir aus bereits vorangegangenen Projekten übernehmen.

Bestärkt wurde unser Vorhaben durch einen Ideenwettbewerb, den just das Calar-Alto-Observatorium ausgeschrieben hatte, um neue Instrumente und Beobachtungsprogramme zu entwickeln. Der Berg Calar Alto gehört zur südspanischen Provinz Andalusien. Auf ihm steht das deutsch-spanische Astronomiezentrum, an dessen größtem Teleskop wir unsere Forschung betreiben. Mit einem Spiegeldurchmesser von 3,5 Metern gehört dieses Teleskop der „oberen Mittelklasse“ an. Es ist nicht so lichtstark

wie die Großteleskope mit einem Durchmesser von acht bis zehn Metern. Dafür ist es nicht ganz so stark von Astronomen überbucht – und war damit ideal geeignet für unser Vorhaben, mindestens 300 Sterne jeweils mindestens 50 Mal zu beobachten und dabei mehr als 15.000 Spektren aufzunehmen. Jede Beobachtung dauert im Schnitt etwa eine halbe Stunde, so dass wir circa 750 klare Beobachtungsnächte benötigen würden. All das passte genau zum Projektwettbewerb des Calar Alto, den wir mit unserem Vorschlag gewinnen konnten.

Anfang des Jahres 2011 begannen wir an der Landessternwarte mit der Konstruktion des für den roten Spektralbereich optimierten CARMENES-Spektrographen. Die Landessternwarte in Heidelberg übernahm außerdem die Projektleitung. Der Nah-Infrarot-Spektrograph wurde im Astrophysikalischen Institut Andalusiens in Granada gebaut; wichtige Beiträge kamen von unserem Nachbarn auf dem Königstuhl, dem Max-Planck-Institut für Astronomie. Die Partner in Göttingen, Hamburg, Tautenburg, Barcelona, Madrid und Teneriffa steuerten Software und kleinere Komponenten bei. Im Sommer 2015 konnten wir mit der Integration auf dem Calar Alto beginnen und schon im Herbst „First Light“ begehen, also die ersten Spektren von Sternen aufnehmen. Pünktlich zum Jahresende wurde das betriebsbereite Instrument zur wissenschaftlichen Nutzung freigegeben.

Entdeckung zweier Planeten

In den ersten Betriebsjahren von 2016 bis 2020 konnte CARMENES alle unsere Erwartungen erfüllen, teils sogar deutlich übertreffen. Unsere Suche nach einer „Zweiten Erde“ wurde von Erfolg gekrönt: Wir entdeckten zwei Planeten, die einen recht nahen und besonders leichten M-Zwerg umkreisen, den sogenannten „Teegardens Stern“. Beide Planeten sind nur wenig schwerer als die Erde. Sie befinden sich in einem Abstand von ihrem Mutterstern, der die Existenz flüssigen Wassers an der Oberfläche ermöglichen könnte. Der innere der beiden Planeten ist von allen derzeit bekannten Exoplaneten derjenige, der hinsichtlich Masse und Temperatur der Erde am ähnlichsten ist. Völlig offen ist allerdings, ob wir daraus schließen können, dass auch seine anderen Eigenschaften denen der Erde nahekommen, ob er also beispielsweise eine Atmosphäre und ein Klima besitzt, in dem Leben entstehen könnte.

So ähnlich die Planeten von Teegardens Stern unserer Erde auch sein mögen – der Stern selbst unterscheidet sich sehr von unserer Sonne. Diese Unterschiede könnten gravierende Konsequenzen haben, weil M-Zwerg wie Teegardens Stern ihre planetaren Begleiter viel stärker und länger mit hochenergetischen Teilchen, starker ultravioletter Strahlung und Röntgenstrahlung bombardieren. Eruptionen der Sonne rufen bei uns auf der Erde Polarlichter hervor, gelegentlich kann es auch zu besorgniserregenden Störungen

„Kommen sich zwei Planeten zu nahe, kann einer von beiden aus dem System hinausgeschleudert werden: Er wird zu einem einsamen Wanderer in der Milchstraße.“

der Kommunikation und Energieversorgung kommen – ähnliche, aber viel heftigere Ereignisse, die sich auf M-Zwergen ereignen, können die Atmosphären der sie umkreisenden Planeten völlig zerstören. Die Aktivität dieser Sterne besser zu verstehen, ist ein weiteres wichtiges Ziel der CARMENES-Kollaboration.

Auch Proxima Centauri mit erdähnlichem Begleiter

Dank der Entdeckungen von CARMENES wissen wir heute, dass viele der sonnennahen M-Zwerge erdähnliche Planeten besitzen. Auch Proxima Centauri, unser nächster, am Südhimmel stehender Nachbarstern, besitzt einen erdähnlichen Begleiter – die Teleskope der Europäischen Südsternwarte in Chile haben ihn entdeckt.

In jüngerer Zeit kamen noch viele weitere besonders interessante Kandidaten hinzu, die mit einer anderen Beobachtungstechnik aufgespürt wurden: Seit April 2018 durchmustern vier Weitwinkel-Kameras der NASA-Mission TESS nahezu den kompletten Himmel und messen sehr präzise jeweils einen Monat lang die Helligkeit aller Sterne in einem Sektor. Dazu muss man wissen, dass ein Planet, wenn er auf seiner Bahn vor seinem Mutterstern herzieht, für eine gewisse Zeit einen Teil des Sternenlichts blockiert – so, wie der Mond die Sonne bei einer Sonnenfinsternis verdunkelt. Da der Mond sehr nahe an der Erde ist, kann er die Sonne völlig verdecken. Exoplaneten hingegen verdecken immer nur einen kleinen Teil ihres Muttersterns. Hinzu kommt, dass Bedeckungen nur dann zu beobachten sind, wenn wir uns zufällig fast genau in der Bahnebene befinden – blicken wir auf den Pol eines Systems, umkreisen die Planeten den Stern, ohne ihn je zu bedecken. Deswegen kann man mit dieser Methode nur einen kleinen Teil aller existierenden Planeten finden. Diejenigen aber, die man findet, sind besonders aufschlussreich.

Aus den TESS-Daten lässt sich beispielsweise der Radius dieser Planeten bestimmen – je größer der Planet, desto stärker fällt die Verdunkelung aus. Hier kommt CARMENES wieder ins Spiel: Wir setzen M-Zwerge, bei denen TESS einen Planetenkandidaten gefunden hat, auf unsere Beobachtungsliste und messen, wie sich der Mutterstern bewegt. Zeigen die Daten die erwarteten periodischen Schwankungen, können wir nicht nur die Existenz des Planeten bestätigen, sondern auch seine Masse bestimmen. Denn die beobachtete Amplitude der Geschwindigkeit ist proportional zur Masse des Planeten, der am Stern zieht. Damit haben wir wieder eine neue Art der Information gewonnen: Aus dem Radius lässt sich das Volumen des Planeten errechnen, und die Kombination von Masse und Volumen ergibt die Dichte. Gemeinsam sind TESS und CARMENES so imstande, die Zusammensetzung von Planeten zu messen und zwischen erdartigen Gesteinsplaneten und weniger dichten Planeten mit ausgedehnten gasförmigen Hüllen zu unterscheiden.

Die Geburt von Sternen

Mit CARMENES beobachten wir gezielt M-Zwerge. Zugleich haben wir ein Programm, das sich mit Riesensternen beschäftigt. Sie haben typischerweise einen Durchmesser, der zehnmal so groß ist wie der Durchmesser der Sonne. Auch unsere Sonne wird sich irgendwann zu einem solchen Riesen aufblähen: in fünf Milliarden Jahren etwa, wenn der Vorrat an Wasserstoff in ihrem Kern verbraucht und vollständig in Helium umgewandelt worden ist. Das wirft die Frage auf: Was passiert mit einem Planetensystem in dieser späten Entwicklungsphase des Zentralsterns? Allgemeiner ausgedrückt: Was können wir über das Werden und Vergehen von Planetensystemen sagen?

Was wissen wir schon darüber? Wir wissen, dass sich in der Scheibe unserer Milchstraße eine große Menge an kaltem Gas befindet, das mit mikroskopisch kleinen Staubkörnern durchmischt ist. Wenn sich in diesem kalten Gas Klumpen bilden und die Klumpen immer weiter abkühlen, können sie unter ihrer eigenen Schwerkraft kollabieren. Dann wird ihr Zentrum immer dichter, und es heizt sich auf. Schließlich zündet im Kern die Fusion von Wasserstoff zu Helium: Ein neuer Stern ist geboren. Auf diesen jungen Stern fallen aus der Hülle weiterhin Gas und Staub, und aufgrund des ihm eigenen Drehimpulses ordnet sich

Landessternwarte Königstuhl

Die Landessternwarte Königstuhl (LSW) wurde am 20. Juni 1898 als „Großherzogliche Bergsternwarte“ durch Großherzog Friedrich I. von Baden eingeweiht. Sie befindet sich auf dem Westgipfel des Königstuhls und verfügt über sechs mit Teleskopen ausgestattete Beobachtungskuppeln. Seit 2005 ist sie nicht mehr Landesinstitut, sondern – zusammen mit dem Astronomischen Rechen-Institut (ARI) und dem Institut für Theoretische Astrophysik (ITA) – Teil des Zentrums für Astronomie (ZAH) der Universität Heidelberg. Geleitet wird sie von Prof. Dr. Andreas Quirrenbach. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Landessternwarte forschen auf den Gebieten der stellaren, extragalaktischen und theoretischen Astrophysik und beteiligen sich an der Entwicklung und am Bau astronomischer Instrumente. Arbeitsgruppen der Sternwarte beschäftigen sich mit Planeten außerhalb des Sonnensystems, metallarmen und heißen Sternen, der Hochenergie-Astrophysik sowie aktiven Galaxien. Darüber hinaus sind die LSW-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler an internationalen Projekten wie dem Large Binocular Telescope oder dem H.E.S.S.-Teleskop für die Beobachtung höchstenergetischer Gammastrahlen beteiligt.

www.lsw.uni-heidelberg.de

„Unsere Suche nach einer ‚Zweiten Erde‘ wurde von Erfolg gekrönt.“

dieses Material zu einer rotierenden Scheibe an. Körner aus Staub und Eis verklumpen zu immer größeren Brocken, von denen einige zu Planeten heranwachsen. Überbleibsel dieser Prozesse, die Planetensysteme entstehen lassen, sehen wir heute noch im Sonnensystem in Form von Asteroiden und Kometen.

Planetensysteme entstehen also stets gemeinsam mit ihren Muttersternen. Sie haben eine aufregende, aber nicht immer gewaltfreie Jugend. Die einzelnen Planeten ziehen sich nämlich gegenseitig an, beeinflussen gegenseitig ihre Bahnen und tauschen Energie sowie Drehimpuls aus. Kommen sich dabei zwei Planeten zu nahe, kann einer von beiden aus dem System hinausgeschleudert werden: Er wird zu einem einsamen Wanderer in der Milchstraße. Die verbliebenen Planeten arrangieren ihre Bahnen neu, bis sie wieder eine stabile Konfiguration erreicht haben. Die Wechselwirkung mit dem Gas der Scheibe in der Entstehungszeit hinterlässt ähnliche Spuren.

Bei unseren Messungen an Riesensternen begegneten uns einige Systeme, in denen die Umlaufperioden zweier Planeten in einem auffälligen ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen. Der Stern „7 Ursae Maioris“ etwa besitzt zwei Planeten: Der eine Planet macht genau vier Umläufe, während der andere den Stern dreimal umrundet. Noch ungewöhnlicher ist das System von „v Ophiuchi“. Dort haben zwei Planeten, die jeweils mehr als 20 Mal so schwer sind wie Jupiter, Umlaufzeiten, die sich wie 6:1 verhalten. Die Dynamik solcher Systeme vollziehen wir mit Computersimulationen nach. Dabei lernen wir auch viel über die Bedingungen, die bei ihrer Entstehung geherrscht haben müssen.

Verdampfende Ozeane

Zurück zur Ausgangsfrage: Was wird mit uns auf der Erde passieren, wenn sich die Sonne zu einem Riesenstern aufbläht? Bewohnbar wird die Erde schon zu einem viel früheren Zeitpunkt nicht mehr sein: Über Zeiträume von



PROF. DR. ANDREAS QUIRRENBACH ist seit 2006 als Professor an der Fakultät für Physik und Astronomie sowie als Leiter der Landessternwarte an der Universität Heidelberg tätig. Nach dem Studium der Physik in Bonn und Heidelberg entwickelte er im Zusammenhang mit seiner Dissertation, die am Bonner Max-Planck-Institut für Radioastronomie entstand, seinen Schwerpunkt in astronomischen Präzisionsmessungen. Als Feodor Lynen-Stipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung forschte er am US Naval Observatory in Washington, DC (USA); anschließend war er Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching. 1997 erhielt er einen Ruf an die University of California in San Diego (USA), von wo er 2002 an die Universität Leiden (Niederlande) wechselte.

Kontakt: A.Quirrenbach@lsw.uni-heidelberg.de

THE SEARCH FOR ANOTHER EARTH

ANDREAS QUIRRENBACH

Our Earth orbits the Sun at a distance that is conducive to the existence of liquid surface water, an important prerequisite for life as we know it. How frequent are such planets? How do they form and evolve? And where are our nearest neighbours? Our group at the Königstuhl State Observatory tries to find answers to these questions by looking at stars that are either much smaller or much larger than our Sun.

Using a method called “radial velocity technique”, we measure the motion of the host star around the centre of mass of a planetary system to ascertain the presence of these planets and determine their masses. These delicate measurements are a bit easier for stars with low masses, and for planets in close orbit around them. Such planets do not get very hot if the star is less luminous than the Sun. Small and faint stars known as “M dwarfs” are thus particularly suited for the search for potentially habitable planets.

Together with ten other institutions in Germany and Spain, we have formed the CARMENES consortium, which has constructed a pair of purpose-built spectrographs for the 3.5m telescope on Calar Alto in Southern Spain. Thanks to this instrument we have discovered a number of fairly small planets. A pair of them, orbiting a host known as “Teegarden’s star”, have masses and temperatures rather similar to Earth. We are also measuring the masses of planets that were discovered by NASA’s TESS mission through transits in front of their host stars. By combining our masses with the radii known from the depth of the transits, we can determine their mean densities and thus begin to understand their composition.

In a separate project, we are looking for planets of giant stars that have already converted all nuclear hydrogen fuel in their cores into helium. These studies help us understand the processes that shape the formation of planetary systems, and they presage the fate of our solar system when the Sun will turn into a giant star 5 billion years from now. ●

PROF. DR ANDREAS QUIRRENBACH joined Heidelberg University in 2006 as a professor at the Faculty of Physics and Astronomy and as director of the State Observatory. He studied physics in Bonn and Heidelberg and, in the course of writing his doctoral thesis at the Max Planck Institute for Radio Astronomy in Bonn, began to specialise in astronomical precision measurements. As a Feodor Lynen Fellow of the Humboldt Foundation, he conducted research at the US Naval Observatory in Washington, D.C. (USA), then worked at the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics in Garching. In 1997 he accepted a chair at the University of California in San Diego (USA), and in 2002 transferred to Leiden University (Netherlands).

Contact: A.Quirrenbach@
lsw.uni-heidelberg.de

“We basically perform regular radar checks on several hundreds of stars.”

Von Kalendergrundlagen zu Satellitenmissionen

Das Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg (ZAH) ist die größte universitäre Einrichtung für astronomische Forschung und Lehre in Deutschland. Es wurde im Jahr 2005 als Zusammenschluss der bisherigen Landesforschungseinrichtungen Astronomisches Rechen-Institut (ARI) und Landessternwarte Königstuhl (LSW) mit dem bereits existierenden universitären Institut für Theoretische Astrophysik (ITA) gegründet. Die Forschung am ZAH umfasst einen breiten Themenbereich von Kosmologie und Gravitationslinsen über Galaxienentwicklung und Stelldynamik bis hin zu Sternentstehung, Astrometrie und Satellitenmissionen.

www.zah.uni-heidelberg.de

Noch dramatischer als für die Erde wird die Situation für die inneren Planeten: Wenn die Sonne die Riesephase erreicht, wird sie sich so weit ausdehnen, dass Merkur und Venus von ihr verschluckt werden – und vielleicht auch die Erde. Gleichzeitig wird der Sonnenwind so stark wehen, dass der Fixstern rund die Hälfte seiner Masse verliert. Das wird auch das Gleichgewicht des äußeren Sonnensystems durcheinanderbringen. Die Planeten werden in immer größeren Abständen um die Sonne kreisen, und es wird dazu kommen, dass kleine Objekte – und eventuell auch einer oder gar mehrere Planeten – aus dem System hinauskatapultiert werden. Die Details dieser Prozesse sind noch kaum erforscht. Mit unseren Beobachtungen von Riesensternen hoffen wir, mehr Informationen über die Entwicklungswege von Planetensystemen zu gewinnen.

Am Ende des Lebens unserer Sonne wird sie ihre äußere Hülle vollständig verloren haben. Sie wird zu einem „Weißen Zwerg“ werden, kaum größer als die Erde. Ihre innere Energiequelle ist versiegt, während der Jahrmilliarden wird sie immer weiter abkühlen. Sollte die Erde zu diesem Zeitpunkt noch existieren, wird sie einen eisigen Stern in einer Milchstraße umkreisen, deren andere Sterne ebenfalls längst erloschen sind. ●

Milliarden Jahren nimmt die Strahlung der Sonne stetig zu. Damit geht ein langsamer Klimawandel einher. Er wird seit vielen Hundert Jahrmillionen von einer ebenso langsamen natürlichen Abnahme der Treibhausgase in der Erdatmosphäre kompensiert. Letztlich jedoch wird sich die Erde so erwärmen, dass die Ozeane verdampfen.

Herausgeber

Universität Heidelberg
Der Rektor
Kommunikation und Marketing

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Peter Comba (Vorsitz)
Prof. Dr. Beate Ditzen
Prof. Dr. Nikolas Jaspert
Prof. Dr. Marcus A. Koch
Prof. Dr. Alexander Marx
Prof. Dr. Dr. h.c. Thomas Pfeiffer
Prof. Dr. Joachim Wambsgans
Prof. Dr. Reimut Zohlhörer

Redaktion

Marietta Fuhrmann-Koch
(verantwortlich)
Mirjam Mohr (Leitung)
Claudia Eberhard-Metzger

Layout

KMS TEAM GmbH, München

Druck

ColorDruck Solutions GmbH, Leimen

Auflage

6.000 Exemplare

ISSN

0035-998 X

Vertrieb

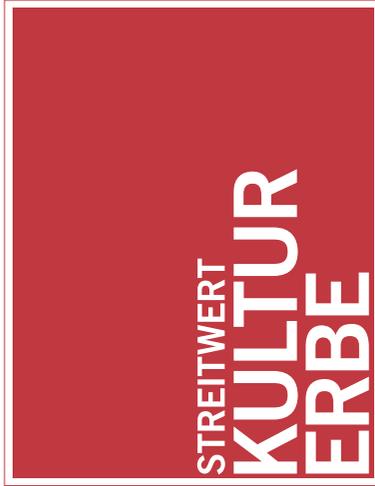
Universität Heidelberg
Kommunikation und Marketing
Grabengasse 1, 69117 Heidelberg
Tel.: +49 6221 54-19026
ruca@uni-heidelberg.de

Das Magazin kann kostenlos unter oben genannter Adresse abonniert werden.

Im Internet ist es verfügbar unter:

<https://www.uni-heidelberg.de/de/presse-medien/publikationen/forschungsmagazin>

<http://heiu.uni-heidelberg.de/journals/index.php/ruptocarola>



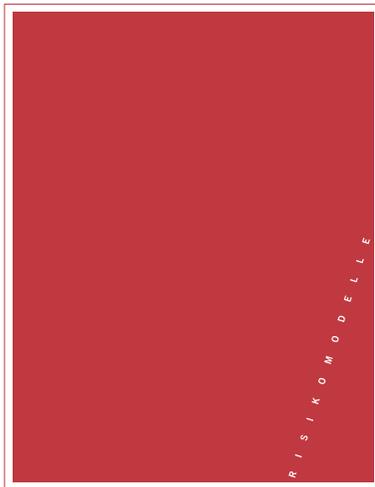
KULTURELLES ERBE
STREITWERT KULTURERBE
AUS DEM SPEICHER- INS FUNKTIONSGEDÄCHTNIS
THOMAS SCHMITT

116



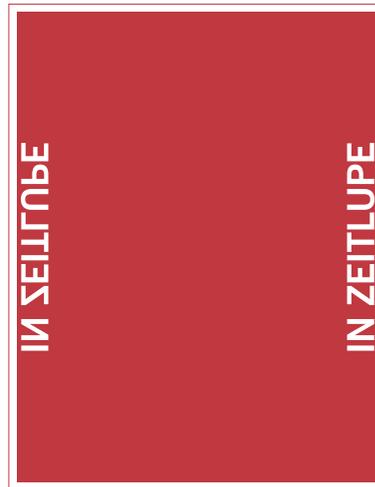
SOCIOLOGY
STRANGERS ACROSS THE AGES
THE MUSLIM OTHER IN EUROPE
ELISABETH BECKER

126



PSYCHIATRISCHE EPIDEMIOLOGIE
RISIKOMODELLE
WANN UND WO ERKRANKT DIE PSYCHE?
SIEGFRIED WEYERER

134



SPORTWISSENSCHAFT
IN ZEITLUPE
MENSCH UND TECHNIK IM SPORT
LISA-MARIE SCHÜTZ & HENNING PLESSNER

144

KAPITEL

IV

**STREITWERT
KULTUR
ERBE**

STREITWERT KULTURERBE

AUS DEM SPEICHER- INS FUNKTIONSGEDÄCHTNIS

THOMAS SCHMITT

Vergangenheit – Gegenwart – Zukunft. Diese drei Zeitebenen sind durch Kulturerbe, das eine wichtige Ressource für die Gestaltung von Zukunft sein kann, miteinander verbunden. Doch was genau bezeichnet eigentlich der Begriff „Kulturerbe“? Unter anderem mit dieser Frage beschäftigen sich Heidelberger Wissenschaftler*innen verschiedener Disziplinen im gemeinsamen Forschungsdiskurs. Denn mit einer transdisziplinären Flagship-Initiative „Transforming Cultural Heritage“ und dem Heidelberg Center for Cultural Heritage stellt die Universität Heidelberg das Thema Kulturerbe in den Mittelpunkt von Forschung, Lehre und Transfer, um innovative und gesellschaftlich relevante Forschungsthemen zu bearbeiten.

W

Wer durch die Straßen der Heidelberger Altstadt flaniert, begegnet ihm auf Schritt und Tritt: dem Kulturerbe. Das Feuilleton der Zeitungen und Kulturdokumentationen im Fernsehen zeigen es in seiner Erhabenheit, seinen verblüffenden Aspekten – und manchmal auch in seiner Belanglosigkeit. Mal erscheint es uns vertraut, mal fremd. Doch Kulturerbe ist nicht nur Gegenstand der Betrachtung (oder auch des Hörens wie im Falle von Musik oder Sprache), sondern auch der Sorge, der Auseinandersetzung und des Streits:

Denkmalschutzkonflikte und Denkmalstürze, die zögerliche Rückgabe kolonialer Raubkunst oder religiös-ideologisch motivierte Zerstörung von Kulturgut im Sahel und Mittleren Osten sind nur einige Beispiele der jüngeren Vergangenheit.

Heidelberg ist aber nicht nur ein Ort, an dem man Kulturerbe erleben kann – auch die Universität greift das Thema in zentraler Weise auf. In der im Rahmen der Exzellenzstrategie gegründeten Flagship-Initiative „Transforming Cultural Heritage“ führt sie nicht nur die universitären Kompetenzen in der Erforschung des kulturellen Erbes zusammen, sondern gibt zudem einen Raum für neue Forschungsvorhaben. Parallel dazu wurden am Heidelberg Center for Cultural Heritage (HCCH) ein transdisziplinärer Masterstudiengang „Cultural Heritage und Kulturgüterschutz“ sowie eine gleichnamige Professur neu eingerichtet, welche der Autor dieses Beitrags im Herbst 2020 übernommen hat.

Der vorliegende Beitrag soll den für die Flagship-Initiative und den neuen Studiengang zentralen Begriff „Kulturerbe“ ausloten. Der Autor, der sich dezidiert als empirisch forschender Wissenschaftler versteht, hat bisher unter anderem zur Governance, also zu politischen Aushandlungsprozessen des UNESCO-Welterbesystems geforscht, von deren globalen Steuerungsgremien bis zu Konflikten an konkreten Welterbestätten etwa in Nordafrika. Mit einem Team jüngerer Mitarbeiter*innen erschließen wir derzeit neue Themenfelder – zu den Debatten um die Restitution kolonialer Raubkunst, zum Umgang mit „negativem“ Erbe wie beispielsweise baulichen Überresten aus der Zeit des Nationalsozialismus sowie zum benachbarten Feld der Memory Studies.

Keine eindeutige Definition

Wie letztlich alle Begriffe sorgt auch das „Kulturerbe“ bei näherer Betrachtung zunächst für Verwirrung. Der Begriff ist

nicht eindeutig definiert, sondern selbst umstritten. Eine erste Aufgabe der Kulturwissenschaften ist es, eine solche (oft un-

Flagship-Initiative „Transforming Cultural Heritage“

Im Rahmen der Exzellenzstrategie hat die Universität Heidelberg zwei Flagship-Initiativen etabliert, die innovative und gesellschaftlich relevante Forschungsthemen bearbeiten. Die Flagship-Initiative „Transforming Cultural Heritage“ führt die vielfältigen disziplinären und regionalspezifischen Kompetenzen in der Erforschung und im praktischen Umgang mit kulturellem Erbe zusammen, um dieses in innovativer Form in den Mittelpunkt von Forschung, Lehre und Transfer zu stellen. Sie stärkt zudem die Verknüpfung der universitären Fields of Focus 3 „Kulturelle Dynamiken in globalisierten Welten“ und 4 „Selbstregulation und Regulation: Individuen und Gesellschaften“. Sprecherin ist Prof. Dr. Christiane Brosius, Professorin für Bild- und Medienanthropologie am Heidelberg Centre for Transcultural Studies (HCTS).

Die Forschung im Rahmen des Flagships beinhaltet Fragestellungen von hoher gesellschaftlicher Relevanz, die auch Aspekte wie Mobilität und Migration oder Folgen von Klimawandel oder gesellschaftlichen Krisen für das kulturelle Erbe umfassen. Am Heidelberg Center for Cultural Heritage (HCCH) entsteht mit einer neuen Professur für „Cultural Heritage und Kulturgüterschutz“ sowie einem inter- und transdisziplinären Master-Studiengang ein Forschungsschwerpunkt. Bedeutsame Impulse setzen auch der Sonderforschungsbereich 933 „Materiale Textkulturen“ und die regionalwissenschaftlichen Einrichtungen wie das Centrum für Asienwissenschaften und Transkulturelle Studien (CATS), das Heidelberg Center for American Studies (HCA) und das Heidelberg Center for Ibero-American Studies (HCIAS).

bewusste) Vieldeutigkeit offenzulegen. Im Deutschen erscheint der Begriff Kulturerbe als Kompositum, wobei bereits die Diskussion des ersten Wortbestandteils „Kultur“ Sammelbände und Monographien füllt. „Kultur“ kann sich, wie etwa der Kultursoziologe Andreas Reckwitz ausführte, auf spezialisierte gesellschaftliche Institutionen wie Theater oder Museen beziehen (sektoraler Kulturbegriff). Anders als in der Praxis eines „Kulturmanagements“ zielt der Begriff in den allgemeinen Kulturwissenschaften in der Regel auf sinnstiftende Orientierungsmuster eines Kollektivs oder einer Gesellschaft und auf die damit verbundenen Praktiken und Artefakte, etwa materialisierte Symbole (beziehungsweise symbolorientierte Kulturbegriffe). Welcher dieser Kulturbegriffe geht nun in das Kompositum „Kulturerbe“ ein?

Eine erste These hierzu ist, dass sich die Vieldeutigkeit des Kulturbegriffs auf den Kulturerbebegriff überträgt. Dies gilt auch für die Ambiguität von „Kultur“, die uns in den meisten Kontexten normativ aufgeladen begegnet. Die Kulturwissenschaften weisen konzeptionell eine unbedarfte Überhöhung von „Kultur“ als ihren Beobachtungsgegenstand zurück – spätestens

seit Max Webers bekanntem Diktum von 1904: „Eine Kulturercheinung ist die Prostitution so gut wie die Religion oder das Geld.“ Kultur ist gesellschaftlich ambivalent: Sie kann Frieden und Verständigung fördern, aber auch Ausgrenzung und Krieg. Diese Ambivalenz überträgt sich notwendig auf das Kompositum Kulturerbe – eine Erkenntnis, welche mittlerweile konkrete Konsequenzen für die Governance kulturellen Erbes nach sich zieht. So wird an die kulturellen Praktiken, welche die 2003 verabschiedete UNESCO-Konvention zum Schutz immateriellen Erbes der Menschheit schützen soll, explizit der Anspruch gestellt, dass sie kompatibel sein sollen mit „existing international human rights instruments, as well as with the requirements of mutual respect among communities, groups and individuals“. Begriffsbildungen wie „negatives Erbe“ stellen auf den zunächst paradox wirkenden Umstand ab, dass bestimmte kulturelle oder soziale Phänomene der Vergangenheit normativ entschieden abgelehnt, aber deren überkommene materiale Artefakte trotzdem – etwa aus Gründen der historischen Bildung – als erhaltenswürdig gewertet werden können, etwa an Gedenkorten des Nationalsozialismus.

**„Kulturerbe ist nicht nur
Gegenstand der
Betrachtung, sondern
auch der Sorge, der
Auseinandersetzung und
des Streits.“**

„Der Begriff Kulturerbe verbindet mindestens zwei Zeithorizonte miteinander.“

Auch das „Erbe“ als zweiter Wortteil ist diskussionswürdig: Das Konzept Kulturerbe (engl. „cultural heritage“, frz. „patrimoine culturel“) wurde metaphorisch aus einem alltäglichen Kontext geschöpft, nämlich dem der Übertragung von materiellen und immateriellen Gegenständen von einer Person auf eine andere, in der Regel im Zusammenhang mit einem Todesfall. Dieses Erbe kann Plunder enthalten und gelegentlich sogar Schulden, in seinen wohl überwiegenden Assoziationen ist es jedoch mit positiven ökonomischen wie ideellen Werten besetzt – etwa das Erbe der Ahnen, das zu pflegen und der nächsten Generation möglichst unversehrt weiterzugeben ist. Diese positiven Konnotationen übertragen sich, bewusst oder unbewusst, auf das Kulturerbe, was somit als doppelt positiv konnotiert erscheint. Die

Erbemetaphorik kann zu fruchtbaren Heuristiken führen, aber auch auf problematische Fährten, wenn sie Autor*innen und Leser*innen unbewusst bleibt.

Kulturerbe zwischen den Zeiten

Der Erbebegriff zielt auf die intergenerationale Weitergabe materieller und immaterieller Gegenstände. Der Begriff Kulturerbe verbindet somit mindestens zwei Zeithorizonte miteinander: eine Vergangenheit, in der zum Beispiel bestimmte kulturelle Artefakte hergestellt wurden oder sich Traditionen oder Weltbilder herausbildeten, und eine spätere Zeitstufe – in den meisten Kontexten die Gegenwart der Betrachtenden beziehungsweise Sprechenden. Interessen der Gegenwart sind somit Referenzpunkt des Umgangs mit tradiertem Kulturellem:

„Die Vergangenheit ist an sich belang- und bedeutungslos; sie gewinnt erst in bezug auf die Gegenwart Sinn und Bedeutsamkeit“, schrieb der Kunstsoziologe Arnold Hauser 1974 in seiner marxistisch grundierten „Soziologie der Kunst“.

Beim dritten möglichen Zeithorizont, der Zukunft, schwingt die Idee mit, dass die Auseinandersetzung mit der kulturellen Tradition oder die Neuaneignung verschütteter kultureller Muster eine Ressource für die Gestaltung der Zukunft sein kann – sowohl gesellschaftsstabilisierend, gar restaurativ, als auch gesellschaftsverändernd: Wenn verschüttete kulturelle Praktiken neu entdeckt und angeeignet werden (somit aus dem gesellschaftlichen Speicher- in ihr Funktionsgedächtnis

gehoben werden, wie es die Kulturwissenschaftler Aleida und Jan Assmann ausdrückten), dann wird, mit dem Wording der Flagship-Initiative, die transformierende Kraft von Kulturerbebezug spürbar. Dabei kann mitunter völlig Neues entstehen, was erst recht in transkulturellen Bezügen gilt. Ein Beispiel dafür findet sich in der saharischen Kulturlandschaft Tal des M'zab, zu welcher auch der Autor forschte: Während einer Reise dorthin in den 1930er-Jahren erhielt der Schweizer Architekt Le Corbusier in der Auseinandersetzung mit der dortigen Moschee-Architektur Anregungen zu seinem späteren Entwurf für die Wallfahrtskapelle Notre-Dame-du-Haut in Ronchamp. Diese wurde wegweisend für die christliche Sakralarchitektur der Nachkriegsmoderne. „Transforming Cultural Heritage“ ist somit zweifach lesbar: Heritage kann sowohl Objekt als auch Subjekt des Transformationsprozesses sein, und das Nachspüren dieses Transformationspotenzials von Kulturerbe ist ein lohnenswertes Feld zwischen wissenschaftlicher Reflexion und gesellschaftlicher Praxis.

Zweierlei „Kulturerbe“

Schaut man sich bestehende Kulturerbeverständnisse in Wissenschaft und Gesellschaft an, so lassen sich mindestens zwei Klassen von Konzeptionen unterscheiden: Kulturerbe als tradierte Kultur und Kulturerbe als spezifisch ausgewählte kulturelle Phänomene.

Kulturerbe als tradierte Kultur

In einem allgemeinen Sinne steht alle Kultur grundsätzlich in einem Spannungsfeld von Tradierung und Dynamik. Ungeachtet kultureller Innovationen oder kulturellen Vergessens sind alle kulturellen Phänomene in wesentlichen Teilen tradiert und damit metaphorisch gesprochen geerbt. Kulturerbe stünde in diesem Verständnis für die tradierten Anteile kultureller Phänomene. Im gedanklichen Grenzfall einer statischen Kultur wäre der Begriff Kulturerbe in diesem Sinne, relativ zu „Kultur“, ein Pleonasmus. Solche Verständnisse von Kulturerbe lassen sich mit bedeutungsorientierten Kulturbegriffen in Verbindung setzen; sie sind in normativer Hinsicht insofern neutral, als überlieferte

Kultur sowohl positiv wie negativ bewertet werden kann.

Kulturerbe als selektierte tradierte beziehungsweise erhaltenswürdige Kultur

In den Heritage Studies, welche sich in den vergangenen Jahrzehnten als relativ eigenständiges Diskursfeld formierten, werden in der Regel spezifischere Verständnisse von Cultural Heritage/Kulturerbe vorausgesetzt und untersucht. Ihnen geht es überwiegend um diejenigen kulturellen Phänomene – und vor allem um den gesellschaftlichen Umgang damit –, die gesellschaftliche Instanzen als erhaltenswürdig etikettieren beziehungsweise auszeichnen, sei es in formellen Verfahren oder in informeller Weise. Als solche Instanzen kommen unter anderem Museen, Denkmalschutzbehörden, Lehrplankommissionen oder die Wissenschaften, aber auch subkulturelle Gruppen oder indigene Gemeinschaften infrage. Pointiert formuliert tritt in den speziellen Zugriffen der Heritage Studies das spezifische kulturelle Phänomen, wie es in der Vergangenheit entstand oder allmählich entwickelt wurde, in den Hintergrund, und es wird stattdessen seine gesellschaftliche beziehungsweise kulturelle Wahrnehmung, Einbettung, Verwendung, Funktion oder Umstrittenheit in der Gegenwart in den Blick genommen. Oder statt der Gegenwart zumindest eine gegenüber dem Entstehungskontext spätere Zeitschicht, welche dann die Basis für die Analyse bildet. Zeitbedingte Lesarten und Repräsentationen des Heritage, Ausstellungspraktiken in Museen, Prozeduren und Kämpfe um Anerkennung oder Aberkennung kulturellen Erbes, gesellschaftliche, auch nationalistische Vereinnahmungen, touristische Inwertsetzungen und deren Folgen für Baudenkmäler und kulturelle Traditionen sind exemplarische Stichworte für zeitgenössische Fragestellungen.

Kulturwissenschaftliche Heritage-Forschung in diesem Sinne kann die Beantwortung der Frage offenlassen, ob für sie Heritage überhaupt ein sinnvolles wissenschaftliches Konzept ist oder ob sich dahinter gesellschaftliche Konzepte verbergen, deren Verwendung beobachtet wird. „Kulturerbe“ als Begriff definiert hier ein affirmativ gedachtes sektorales Kulturphäno-



PROF. DR. THOMAS SCHMITT ist seit Herbst 2020 Professor für Cultural Heritage und Kulturgüterschutz an der Universität Heidelberg. Er ist habilitierter Geograph und hat unter anderem zum UNESCO-Welterbesystem aus sozial- und kulturwissenschaftlicher Sicht, zu Kulturlandschaften und zur Schutzkategorie des immateriellen Erbes geforscht, darüber hinaus zur geographischen Energie-, Migrations- und Religionsforschung. Nach beruflichen Stationen unter anderem an den Universitäten Bayreuth, Bonn, Augsburg und Erlangen-Nürnberg hatte er vor seinem Wechsel nach Heidelberg eine Professur für Sozialraumorientierung für die Soziale Arbeit an der Ostfalia Hochschule Braunschweig-Wolfenbüttel inne.

Kontakt: thomas.schmitt@hchh.uni-heidelberg.de

men, häufig assoziiert mit spezialisierten Institutionen wie Denkmalbehörden oder Museen. Der enthaltene Wortbestandteil „Kultur“ adressiert hingegen einen heute oftmals „weit“ gedachten, „bedeutungsorientierten“ Kulturbegriff, welcher mit „schwierigem Erbe“ auch normativ negativ gewertete Kulturphänomene einschließt.

Charakteristisch für die zeitgenössischen Kulturwissenschaften ist die Behauptung eines sozial konstruierten Charakters kulturellen Erbes. Lange vor Etablierung des Sozialkonstruktivismus arbeitete dies 1903 der österreichische Denkmaltheoretiker Alois Riegl für den Bereich der Baudenkmale heraus: „Nicht den Werken selbst kraft ihrer ursprünglichen Bestimmung kommt Sinn und Bedeutung von Denkmälern zu, sondern wir modernen Subjekte sind es, die ihnen dieselben unterlegen.“ Der eingangs beschriebene Heidelberger Flaneur nimmt also Gegenstände nur dann als Kulturerbe wahr, wenn er das entsprechende Konzept kennt.

Normative Fragestellungen

Während insbesondere die Critical Heritage Studies einen bisweilen nüchternen, distanzierten Blick auf das Phänomen Kulturerbe werfen, setzen andere Disziplinen die Existenz schützenswerter Gegenstände voraus und ringen in ihren konzeptionellen Debatten sowie bei der Entwicklung praktischer Methoden um deren bestmöglichen Schutz. Im neuen Heidelberger Masterstudiengang und der Forschungs- und Lehrprogrammatik werden bewusst beide Perspektiven oder Herangehensweisen sowie praktische Fertigkeiten eingeübt und verschränkt. Sie schließen sich nur in puristischer Sicht aus, nicht jedoch in den komplexen intellektuellen Orientierungsmöglichkeiten und Handlungszusammenhängen konkreter Personen und Institutionen.

Die klassischen normativen Fragestellungen im Zusammenhang mit kulturellem Erbe seien kurz benannt: Was soll überhaupt geschützt werden – angesichts begrenzter Ressourcen, Aufmerksamkeitskapazitäten und möglicherweise entgegenstehender Gegenwartsinteressen? Wie lässt sich dieser Schutz plausibel begrün-

„Werden verschüttete kulturelle Praktiken neu entdeckt und angeeignet, dann wird die transformierende Kraft von Kulturerbebezügen spürbar.“

den, mit welchen Zielsetzungen erfolgt er? Auch hierzu gibt es Konflikte und Streit um Interpretationen: Zum Beispiel arbeitet die UNESCO-Welterbekonvention mit dem Schlüsselbegriff des „outstanding universal value“ (ouV) als Maßstab für die Eintragung von Objekten in die Welterbeliste. Der Autor konnte aufzeigen, dass selbst die Beratungsorganisationen der UNESCO zumindest bis in die 2000er-Jahre völlig unterschiedliche Konzepte des „ouV“ vertraten, nämlich ein sozialkonstruktivistisches Verständnis einerseits und ein objektiv-intrinsisches Verständnis der „Heritage-Werte“ andererseits, was aber in den Entscheidungsprozeduren des Welterbekomitees offensichtlich nicht auffiel. Weitere normative Fragen, die sich stellen: Wie soll der Schutz erfolgen, und wie kann man mit zum Teil unerwarteten Nebenfolgen wie einem Ansturm von Touristen umgehen?

Seitens der wissenschaftlichen Denkmalpflege wurden hierzu harte Debatten geführt, die auch mit dem Namen Heidelberg verbunden sind: Ob der Ottheinrichsbau der Schlossruine rekonstruiert oder bewusst als Ruine bestmöglich konserviert werden soll, war Gegenstand einer jahrzehntelangen Auseinandersetzung, welche der Kunsthistoriker Georg Dehio für die theoretische Denkmalpflege Anfang des 20. Jahrhunderts mit dem Diktum „konservieren, nicht restaurieren“ entschied. Heute stellen sich unter anderem Fragen, wie mit problematischem negativem Erbe in seiner materiellen Substanz und seiner gesellschaftlichen Nutzung umgegangen werden soll, etwa mit den baulichen Überresten des Nürnberger Reichsparteitagsgeländes – eine Debatte, die wir im Team aktuell verfolgen. Neuere normative Fragen beschäftigen sich unter anderem mit der gesellschaftlichen Öffnung von Kulturerbeinstitutionen.

„Wenn ein Artefakt oder eine kulturelle Praktik Epochen miteinander verbindet oder überbrückt, so kann dies Anlass sein, über die Bedingungen menschlicher Existenz in Raum und Zeit nachzudenken.“

Der „Sinn“ von Kulturerbe

Was ist nun der „Sinn“ der Institution Kulturerbe und von dessen Schutz? Angesichts der Vielgestaltigkeit kulturellen Erbes lässt sich keine Antwort formulieren, welche auf alle entsprechenden Gegenstände und Phänomene passfähig ist. Folgende Antwortversuche sind zumindest für Teilbereiche plausibel, wobei sich Schnittmengen und Unterschiede zu sachverwandten Begriffen wie „Geschichte“ und „Erinnerung“ zeigen:

Wenn ein Artefakt oder eine kulturelle Praktik in unserer Vorstellung Epochen miteinander verbindet oder überbrückt, so kann dies Anlass sein, über die Bedingungen menschlicher Existenz in Raum und Zeit nachzudenken: wenn uns etwa ein jahrhundertealtes Artefakt ästhetisch anzusprechen vermag, wir mit dem Artefakt, mit dem Soziologen Hartmut Rosa formuliert, in eine Resonanzbeziehung treten können, wenn wir versuchen, uns in die Schöpferinnen und Schöpfer dieser kulturellen Artefakte, in ihre Welt und ihre Empfindungen hineinzuzusetzen; oder

wenn kulturelle Überlieferungen uns für das eigene Leben Sinnstiftung, Anregung und Orientierung geben; wenn wir Gemeinsamkeiten einer *Conditio humana* nachspüren, aber auch lebensweltlichen Unterschieden. Solche anthropologischen Dimensionen von Kulturerbe erschließen sich den Betrachtenden unter anderem durch eine reflektierte Introspektion im Sinne der phänomenologischen Tradition.

Kulturerbe hat zudem eine intellektuelle Dimension. Die Geschichtsdidaktik benennt als relevante Zielsetzungen unter anderem die Entwicklung eines Historizitätsbewusstseins, also der Einsicht in die zeitliche (und räumliche) Varietät gesellschaftlicher Strukturen und kultureller Muster, sowie Alteritätserfahrung und Fremdverstehen; möglich wird dies durch die Auseinandersetzung mit konkreten kulturellen Artefakten und Orten sowie die (auch kritische) Aneignung spezifischer überlieferter Praktiken. Historiker*innen werfen die Frage nach dem „Wert der Geschichte“ als Ressource für die Gestaltung von Zukunft auf – Kultur-

FROM THE STORAGE MEMORY INTO THE FUNCTIONAL MEMORY

THOMAS SCHMITT

The term “cultural heritage” is on everyone’s lips. But what does this expression, which in German resembles a compound noun (Kulturerbe), actually mean? Where “culture” may be interpreted in a number of ways, the reference to “heritage” contains a somewhat problematic metaphor. Cultural heritage may be defined as any kind of culture that is passed on from one generation to the next, or it may be understood as selected cultural phenomena and/or artefacts worthy of preservation, where the selection reflects current interests. The discipline of Heritage Studies is less interested in the past relevance of such objects than in their current significance and how they are dealt with by society: contemporary interpretations, representations, instrumentalisations and the dispute over whether they should be recognised or dismissed as part of our heritage.

In the Heidelberg research on cultural heritage, questions pertaining to cultural science and normative questions, i.e. regarding appropriate ways of protecting cultural artefacts, are not treated as mutually exclusive, but intertwined. Cultural heritage can have a stabilising, even restorative effect on society, but it can also unfold a transformative potential. An investigation of cultural heritage has anthropological, intellectual, orientational, aesthetic and praxeological dimensions, to name just a few. ●

PROF. DR THOMAS SCHMITT has been Professor of Cultural Heritage and Protection of Cultural Property at Heidelberg University since the autumn of 2020. He has a habilitation in Geography and has conducted research on the UNESCO world heritage system from a social and cultural sciences perspective, on cultural landscapes and the safeguarding category of intangible heritage, and on the geographies of energy, migration and religion. After working at the universities of Bayreuth, Bonn, Augsburg and Erlangen-Nuremberg, among others, he accepted the professorship of social space orientation for social work at Ostfalia University of Applied Sciences in Braunschweig-Wolfenbüttel before transferring to Heidelberg.

Contact: thomas.schmitt@hcch.uni-heidelberg.de

“Whenever buried cultural practices are rediscovered and appropriated, we experience the transformative power of references to cultural heritage.”

Heidelberg Center for Cultural Heritage

Das 2013 gegründete „Heidelberg Center for Cultural Heritage“ (Heidelberg Zentrum Kulturelles Erbe, HCCH) vernetzt als zentrale wissenschaftliche Einrichtung die an der Universität Heidelberg bestehenden Kompetenzen im Bereich des materiellen wie immateriellen Kulturerbes. Mitglieder sind sowohl wissenschaftliche Einrichtungen als auch einzelne Wissenschaftler*innen der Universität Heidelberg sowie außeruniversitäre Einrichtungen. Zu den wesentlichen Aufgaben, bei denen das HCCH mit außeruniversitären Kooperationspartnern zusammenarbeitet, gehören die Analyse, Dokumentation, Erschließung, Pflege, museale Präsentation und lebendige Vergegenwärtigung des Kulturellen Erbes. An die Einrichtung angegliedert sind vier altertumswissenschaftliche universitäre Sammlungen: die Abguss- und Antikensammlung (betreut vom Institut für Klassische Archäologie), die Ägyptische Sammlung (betreut vom Ägyptologischen Institut), die Numismatische Sammlung (betreut vom Seminar für Alte Geschichte und Epigraphik) und die Uruk-Warka-Sammlung (als Dauerleihgabe des Deutschen Archäologischen Instituts betreut vom Institut für Assyriologie). Geschäftsführender Direktor des HCCH ist Prof. Dr. Christian Witschel vom Seminar für Alte Geschichte und Epigraphik.

www.uni-heidelberg.de/hcch

erfindungsreichen Umgang mit knappen Ressourcen wie Wasser und Biomasse pflegten. Solche Techniken wurden mittlerweile aufgrund technologischer und gesellschaftlicher Modernisierung teilweise aufgegeben – sie können aber neu erzählt, in das nicht nur lokale, sondern auch globale „kulturelle Gedächtnis“ gehoben werden, als eine Referenzgeschichte angesichts absehbarer globaler Ressourcenkrisen. Die Auswahl dieser Geschichte folgt Bedürfnissen der Gegenwart.

Kulturerbe eröffnet spezifische ästhetische Erfahrungen; es kann zudem Spaß machen, zum Beispiel alte Handwerkstechniken selbst einzuüben (praxeologische Dimension). Historische Stadtbilder werden nicht nur als Geschichtsdokument gepflegt, sondern auch aus ästhetischen Bedürfnissen – im Dreieck von dokumentarischen Werten, ästhetischen und restaurativen Bedürfnissen traten in den letzten Jahrzehnten Schlagzeilen generierende Stadtkonflikte zutage. Mit dem von der Kunsthistorikerin Gabi Dolff-Bonekämper geprägten Begriff des „Streitwerts“ eines Kulturerbes lässt sich als Postulat formulieren, dass nicht nur das Ergebnis, sondern auch die Auseinandersetzung, das Ringen um eine angemessene Lösung Gesellschaften voranbringen kann. Manche Fragestellungen, wie die nach dem vorbehaltlosen Angebot der Rückgabe kolonialer Raubkunst, verlangen klare Antworten. ●

erbe hat also auch eine orientierende Funktion. Dies betrifft Lernerfahrungen aus der Zeitgeschichte, die sich etwa an konkreten historischen Lernorten vermitteln lassen, aber auch aus der Beschäftigung mit kulturellen Mustern zum Beispiel nichteuropäischer und vormoderner Gesellschaften. Was das bedeutet, zeigt ein weiteres Beispiel aus der Forschung des Autors in der Sahara: Dort konnten unter extremen Umweltbedingungen über Jahrhunderte städtische Gesellschaften existieren, weil sie einen effizienten und

STRANGERS ACROSS

THE
AGES

STRANGERS ACROSS THE AGES

THE MUSLIM OTHER IN EUROPE

ELISABETH BECKER

Muslim migrants and post-migrants in today's Europe continue to be relegated to various categories of otherness. Labelled as refugees or people with migration backgrounds, as somehow external and juxtaposed to European identities and geographies, they are met with discomfort and prejudice. By revisiting key periods in European history like the Reconquista in al-Andalus, a Freigeist project at the Max Weber Institute of Sociology of Heidelberg University seeks to understand how and why such an exclusionary rhetoric in Europe has come to focus specifically on Muslims. By shining a light on both Muslim and Jewish contributions to the making of European societies and histories, its aim is to move both from the margins to the centre of the European story.



In my first book, “Mosques in the Metropolis: Incivility, Caste, and Contention in Europe”, my interlocutors (constituents of two of Europe’s largest mosques) spoke to their experiences of being seen as uncivil on account of their “Muslimness”. They described how discomfort with “Muslimness” was invoked in relation to their religion, ethnicity, the migration of their parents/grandparents to Europe and/or a racialized notion that this negative otherness was inherent to their very beings. This included experiences in schools, being called on less by teachers or excluded from spelling bees; in work, berated for wearing headscarves or set apart from Christian and Jewish colleagues; and in everyday life – eliciting surprise when they spoke German in Berlin, or told to “go home” in the streets of London that they called home, and so often surveilled by security personnel in both.

My interlocutors in these mosques were largely the children of those who migrated as guestworkers or post-colonial migrants in the post-World War II era. Since, a plurality of Muslims have been presented by politicians and in policies as challenging a supposedly distinct European entity and identity (which is of course in reality highly plural), as incompatible or even threatening to the European order of things (a vague and subjective imaginary that shapes inclusions and exclusions). Today in Europe, Muslim migrants and post-migrants (the children and grandchildren of migrants) remain relegated to categories of otherness – “refugees”, “people with migration backgrounds” – and their stories again dominate political platforms and the news. In Germany, for instance, faced with the withdrawal of American troops from Afghanistan, politicians across the political spectrum have asserted that the country will not and should not repeat the mistakes of its recent past, referring to the resettlement of hundreds of thousands of predominantly Muslim refugees in 2015.

Othering of Muslims then and now

To understand how and why such an exclusionary rhetoric in Europe has come to focus specifically on Muslims, including what this means for Europe’s present, we must first understand Europe’s many pasts. This is what I aim to do in my Freigeist project, “Invisible Architects: Jews, Muslims, and the Making of Europe”, which moves

Muslims and Jews from the margins to the centre of the European story. This entails unsettling the idea that Muslims and Jews are external and juxtaposed to Europe, rather than an integral part of its story and histories. I plan to begin, for instance, by looking at the period of the Reconquista in al-Andalus – what is now southern Portugal and Spain – from the eighth to the fifteenth centuries, during which the forced migration of both Muslims and Jews forged myths of purity tied to Christian culture and (European) geographies.

These myths have not persisted in a linear fashion since those early years in Iberia, in a geography that now belongs to Europe, far before the idea of Europe emerged as a way of at once unifying and erecting borders. Yet throughout European history, in different discourses and forms, they have reared their ugly heads. In the twentieth century, policies based on mainstream distinction from religious minorities were used to control populations in colonial states, for instance by the French in Algeria, where a both religious and racial hierarchy cast Muslims as inferior to European colonisers, with women forcibly and publicly stripped of their veils. And such policies are now seen in the othering of Muslims who migrated (or are the children/grandchildren of those who migrated) in the post-colonial and post-imperial era: a period in which European nation-states cast blame outwards rather than confronting their internal shame, failing to implicate themselves in the brutality, bloodshed – the very impetus for emigration that resulted from colonial projects and their subsequent demise. Whether distinguishing through religion, ethnicity, culture, or racialisation, an otherness in the form of the (mythic) singular, essentialised Muslim has been posed as incompatible with a (mythic) singular, essentialised Europe; and it has been

“To understand how and why such an exclusionary rhetoric in Europe has come to focus specifically on Muslims, including what this means for Europe’s present, we must first understand Europe’s many pasts.”

Freigeist-Fellowship

Der Beitrag von Elisabeth Becker behandelt ein Forschungsvorhaben im Rahmen des Freigeist-Fellowships der VolkswagenStiftung. Das Programm der Stiftung richtet sich an exzellente Nachwuchswissenschaftler*innen, die außergewöhnlichen Forschungsprojekten zwischen etablierten Forschungsfeldern nachgehen und dabei auch risikobehaftete Wissenschaft betreiben möchten. Die Fellows sollen neue Wege gehen, Freiräume nutzen und auch Widerstände überwinden. Ziel ist es, neue Horizonte zu erschließen und kritisches Analysevermögen mit außergewöhnlichen Perspektiven und Lösungsansätzen zu verbinden. Freigeist-Fellows sollen so „zum Katalysator für die Überwindung fachlicher, institutioneller und nationaler Grenzen“ werden.

“Being both inside and outside, part of and set apart from Europe, the stranger sees a horizon beyond the societally sanctioned stories of who ‘we’ are.”

mined and subsequently fortified by far-right nationalist ideologies which do not idealise Europe but instead idealise distinct European states, states. Examples are the views espoused by the Front National in France, or the Alternative for Germany (AfD) party.

The stranger within

The threads of these myths are tied to the challenges faced by and in Europe today, challenges often framed in terms of migration, and yet challenges endemic to the very ambiguous form of the European nation-state and equally to the idea of Europe itself. In my previous research on mosque communities in London and Berlin, I have argued that the form of “the Muslim” has become interchangeable with that of what sociologist Georg Simmel once termed “the stranger”. As Simmel wrote,

A stranger is not a wanderer, who may come today and leave tomorrow. He comes today – and stays. He is a potential wanderer: although he has not moved on from the society, he has not quite shed the freedom to stay or go, either. He remains within a specific place, but he has not always belonged to it, and so he carries into it qualities that do not, could not, belong there.

The stranger (today the Muslim) who can never fully belong, is accused of unsettling – through their very movement, their very being – the myth of a static order of things, a culture forged by (Christian) Europeans.

As sociologist Zygmunt Bauman wrote, building on this idea, “The stranger’s unredeemable sin is, therefore, the incompatibility between his presence and other presences fundamental to the world order; his simultaneous assault on several crucial oppositions instrumental in the incessant effort of ordering.” And yet this accusation of disorder-making is easily revealed as inside out – as what the migrant, the stranger, the Muslim unsettles is the myth itself: there is no such thing as an unmoved, unmoving Europe. Europe has always been dynamic and plural. Muslims, like Jews, have always resided at once inside and outside of Europe’s geographical and cultural bounds, and therefore also contributed to the making of European societies.

In trying to understand how Muslims have come to occupy this illuminating, unsettled place in Europe, and in “the West” more broadly, philosopher Anne Norton turns to the so-called “Muslim Question” that evokes the “Jewish Question” prior. In so doing, she describes a knot of hierarchies related to culture, ethnicity, and race (I would emphatically add religion to this list) that have cast Muslims into a position of subjugation and inferiority, as they seek to make a place for themselves in modern Europe. Yet forms of differentiation setting Jews and Muslims apart have arguably been invoked not only in modernity, but since the Middle Ages. So we may begin in the white-washed houses of al-Andalus with their towering cypress trees, lit by the unforgiving sun. And we arrive in the modern European metropolis, where a

sense prevails, that there are strangers among us who we cannot know and we cannot trust, who are here to shatter, rather than share, our dreams.

A European question

Recognising the presence of this fear and yet also transcending it, I now seek through my Freigeist project to move away from both “the Muslim Question” and “the Jewish Question” and to instead focus on what religious studies scholar Gil Andijar has termed “the European Question”, leaning into the discomfiting reality that Europe continues to turn against its religious minorities, old and

new, rather than face its own uncertainties: that European societies have long projected ambiguity onto internal others, the stranger within, without which Europe cannot imagine itself. And yet in an arguably dark narrative where time has not erased the power of mythical otherness, even if it has transformed it, rays of light illuminate. These strangers, Muslims and Jews, have rooted themselves on unsettled grounds. Being both inside and outside, part of and set apart from Europe, the stranger sees a horizon beyond the societally sanctioned stories of who “we” are; and the stranger makes such alternative visions not only visible to others, but possible. The stranger thus

**“The stranger
makes
alternative visions
not only
visible to others,
but possible.”**

FREMDE DURCH DIE JAHRHUNDERTE

DAS MUSLIMISCHE „ANDERE“ IN EUROPA

ELISABETH BECKER

Dieser Beitrag stellt die sogenannte „muslimische Frage“ in Europa neu, indem er die europäische Tendenz hinterfragt, religiöse, ethnische, kulturelle und rassifizierte Formen des „Othering“ zu verbinden und damit interne „Andere“ oder „Fremde“ zu schaffen. Er bezieht sich auf die Ergebnisse jahrelanger ethnographischer Forschung in zwei städtischen Moscheen Europas, die beleuchtet, wie Muslime in Europa versuchen, ihren Platz in einer feindlichen Gesellschaft zu finden, und führt dabei ihre Erfahrungen – und die Herausforderungen, denen sie sich gegenübersehen – auf eine lange Geschichte hierarchischer Ordnungen zurück, die Muslimen und Juden im heutigen Europa eine untergeordnete Rolle zuweisen.

Die Autorin verbindet ethnographische und historische Untersuchungen, um die zahlreichen miteinander verwobenen Differenzierungen aufzuzeigen, mithilfe derer Muslime und Juden vom al-Andalus des Mittelalters bis in die Gegenwart hinein als Fremde klassifiziert werden – und das, so die Autorin, obwohl sie beileibe keine Außenseiter, sondern ein ganz wesentlicher Bestandteil der europäischen Geschichte sind. Des Weiteren legt die Autorin nahe, dass die Marginalisierung, der sich ihre Gesprächspartner in europäischen Moscheen ausgesetzt sehen, sie nicht einfach zu Opfern macht, sondern ihnen eine besondere Handlungsmacht verleiht: die Fähigkeit, als selbstverständlich geltende Annahmen über die kulturellen Grenzen Europas infrage zu stellen – eines Kontinents, der seit jeher pluralistisch ist und von seinen religiösen Minderheiten mitgeschaffen und mitgeprägt wird. ●

DR. ELISABETH BECKER ist Freigeist-Stipendiatin am Max-Weber-Institut für Soziologie der Universität Heidelberg, wo sie das Projekt „Invisible Architects: Jews, Muslims and the Making of Europe“ leitet. Sie hat einen MPhil in Soziologie von der Yale University (USA), an der sie auch promovierte, einen MSc in Forced Migration and Refugee Studies sowie einen MSc in Latin American Studies von der Universität Oxford (Großbritannien) und einen BA in Soziologie von der Cornell University (USA). Vor ihrem Wechsel nach Heidelberg arbeitete sie als Hochschuldozentin für Soziologie am University College Dublin (Irland). Elisabeth Becker ist Autorin von „Mosques in the Metropolis: Incivility, Caste, and Contention in Europe“ und schreibt auch für die breitere Öffentlichkeit, zum Beispiel als Journalism Fellow für das „Tablet Magazine“ sowie als Gastautorin für Zeitungen wie die „Washington Post“ oder die „Frankfurter Allgemeine Zeitung“. Auf diese Art möchte sie zum öffentlichen Diskurs über den Pluralismus der Religionen, Ethnien und Menschen in Europa und den USA beitragen.

Kontakt: elisabeth.becker-topkara@mwi.uni-heidelberg.de

„Der Fremde ermöglicht uns einen umfassenderen Blick auf das, was ist, was war und was sein könnte: Europa als Ort der Vielfalt in Gegenwart und Zukunft, wie er es in der Vergangenheit war.“



DR ELISABETH BECKER is currently a “Freigeist Fellow” at the Max Weber Institute of Sociology at Heidelberg University, where she is leading a project entitled “Invisible Architects: Jews, Muslims, and the Making of Europe”. She received her MPhil and PhD in Sociology from Yale University (USA), an MSc in Forced Migration and Refugee Studies and an MSc in Latin American Studies from Oxford University (UK), and BA in Sociology from Cornell University (USA). She was previously Assistant Professor of Sociology at University College Dublin (Ireland). Elisabeth Becker is author of “Mosques in the Metropolis: Incivility, Caste, and Contention in Europe” and a public scholar – for instance, as a “Tablet Magazine” journalism fellow, and by writing for mainstream publications such as “The Washington Post” and “Frankfurter Allgemeine Zeitung” – who contributes to conversations regarding religious, ethnic, and racial pluralism in Europe and the United States.

Contact: elisabeth.becker-topkara@mwi.uni-heidelberg.de

“The stranger thus allows us to see more fully what is, what has been, and what could be: Europe as a place of plurality in the present and future, as in the past.”

allows us to see more fully what is, what has been, and what could be: Europe as a place of plurality in the present and future, as in the past. As scholar of Islamic thought Ebrahim Moosa asserts, “that experience [of strangerhood] allows one to see things – to view things in a way that a domesticated or complacent gaze may fail to observe.”

Turning back to my book, “Mosques in the Metropolis”, I recall how my interlocutors (as many others) pushed back against unfounded assumptions about who they are and what Europe is or should be. Over years of research in mosques I learned the often untold histories of how Muslims contribute to the shaping, the making of what we now call Europe: not only its boundaries, but its languages, its universities, its architecture, and the plurality at its very core. My interlocutors’ stories – human stories of hoping and rooting, of finding strength in religious teachings and cultural traditions, of pushing back against stereotypes regarding Muslim life in the urban centres of Europe and far-beyond – transcended dominant discourses of otherness, strangeness, incompatibility. What emerged instead were stories in which cultures, and the people who inhabit them, neither clash nor coalesce, but rather converge in conversations that spur new forms of life, while they speak to old dreams – like those of Convivencia, and the raw yearning for dignity that we all share. My Freigeist project will continue this conversation where they left off, exploring these contributions – moving beyond the distinctions that have set Muslims apart, to the co-constitution of European societies and their religious minorities, who have always been, and will always be, a part of Europe. ●

R I S I K O M O D E L L E

RISIKOMODELLE

WANN UND WO ERKRANKT DIE PSYCHE?

SIEGFRIED WEYERER

Zeit und Raum spielen bei der Verbreitung von Krankheiten eine wichtige Rolle: Treten Erkrankungen zeitlich und örtlich begrenzt in einer starken Häufung auf, spricht man von einer Epidemie. Zur Wissenschaftsdisziplin der Epidemiologie, die das Auftreten und die Verbreitung von Krankheiten untersucht, gehört auch der in Deutschland lange Zeit vernachlässigte Zweig der psychiatrischen Epidemiologie. Diese beschäftigt sich mit der räumlichen und zeitlichen Verteilung psychischer Erkrankungen in der Bevölkerung und untersucht dabei beispielsweise, warum manche Erkrankungen in bestimmten Regionen oder zu bestimmten Zeiten häufiger auftreten, was psychische Krankheiten auslösen kann oder ob das therapeutische Angebot auch die tatsächliche Nachfrage deckt.

M

Mit der rasanten Ausbreitung des Corona-Virus, aus der in kurzer Zeit eine Pandemie, also eine weltweite Epidemie wurde, ist auch der Begriff der Epidemiologie in das öffentliche Bewusstsein gerückt. Ursprünglich befasste sich diese Disziplin mit Epidemien übertragbarer Krankheiten – wie nun COVID-19 –, später weitete sich der Gegenstandsbereich aber auf das gesamte Spektrum akuter und chronischer Erkrankungen aus, so dass sich auch der Fachbereich der psychiatrischen Epidemiologie entwickelte. Diese Forschungsrichtung, die in Deutschland lange unterentwickelt blieb, befasst sich mit der räumlichen und zeitlichen Verteilung psychischer Erkrankungen in der Bevölkerung. Am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit (ZI) in Mannheim, das eine Vorreiterrolle bei der Etablierung der psychiatrischen Epidemiologie in Deutschland spielt, forschen Epidemiologen unter anderem zu Alkoholsucht bei Senioren oder zur stationären Betreuung von Demenzkranken – in diese Forschungsarbeit soll dieser Beitrag einen Einblick geben.

Inhaltlich wie methodisch arbeiten psychiatrische Epidemiologen mit Partnerdisziplinen wie Klinischen Fächern, Statistik, Sozialwissenschaften und demographischer Forschung zusammen. Denn bei der räumlichen und zeitlichen Verteilung psychischer Erkrankungen in der Bevölkerung geht es auch darum, welche Rolle demographische, genetische, Verhaltens- und Umweltfaktoren für die unterschiedliche Häufigkeit spielen, mit der psychische Probleme auftreten – man spricht hier von deskriptiver Epidemiologie. Um Ursachen, Risiko- und Auslösefaktoren von Krankheitsepisoden und Krankheitsfolgen besser zu verstehen, untersuchen wir außerdem die Bedingungen des Auftretens und des Verlaufs psychischer Störungen. Vor allem soll die epidemiologische Forschung Hypothesen zu spezifischen Faktoren, die die Verteilung einer bestimmten Erkrankung in einer definierten Bevölkerungsgruppe beeinflussen, entwickeln und überprüfen. Die Ermittlung individueller Krankheitsrisiken ist vor allem dann wichtig, wenn sich diese mit präventiven Maßnahmen mindern oder ausschalten lassen. Außerdem stellt die Epidemiologie fest, in welchem Umfang Bedarf an psychiatrischer und psychotherapeutischer Versorgung besteht und ob dieser Bedarf durch bestehende Einrichtungen gedeckt wird. Dafür sind zusätzlich

sogenannte Feldstudien in der Allgemeinbevölkerung nötig, um Angaben über Anzahl und Art der Krankheitsfälle und der Versorgungsbedürfnisse einer bestimmten Bevölkerung zu erhalten – so lässt sich die Differenz von versorgtem und unversorgtem Bedarf ermitteln.

Vier verschiedene Studienarten

In der Epidemiologie unterscheiden wir zwischen Querschnittsstudien, Längsschnittstudien, Fall-Kontroll-Studien und Interventionsstudien. Unter einer Querschnittsstudie versteht man die einmalige Untersuchung einer geographisch definierten Population zu einem bestimmten Zeitpunkt. Da mit ihrer Hilfe die Verbreitung, also die Prävalenz von Krankheiten ermittelt wird, bezeichnet man sie auch als Prävalenzstudie. Die im Rahmen von Querschnittsuntersuchungen gewonnenen Prävalenzdaten liefern wichtige Informationen für die Planung im medizinischen und psychosozialen Bereich. Im Vergleich zu Querschnittsuntersuchungen haben sogenannte prospektive Längsschnittstudien, bei denen über einen bestimmten Zeitraum Daten gesammelt werden, vor allem folgende Vorteile: Die Beziehungen zwischen Risikofaktoren und Erkrankungen lassen sich in eine zeitliche Ordnung bringen, die eine

„Die psychiatrische Epidemiologie beschäftigt sich mit der räumlichen und zeitlichen Verteilung psychischer Erkrankungen in der Bevölkerung.“

Grundvoraussetzung dafür ist, dass man Kausalzusammenhänge erkennt. Sie ermöglichen eine genaue Bestimmung der Inzidenz, des natürlichen Verlaufs und des Ausgangs einer Krankheit.

Dagegen geht man bei Fall-Kontroll-Studien von Personen mit einer bestimmten Krankheit aus (Indexgruppe) und vergleicht diese mit solchen, welche diese Krankheit nicht haben (Kontrollgruppe). Diese Studien bieten sich vor allem dann an, wenn Risikofaktoren für seltene Erkrankungen oder die Wirksamkeit von Interventionen ermittelt werden sollen. Mithilfe von Interventionsstudien oder experimentellen Studien ist es möglich, Ursache-Wirkung-Beziehungen dadurch zu untersuchen, dass der vermutete kausale Faktor bei weitgehender Kontrolle der Untersuchungsbedingungen modifiziert wird. Die randomisierte kontrollierte Studie – randomisiert bedeutet, dass die Probanden zufällig auf Gruppen verteilt werden – ist am besten geeignet, um die Wirksamkeit einer Intervention zu bewerten, und liefert die zuverlässigsten Ergebnisse. Sowohl aus praktischen als auch aus ethischen Gründen sind in der Epidemiologie experimentelle Designs aber häufig nicht möglich, weswegen man auf das Quasi-Experiment zurückgreift. Dieses unterscheidet sich vom Experiment dadurch, dass die Teilnehmer nicht zufällig auf Interventions- und Kontrollgruppe aufgeteilt werden, das heißt, man untersucht natürlich existierende, nicht-randomisierte Gruppen – zum Beispiel Demenzkranke in „Special Care Units“ und traditionell integrativ betreute Demenzkranke. Das zentrale Problem solcher Studien ist die sogenannte Selbstselektion der Untersuchungspersonen: Da diese nicht zufällig auf die beiden Gruppen verteilt wurden, sondern ihre Betreuungseinrichtung selbst gewählt haben, können sich dadurch Faktoren ergeben, die das Ergebnis beeinflussen. Beispielsweise können in einer besonderen und dadurch teureren Dementenbetreuung wohlhabende Patienten leben, deren finanziell besser gestellter Lebensstil sich auf ihre Gesundheit ausgewirkt hat, was das Studienergebnis beeinflusst. Im Rahmen von Evaluationsstudien müssen solche Selektionseffekte berücksichtigt und mögliche Störeffekte zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe mithilfe elaborierter Datenanalyseverfahren ausgeglichen werden.

Die zunehmende Lebenserwartung und eine auf niedrigem Niveau stagnierende Geburtenrate wirken sich auf alle Lebensbereiche aus, vor allem auch auf die Epidemiologie und die Versorgung psychischer und körperlicher Erkrankungen. Der demographische Wandel bestimmt in hohem Maß, wie sich die Morbidität, also die Häufigkeit von Erkrankungen innerhalb einer Bevölkerungsgruppe, und der künftige Bedarf an Versorgungseinrichtungen verändern werden. Beispielsweise ist in den kommenden Jahrzehnten mit einer beträchtlich wachsenden Zahl

pflegebedürftiger Menschen zu rechnen, von denen ein hoher Anteil an einer Demenz leiden wird – weil es generell mehr ältere, vor allem hochbetagte Menschen geben wird. Wegen dieser demographisch bedingten Zunahme von psychischen Erkrankungen und funktionellen Einschränkungen wurde die Arbeitsgruppe „Psychiatrische Epidemiologie und demographischer Wandel“ am ZI gegründet. Zwei Forschungsbereiche unserer Arbeitsgruppe stelle ich im Folgenden exemplarisch vor: Alkoholkonsum im höheren Lebensalter als Beispiel für die deskriptive/analytische Epidemiologie sowie Evaluation der besonderen stationären Dementenbetreuung als Beispiel für eine quasi-experimentelle Studie.

Alkohol im Alter – eine wachsende Herausforderung

Dem Thema Sucht im höheren Alter wurde lange Zeit wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Aufgrund der demographischen Entwicklung und neuerer epidemiologischer Befunde hat die Fragestellung jedoch erheblich an Bedeutung gewonnen:

- Der Anteil älterer Menschen ist in den vergangenen Jahrzehnten stark gestiegen und wird weiter zunehmen. Wenn man davon ausgeht, dass das Auftreten von Suchtproblemen konstant bleibt, wird sich schon allein dadurch die Gesamtzahl der suchtkranken älteren Menschen erhöhen.
- Es spricht sogar einiges dafür, dass Suchterkrankungen im höheren Alter überproportional steigen werden. Eine maßgebliche Rolle spielt dabei, dass die zwischen 1946 und 1964 geborene Baby-Boom-Generation überdurchschnittlich viel Alkohol konsumiert und dieses Konsummuster im höheren Alter häufig beibehalten wird. Ein Indikator für diese Entwicklung ist der Pro-Kopf-Konsum an Reinalkohol, der in Deutschland von 3,2 Liter im Jahr 1950 auf 12,9 Liter im Jahr 1980 gestiegen ist. Danach ging der Alkoholkonsum leicht zurück, im weltweiten Vergleich gehört Deutschland aber immer noch zu den Hochkonsumländern.
- Aufgrund des medizinischen Fortschritts und der verbesserten Behandlungsmöglichkeiten von alkoholkranken Menschen ist in Zukunft mit mehr alt gewordenen Suchtkranken zu rechnen.
- Menschen können aber auch erst im Alter abhängig werden, denn dann gibt es eine Reihe besonderer Risiken für Suchtgefährdung: Mit steigendem Alter sterben vermehrt Partner oder Freunde, nach Beendigung der Berufstätigkeit verkleinert sich das soziale Netzwerk und finanzielle Einbußen sind möglich – all das kann ältere Menschen anfällig machen, zu Suchtmitteln zu greifen. Zudem treten körperliche und psychische Beschwerden wie beispielsweise Schmerzen und Schlafstörungen häufiger auf, und auch Einschränkungen in den Alltagsaktivitäten nehmen zu, was weitere Risiken für eine erhöhte Suchtgefährdung bedeutet.



APL. PROF. DR. SIEGFRIED WEYERER ist seit 2000 außerplanmäßiger Professor an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg und Leiter der Arbeitsgruppe „Psychiatrische Epidemiologie und demographischer Wandel“ am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim (ZI). Nach dem Studium der Psychologie und der Soziologie an den Universitäten München und Salzburg (Österreich) und anschließender Promotion arbeitete er ab 1976 an der Psychiatrischen Universitätsklinik München. Im Rahmen des an der Universität Heidelberg angesiedelten Sonderforschungsbereichs 116 „Psychiatrische Epidemiologie“ war er stellvertretender Projektleiter der Oberbayerischen Feldstudie. 1985 wechselte er an das ZI und habilitierte sich 1994 in Heidelberg für das Fach Epidemiologie. Zu Siegfried Weyerers Forschungsschwerpunkten gehören unter anderem die Untersuchung von Häufigkeit, Verlauf, Risiken und Folgen psychischer Erkrankungen auf verschiedenen Versorgungsebenen.

Kontakt: siegfried.weyerer@zi-mannheim.de

Im Vierten Altenbericht der Bundesregierung wurde zu Recht beklagt, dass ältere Menschen in Bevölkerungsstudien nicht oder nur teilweise berücksichtigt werden. Unsere Arbeitsgruppe hat Ergebnisse zu der bislang einzigen größeren Studie zum Alkoholkonsum bei Hochaltrigen in Deutschland veröffentlicht. Im Rahmen einer Hausarztstudie in sechs großstädtischen Regionen Deutschlands wurden mehr als 3.000 Personen ab 75 Jahren, die keine

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 mehr als 3.000 psychisch kranke Menschen aller Altersstufen mit modernsten Therapiemethoden stationär und teilstationär behandelt. Ergänzend bieten alle vier Kliniken ein breites Spektrum ambulanter 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*innen 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 Professor*innen werden von der Universität Heidelberg unter Beteiligung des Zentralinstituts berufen. Sie sind Mitglieder der Universität und erfüllen Lehraufträge insbesondere an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg.

www.zi-mannheim.de

Demenz hatten und in Privathaushalten lebten, auch nach ihrem aktuellen Alkoholkonsum befragt: rund 50 Prozent der Patienten waren abstinent, rund 43 Prozent hatten einen nicht-riskanten Alkoholkonsum (tägliches Konsum: weniger als 20 Gramm bei Frauen und weniger als 30 Gramm bei Männern), 6,5 Prozent einen riskanten Alkoholkonsum und 0,8 Prozent einen schädlichen Alkoholkonsum (tägliches Konsum: mehr als 40 Gramm bei Frauen und

mehr als 60 Gramm bei Männern). Sowohl beim riskanten Alkoholkonsum (Männer: 12,1 Prozent; Frauen: 3,6 Prozent) als auch beim schädlichen Alkoholkonsum (Männer: 1,2 Prozent; Frauen: 0,5 Prozent) zeigten sich deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede.

In deutschen Altenpflegeheimen ist der aktuelle Alkoholkonsum relativ niedrig, wie eine von uns durchgeführte repräsentative Studie ergeben hat. Ein großes Problem sind jedoch Bewohner, die bereits eine Alkoholdiagnose haben, wenn sie in das Heim aufgenommen werden. Viele Altenpflegeheime scheinen Versorgungsfunktionen für alt gewordene Alkoholranke zu erfüllen, was vor allem dann eine besondere Herausforderung für die Pflegekräfte ist, wenn Verhaltensprobleme wie aggressives Verhalten auftreten. Auf diese Anforderungen scheinen die Pflegekräfte nur unzureichend vorbereitet zu sein. Eine Schulung des Pflegepersonals im Umgang mit Alkoholkranken, eine adäquate personelle Ausstattung sowie eine konsiliarische Beratung durch Suchtberatungsstellen sind dringend erforderlich.

Wie schädlich wirkt sich Alkohol aus?

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Alkoholkonsum und Erkrankungen? Die wenigen epidemiologischen Untersuchungen, die höhere Altersgruppen einschlossen, kamen mehrheitlich zu ähnlichen Befunden wie bei den Jüngeren: Zwischen der Menge des Alkoholkonsums und der Entstehung verschiedener Erkrankungen sowie der Überlebenszeit besteht eine J- oder U-förmige Beziehung. Das heißt, in geringer bis moderater Dosis ist Alkoholkonsum nicht schädlicher als völlige Abstinenz (J-Form) oder sogar günstiger, er entfaltet also eine förderliche Wirkung (U-Form). Höhere Konsummengen hingegen können die physische und psychische Gesundheit umfassend schädigen und sind mit schwerwiegenden sozialen Folgen und erheblich reduzierter Lebenserwartung verknüpft.

Die beschriebenen U- oder J-Zusammenhänge bestätigten sich mehrfach, insbesondere für kardio- und zerebrovaskuläre Erkrankungen wie Schlaganfälle und für die Mortalität, aber auch für demenzielle Erkrankungen, die den Hauptgrund für schwere Pflegebedürftigkeit im Alter darstellen. An diesen Ergebnissen wird oft kritisiert, dass die positiven Auswirkungen eines leichten oder moderaten Alkoholkonsums dadurch zu erklären sind, dass sich in der Gruppe der Alkoholabstinenten ehemalige Alkoholranke befinden. Studien, die explizit dieser Frage nachgegangen sind, zeigen aber nach wie vor eine signifikante Reduktion des Demenzrisikos, auch wenn ehemalige Alkoholranke aus der Gruppe der Abstinenten ausgeschlossen werden. Demgegenüber besteht kein Zweifel, dass dauerhafter Alkoholmissbrauch das Risiko für das Auftreten kognitiver

„In den kommenden Jahrzehnten ist mit einer beträchtlich wachsenden Zahl pflegebedürftiger Menschen zu rechnen, von denen ein hoher Anteil an einer Demenz leiden wird.“

Beeinträchtigungen und demenzieller Erkrankungen erheblich erhöht.

Die Befunde, die unsere Arbeitsgruppe erstmals in Deutschland bei 75-jährigen und älteren Menschen erhoben hat, stehen in Einklang mit Ergebnissen aus dem Ausland: Auch nach Kontrolle einer Vielzahl anderer Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht, Bildung, Alleinleben, Rauchen, Depression, leichte kognitive Störungen, körperliche Erkrankungen oder genetisches Risiko hatten Personen, die wenig oder mäßig Alkohol tranken, eine signifikant niedrigere Wahrscheinlichkeit, im Laufe eines Beobachtungszeitraums von drei Jahren an einer Demenz zu erkranken. Bezogen auf alle Demenzen war das Risiko um 29 Prozent niedriger, bezogen auf die Alzheimer-Erkrankung um 42 Prozent.

Stationäre Betreuung von Demenzkranken

Ein weiteres Gebiet, mit dem sich unsere Arbeitsgruppe beschäftigt, ist die stationäre Betreuung von Demenzkranken. Eigenen Untersuchungen zufolge leiden über zwei Drittel der Bewohner in deutschen Altenpflegeheimen an einer mittelschweren oder schweren Demenz. Neben den kognitiven Einbußen treten häufig auch psychiatrische Symptome und Verhaltensauffälligkeiten auf, die die Lebensqualität der Betroffenen, aber auch der Mitbewohner sowie der Pflegepersonen erheblich beeinträchtigen können.

Vor dem Hintergrund dieser Probleme wurden in Hamburg neue Versorgungskonzepte für Demenzkranke mit Verhaltens-

auffälligkeiten entwickelt. Diese können sowohl nach dem „Domusprinzip“ als auch nach dem „Integrationsprinzip“ gestaltet werden: Das Domusprinzip ist eine spezialisierte „Rund-um-die-Uhr“-Betreuung der Demenzkranken, die getrennt von nicht-dementen Bewohnern (segregativ) gemeinsam in einem demenzgerecht gestalteten Wohnbereich – einer Special Care Unit – leben. Integrationsprinzip (teilsegregative Betreuung) bedeutet, dass Demenzkranke grundsätzlich mit nicht-dementen Bewohnern in einem Wohnbereich zusammenleben, tagsüber aber für eine bestimmte Zeit in einer speziellen Gruppe nur für Demenzkranke betreut werden.

Wie unterscheidet sich die Lebens- und Betreuungsqualität von Demenzkranken, die nach dem Domusprinzip segregativ betreut werden, und Demenzkranken, die nach dem Integrationsprinzip teilsegregativ versorgt werden? In der Stadt Hamburg fanden sich jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile zwischen beiden Gruppen: Im Integrationsprinzip war die Aktivitätenrate höher als im Domusprinzip und ließ sich über die Zeit auch besser aufrechterhalten. Zudem kamen Angehörige häufiger zu Besuch und konnten auch häufiger bei Pflege und Betreuung eingebunden werden. Bei den Bewohnern im Domusbereich wurden dagegen wesentlich häufiger Informationen zur Biographie erhoben, wodurch sich mehr Anknüpfungspunkte für eine individuell abgestimmte und damit bessere Therapie ergaben. Zudem wurden deutlich mehr Demenzkranke gerontopsychiatrisch behandelt, was sich ebenfalls positiv auf deren Therapie auswirkte, weil sie beispielsweise mehr Antidementiva bekamen, die den Krankheitsverlauf etwas aufhalten können.

**„Viele Altenpflegeheime
scheinen Versorgungsfunktionen
für alt gewordene
Alkoholkranke zu erfüllen.“**

THE WHEN AND WHERE OF MENTAL ILLNESS

SIEGFRIED WEYERER

The aim of psychiatric epidemiology is to determine the occurrence and distribution of mental disorders across people, time and space and to investigate the causes and consequences of these disorders. The practical importance of psychiatric epidemiology lies above all in the development of methods for the prevention and treatment of mental health problems and in the evaluation of the institutions responsible for providing care to the mentally ill.

Increasing longevity and a stagnating low birth rate have affected all areas of modern life, particularly in terms of the epidemiology of mental and physical diseases and the provision of care for those affected. Alterations in morbidity, as well as the future demand for care-providing institutions, will be determined to a great extent by the changing demographics.

The main task of the research group “Psychiatric Epidemiology and Demographic Change” is the planning, coordination and implementation of research projects in the area of descriptive and analytical epidemiology of psychiatric disorders, particularly those occurring in old age. The cited research results are from two areas that are widely neglected in psychiatric epidemiology: alcohol consumption in old age and its impact on dementia, and the evaluation of special care units and traditional care in dementia. ●

“Psychiatric epidemiology investigates the spatial and temporal distribution of mental illness in a population.”

ADJ. PROF. DR SIEGFRIED WEYERER has been an adjunct professor at Heidelberg University's Medical Faculty Mannheim and head of the research group “Psychiatric Epidemiology and Demographic Change” at the Central Institute of Mental Health in Mannheim (ZI) since 2000. He studied psychology and sociology at the universities of Munich and Salzburg (Austria) and, after completing his doctorate in 1976, accepted a position at the psychiatric university hospital in Munich. He was part of Collaborative Research Centre 116 “Psychiatric Epidemiology” at Heidelberg University, serving as project leader of the field study in Upper Bavaria. In 1985 he transferred to the ZI, and in 1994 completed his habilitation in epidemiology in Heidelberg. Siegfried Weyerer investigates the frequency, progression, risks and effects of mental illness at various care levels.

Contact: siegfried.weyerer@zi-mannheim.de

„Trotz ihrer Bedeutung ist die psychiatrische Epidemiologie in deutschen Forschungseinrichtungen noch unzureichend institutionalisiert.“

Wir haben auch untersucht, in welchen Bereichen die besondere Dementenbetreuung in Hamburg Vorteile gegenüber der traditionell integrativen Versorgung Demenzkranker bringt, für die wir die Stadt Mannheim als Beispiel genommen haben: Hier schnitt das Hamburger Modellprogramm bei einer Reihe von Indikatoren der Lebensqualität deutlich besser ab. So drückten die Bewohner häufiger positive Gefühle aus, es gab mehr kompetenzfördernde Aktivitäten, Angehörige und Ehrenamtliche wurden stärker eingebunden, die Bewohner hatten mehr Sozialkontakte zum Personal und es gab weniger freiheitsentziehende Maßnahmen und eine bessere gerontopsychiatrische Versorgung.

Großer Bedarf an mehr Forschung

Das sind zwei Beispiele für eine Forschungsarbeit, die in Deutschland nach dem Zweiten Weltkrieg im Vergleich zu anderen westlichen Ländern lange unterentwickelt war. Erst ab Beginn der 1970er-Jahre konnte mit dem an der Universität Heidelberg angesiedelten Sonderforschungsbereich „Psychiatrische Epidemiologie“ das Defizit in der psychiatrisch-epidemiologischen Forschung zunächst vor allem auf dem Gebiet der deskriptiven Epidemiologie abgebaut werden. Mit einem weiteren in Heidelberg angesiedelten Sonderforschungsbereich über „Indikatoren und Risikomodelle für Entstehung und Verlauf psychischer Störungen“ bekam Deutschland seit Mitte der 1980er-Jahre auch auf dem Gebiet der analytischen Epidemiologie Anschluss an den internationalen Forschungsstand. Das ZI wurde bald nach seiner Gründung Collaborating Centre der Weltgesundheitsorganisation (WHO), so dass unsere Arbeitsgruppe wichtige Impulse für innovative Konzepte zur Betreuung demenzkranker Menschen

in Pflegeeinrichtungen geben konnte. Ebenfalls wichtig für die epidemiologische Forschung in Deutschland, die sich seither auch in der internationalen Zusammenarbeit etablierte, waren seit den 1990er-Jahren Public-Health-Verbände in mehreren Bundesländern.

Insgesamt jedoch ist in Deutschland die Forschungsförderung auf dem Gebiet der Epidemiologie psychischer Störungen im Vergleich zu anderen quantitativ bedeutsamen Erkrankungen eher bescheiden. Dabei wäre eine stärkere psychiatrisch-epidemiologische Forschung dringend nötig, wenn man deren versorgungspolitische Relevanz betrachtet: Nicht nur müssen wir, wie zuvor beschrieben, mit mehr älteren Menschen mit psychischen Problemen und Suchterkrankungen rechnen, sondern viele psychische Erkrankungen verlaufen auch chronisch, was einen beträchtlichen Behandlungsbedarf mit sich bringt. Trotz ihrer Bedeutung ist die psychiatrische Epidemiologie in deutschen Forschungseinrichtungen aber noch unzureichend institutionalisiert – während es beispielsweise in den USA seit Jahrzehnten entsprechende Postgraduiertenprogramme für Mediziner und Sozialwissenschaftler gibt, fehlt diese Ausbildungsmöglichkeit hierzulande gänzlich. Eine Änderung dieser Situation ist dringend geboten. ●

IM ZEITGLOBE

IN ZEITLUPE

IN ZEITLUPE

MENSCH UND TECHNIK IM SPORT

LISA-MARIE SCHÜTZ & HENNING PLESSNER

Das möglichst korrekte Erfassen von Bewegung in Zeit und Raum ist ein zentrales Element moderner sportlicher Wettkämpfe. Beispiele sind das Messen von Zeiten auf Laufstrecken, das Registrieren des Raumgewinns im American Football oder die kombinierte Erfassung von Zeit und Raum bei Abseitsstellungen im Fußball. Heute stehen Kampf- und Schiedsgerichten im Sport eine Vielzahl technischer Hilfsmittel zur Verfügung. Die seit einigen Jahren geführte Diskussion um den „Videobeweis“ im Fußball deutet aber darauf hin, dass der Einsatz von mehr Technik nicht automatisch zu besseren Entscheidungen führen muss. Aktuelle Forschungsarbeiten am Institut für Sport und Sportwissenschaft beschäftigen sich unter anderem mit der Frage, wie Zeitlupe die Wahrnehmung und Bewertung von Bewegung in Zeit und Raum verändert.

R

Raum und Zeit – das waren entscheidende Faktoren, die zur Entwicklung des modernen sportlichen Wettkampfes beigetragen haben. Gesellschaftlicher Wandel und die Industrialisierung in England erlaubten die Durchführung von Wettbewerben – zumeist Pferderennen – zu Unterhaltungszwecken. Hintergrund und Motiv dieser Wettbewerbe war jedoch nicht die Unterhaltung allein, sondern damit verbunden ein ökonomischer Zweck: Gewinnstreben durch Wetten. Aus dieser Entwicklung gingen unter anderem die

Normen des „Fair Play“ und des „May the best win“ hervor. Die Wetten auf Sieg, Zeit und Distanz förderten die korrekte Erfassung von Leistung und die Entwicklung verbindlicher Regelwerke, inklusive der Vereinheitlichung von Zeiterfassungen, Distanzen und Abmessungen. Technische Hilfsmittel waren damals meist Stoppuhren zur Zeitmessung. Dadurch konnten Leistungen in Wettkämpfen an unterschiedlichen Orten und zu verschiedenen Zeiten miteinander verglichen und Rekorde erfasst werden. Dieser Umstand macht deutlich, dass technische Hilfsmittel – von Anfang an – für die Entwicklung des modernen sportlichen Wettkampfes von großer Bedeutung waren.

Heute nimmt die korrekte Messung von Zeit und Raum in vielen Sportarten eine zentrale Rolle ein. Deutlich wird dies zum Beispiel am 100-Meter-Lauf in der Leichtathletik: Hier führt die genaue Erfassung der Leistung nicht nur zur Rangfolge innerhalb eines Rennens, sondern dient auch dazu, Vergleiche zwischen Rennen anzustellen oder historische Rekorde aufzuzeigen. Die manuelle Stoppuhr

**„Die korrekte Messung
von Zeit und
Raum nimmt in vielen
Sportarten eine
zentrale Rolle ein.“**

wurde mittlerweile durch elektronische Zeitmesssysteme ersetzt, die Leistungen auf 0,001 Sekunden genau messen können. Sehr enge Rennen werden trotz präzisester Zeitmesssysteme zusätzlich auf der Grundlage von Fotos entschieden. Die entsprechenden Kameras können den Raum genauestens erfassen. Dafür tasten sie eine dünne Linie, die an der Ziellinie ausgerichtet ist, bis zu 3.000 Mal pro Sekunde ab.

Im Schwimmsport spielt das Messen von Zeit ebenfalls eine wichtige Rolle. Das Zeitstoppen erfolgt hier durch die Athlet*innen selbst, in Form eines Touchpads am Beckenrand. Bei den Olympischen Spielen 2008 in Peking war das 100-Meter-Butterfly-Finale zwischen Michael Phelps (USA) und Milorad Čavić (Serbien) extrem knapp: Michael Phelps gewann mit einer Hundertstelsekunde. Die Technik zeigte an, dass er das Touchpad zuerst berührt hatte – die Aufzeichnungen der Fotokameras waren jedoch nicht so eindeutig. Weitgehend unbemerkt von der Öffentlichkeit gab der offizielle Zeitnehmer der Olympischen Spiele später zu, dass Milorad Čavić die Wand als Erster berührt hatte, wenn auch nicht so heftig wie Michael Phelps – mit der Konsequenz, dass das Touchpad und der Mechanismus dahinter nicht sofort ausgelöst wurden. Dieses Beispiel zeigt, dass selbst die präzisesten Zeitmesssysteme nur so gut sein können wie die Geräte, die eingesetzt werden. Wenn dies schon bei vergleichsweise einfachen Hilfsmitteln gilt, wie verhält es sich dann erst bei komplexeren technischen Vorgängen wie der Videotechnik oder dem Videoassistenten?

Weitverbreitete technische Hilfsmittel

Aktuell ist das am meisten diskutierte technische Hilfsmittel in Deutschland der „Videobeweis“ im Fußball – es gibt ihn allerdings, teils unter anderem Namen, längst schon in vielen anderen Sportarten:

- In der National Football League (NFL), der US-amerikanischen Profiligen im American Football, wurden bereits 1985 ein Videosystem und ein Videoschiedsrichter, der sogenannte „Replay Official“, eingeführt. Der Trainer eines Teams kann dadurch Entscheidungen des Schiedsrichters anfechten (challenge), so dass einige Szenen erneut überprüft werden.
- Im Rugby kommt seit 1995 der „Television Match Official“ (TMO) zum Einsatz. Das Videounterstützungssystem wurde eingeführt, um sicherzustellen, dass auf dem Spielfeld zeitnah genaue und einheitliche Entscheidungen getroffen werden.
- Im Turnen wurde 2005 für einige Jahre ein Videoanalyzesystem (IRCOS = Instant Replay and Control System) eingeführt, das das korrekte Erfassen des Schwierigkeitswertes unterstützen sollte. Im Jahr 2015 wurde zudem erstmals die Software „Smart Rings“ zur Unterstützung von Kampfrichter*innen bei der Bewertung von Halteelementen an den Ringen eingesetzt. Weitere technische Unterstützungen befinden sich gerade in der Entwicklung, beispielsweise das „Judging Support System“, das die Kampfrichter*innen bei der genauen Bestimmung der Elemente unterstützt, indem es die Bewegungen der Turner*innen mit 3D-Sensoren erfasst und als numerische Daten analysiert.
- Im Tennis wird seit 2006 das sogenannte „Hawk-Eye“ verwendet, eine Technik, die die 3D-Position des Balles nachstellt und innerhalb der gesamten Spielzeit die Laufbahn des Balles verfolgt. Strittige Szenen können mithilfe eines errechneten Bildes erneut betrachtet werden, um beispielsweise das „Aus“ des Balls zu überprüfen.
- Im Judo wurde 2006 das „Care-System“ eingeführt – ein Videosystem, bei dem Kampfrichter*innen auf der Matte von zwei Außenkampfrichter*innen unterstützt werden, die den Wettkampf aus verschiedenen Blickwinkeln via Video verfolgen. Die Szenen können hier hochauflösend und in Zeitlupe betrachtet werden.

Diese Beispiele zeigen, dass im Sport der Einsatz technischer Hilfsmittel wie der Videoanalyse heute weitverbreitet ist. Übergeordnetes Ziel ist es dabei, den Sport fairer zu machen und genauere Entscheidungen treffen zu können. Um diesem Ziel gerecht zu werden, werden Szenen oft auch in Zeitlupe betrachtet, da nach allgemeiner Auffassung die Prüfung eines Vorfalls in Zeitlupe die Genauigkeit und damit die Qualität des entsprechenden Urteils erhöht. Unter anderem wird angenommen, dass die Zeitlupe hilft, die Absicht der Akteure besser zu erkennen. Idealerweise sollte sie dem Namen gemäß wie eine Lupe wirken, die mehr Details liefert und dadurch hilft, die Situation besser und genauer zu beurteilen.

Eine Situation bei der Rugby-Weltmeisterschaft 2015 deutet allerdings darauf hin, dass Schiedsrichter*innen in der Praxis vorsichtig sind, wenn es darum geht, ihre Urteile auf Zeitlupenvideos zu stützen. In der 20. Minute des WM-Endspiels wurde Neuseelands wichtigster Spieler Dan Carter von einem australischen Gegenspieler hart attackiert, scheinbar, nachdem er den Ball bereits abgespielt hatte – ein sogenanntes „late tackle“. Schiedsrichter Nigel Owens war sich des Vorfalls nicht sicher und verlangte, dass die Szene im TMO abgespielt wird, was sowohl in Echtzeit als auch in Zeitlupe möglich ist. Die Szene wurde sofort in Zeitlupe auf dem Stadionbildschirm gezeigt und die Zuschauer stöhnten als Reaktion auf das offensichtlich schwere Foulspiel. Interessanterweise zeigte sich Nigel Owens skeptisch gegenüber Urteilen, die auf Zeitlupe basieren: Er verlangte ausdrücklich die Echtzeitgeschwindigkeit des Videos, um die Situation besser beurteilen zu können. Auf dieser Grundlage entschied er sich für eine relativ milde Strafe und begründete dies damit, dass der verteidigende Spieler das bereits begonnene Tackling nach der Ballübergabe nicht mehr hätte stoppen können.

Veränderte Wahrnehmung durch Zeitlupe

War die skeptische Reaktion des Schiedsrichters Nigel Owen auf die Zeitlupedarstellung gerechtfertigt? Hat das Verwenden von Zeitlupe tatsächlich einen Einfluss auf die Wahrnehmung und das Entscheidungsverhalten von Schiedsrichter*innen? Die wissenschaftliche Literatur zeigt, dass teilweise noch ungeklärt ist, inwieweit Videowiedergaben eine Entscheidung in mehrdeutigen Spielsituationen erleichtern können. Laut Studien aus Belgien bestrafen dort Schiedsrichter*innen Fouls strenger (das heißt, sie vergeben mehr rote Karten), wenn sie Foulszenen in Zeitlupe sehen, als wenn sie die identischen Videoszenen in Echtzeit betrachten. Eine Studie aus Chicago (USA) zeigt zudem, dass Studienteilnehmer*innen Tacklings von Spielern der National Football League (NFL) als absichtlicher empfanden, wenn sie sie in Zeitlupe statt in Echtzeit sahen. Als Ursache für diesen Effekt wird die veränderte Wahrnehmung der Teilnehmer*innen vermutet: Diese nahmen in der Zeitlupe an, dass der attackierende Spieler mehr Zeit hatte, die Situation zu bewerten.

Das zeigt, dass beim Betrachten von Zeitlupevideos die Wahrnehmung der Zeitdauer beeinflusst wird. So erscheint die zeitliche Dynamik einer Situation verändert, was zu der Annahme führt, dass Akteure mehr Zeit hätten, über ihre Handlung nachzudenken. Entscheidungen, die auf der Basis von Zeitlupevideos getroffen werden, können demnach auf einer veränderten Wahrnehmung beruhen und



LISA-MARIE SCHÜTZ studierte Sportwissenschaft und Psychologie in Heidelberg und Erlangen und begann 2018 ihre Doktorarbeit am Institut für Sport und Sportwissenschaft. Zu ihren Forschungsschwerpunkten gehören das Urteilen und Entscheiden unter körperlicher Belastung sowie der Einfluss von Videogeschwindigkeit auf die Wahrnehmung sportlicher Handlungen. Als angewandte Sportspsychologin betreut sie Nachwuchsleistungssportler*innen unterschiedlicher Sportarten und ist in der Trainerausbildung verschiedener Sportverbände aktiv.

Kontakt: lisa-marie.schuetz@issw.uni-heidelberg.de

das Strafmaß bei verbotenen Handlungen signifikant beeinflussen. Ob Videomaterial Entscheidungen im Sport fairer macht, hängt also davon ab, ob es den Schiedsrichter*innen gelingt, in Zeitlupevideos nicht nur die verlangsamte Motorik des Sportlers zu beachten, sondern auch die nicht sichtbare mentale Verarbeitung anzupassen, um mögliche Verzerrungen zu vermeiden.

Bislang gibt es erstaunlich wenig Forschung zu den Auswirkungen von Zeitlupedarstellungen auf die Wahrnehmung und Beurteilung sportlicher Leistungen. In unserer eigenen Forschung am Arbeitsbereich Sportpsychologie des Instituts für Sport und Sportwissenschaft (ISSW) untersuchen wir daher, ob und wie die Videogeschwindigkeit die subjektive Einschätzung der Dauer sportlicher Handlungen verändern kann. Der Fokus liegt dabei auf dem Unterschied in der Dauereinschätzung in Zeitlupe- und Echtzeitvideos im Vergleich zur tatsächlichen, objektiv gemessenen korrekten Zeit einer bestimmten Handlung.

Grenzen der Videotechnik

In aktuellen Studien konnten wir nicht nur nachweisen, dass sportlichen Handlungen, die in Zeitlupe gezeigt werden, tatsächlich eine im Vergleich zur Echtzeit verlängerte Dauer zugeschrieben wird, sondern auch, dass die Dauer der in Echtzeit dargestellten sportlichen Handlungen genauer eingeschätzt wurde als die der sportlichen Handlungen in Zeitlupe. Diese Ergebnisse können somit zum Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse

„In Zeitlupe erscheint die Dynamik einer Situation verändert, wodurch man annimmt, dass die Akteure mehr Zeit hätten, über ihre Handlungen nachzudenken.“

früherer Studienergebnisse beitragen, die nahelegen, dass Menschen in Zeitlupe dargestellte Handlungen strenger beurteilen, weil sie die dargestellten Handlungen als „absichtlicher“ wahrnehmen.

Die Forschungsergebnisse tragen außerdem dazu bei, Grenzen der Videotechnik aufzuweisen und gleichzeitig aufzuzeigen, wie und wann die Videotechnik und der „Videobeweis“ im Fußball sinnvoller eingesetzt werden können. Sie zeigen, dass das Verwenden von Zeitlupe bei Sportentscheidungen nicht unter allen Umständen sinnvoll ist – vor allem dann, wenn die geschätzte Dauer einer Handlung als Grundlage für Entscheidungen dient: In genau diesen Fällen sollten Zeitlupeaufzeichnungen nicht zur genaueren Situationseinschätzung genutzt werden.

Die grundlegende Beobachtung, dass Zeitlupewiedergaben die zeitliche Wahrnehmung verzerren, ließ Kolleg*innen aus Jena der Frage nachgehen, ob sich diese Wahrnehmungsverzerrung vermeiden lässt. Sie untersuchten, wie Teilnehmer*innen die Dauer einer sportlichen Handlung einschätzen, wenn ihnen explizite Informationen über die Videogeswindigkeit beziehungsweise den Zeitlupefaktor vorlagen. Auch sie konnten zeigen, dass die Dauer sportlicher Handlungen in Zeitlupe systematisch überschätzt wurde. Diese Überschätzung nahm jedoch ab, sobald Informationen über das Ausmaß der Zeitlupe (zum Beispiel vierfach verlangsamt) gegeben wurden. Zeitlupeverzerrungen können somit unter Umständen durch die Bereitstellung zusätzlicher Informationen gemindert werden.

Regeln neu schreiben?

Aus einer philosophischen Sichtweise betrachtet ein Kollege der Universität Alabama (USA) in einem aktuellen Aufsatz die Debatte um den Einsatz von Technologie und Videotechnik zur Erfassung von Raum und Zeit im sportlichen Wettkampf: Menschliche Urteile entsprechen demnach nicht den Wertungsanforderungen des modernen Sports und scheinen für sportliche Wettkämpfe nicht (mehr) gut genug zu sein. Entscheidungen müssen technisch überprüft werden, um glaubwürdig zu sein – das alleinige Urteil des Menschen reicht nicht aus. Das permanente Unterstützen von Entscheidungen durch technische Maßnahmen kann in der Folge auch die Autorität von Schiedsrichter*innen schwächen. Zudem geht der Unterhaltungswert im Sport durch den Einsatz von Technologie verloren, besonders durch die vielen Unterbrechungen, die den Spielfluss beeinträchtigen.

Mit Blick auf die teils enormen Kosten, die der Einsatz von Technologie im Sport verursacht, erwägt der Kollege Möglichkeiten, Leistungskriterien so anzupassen, dass Schiedsrichter*innen sie einfacher anwenden können – denn Genauigkeit sei relativ zu dem, was der Mensch als

„Wenn die geschätzte Dauer einer Handlung als Grundlage für Entscheidungen dient, sollten Zeitlupeaufzeichnungen nicht zur genaueren Situationseinschätzung genutzt werden.“

Leistungskriterium definiere. Diese Kriterien ließen sich also so festlegen, dass Menschen sie ohne fremde Hilfe zuverlässig beurteilen könnten. Beispielsweise könnten im Tennis die Linien des Platzes ähnlich wie im Squash in Form einer abgeschrägten Kante angepasst werden. Treffen die Bälle auf die Schräge, prallen sie in einem deutlich anderen Winkel ab, so dass auch das menschliche Auge präzise erkennen kann, wann ein Ball „aus“ ist.

Die beiden Pole Technik und Mensch

Dieser radikale Ansatz – die Regeln des Sports neu zu schreiben – bezieht eine bewusste Gegenposition zur aktuellen Entwicklung, bei der immer mehr technische Hilfsmittel in den sportlichen Wettkampf eingebaut werden. Beim Beispiel der Zeitmessung, bei der das Stoppen durch die menschliche Hand reaktionsverzögert sein kann, soll die Technik es ermöglichen, die Leistung objektiver zu erfassen. Der „Videobeweis“ lässt jedoch keine vergleichbaren objektiven Urteile zu: Zu viele Einflussfaktoren wie

„Zeitlupeverzerrungen können durch die Bereitstellung zusätzlicher Informationen vermieden werden.“

die Wahrnehmungsverzerrung durch Zeitlupedarbietungen spielen eine Rolle. Dies wird besonders deutlich, wenn Schiedsrichter*innen die Absicht eines Spielers beurteilen sollen, beispielsweise ob ein Foul eklatant oder ein Verhalten lediglich unsportlich war.

Auch die generelle Rolle von Kampf- und Schiedsrichter*innen bei der möglichst präzisen Erfassung von Leistung muss in dieser Debatte, die sich zwischen den beiden Polen Technik und Mensch bewegt, neu diskutiert werden.



PROF. DR. HENNING PLESSNER wurde im Jahr 2010 auf eine Professur für Sportpsychologie an das Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Heidelberg berufen. Zu seinen vorherigen wissenschaftlichen Stationen zählen unter anderem eine Theodor Heuss Lectureship an der New School University in New York (USA) und eine Professur für Sozialpsychologie an der Universität Leipzig. Henning Plessner beschäftigt sich in seiner Forschung vor allem mit Urteils- und Entscheidungsprozessen im Sport. Seit 2016 ist er Sprecher der Fachgruppe Sportpsychologie in der Deutschen Gesellschaft für Psychologie.

Kontakt: henning.plessner@issw.uni-heidelberg.de

Durch die Weiterentwicklung des sportlichen Wettkampfes ist eine neue Interaktion entstanden, die nun situationsgerecht und optimal aufeinander abgestimmt werden muss. Die Relevanz dieses Zusammenspiels wird am erwähnten Beispiel des Schwimmfinales zwischen Michael Phelps und Milorad Čavić deutlich: Hier wurde in einer strittigen Situation zusätzlich zur Zeitmesstechnik ein Zielfoto herangezogen, das Menschen betrachteten, die anschließend zu einem Urteil kamen (eigentlich hatte Milorad Čavić als Erster die Wand berührt). Dieses menschliche Urteil wurde für das Ergebnis des sportlichen Wettkampfes jedoch nicht berücksichtigt.

An dieser aktuellen Debatte um den „Videobeweis“ und die Rolle von Kampf- und Schiedsrichter*innen wird deutlich, dass Mensch und Technik interagieren müssen – bisher bleibt jedoch häufig unberücksichtigt, wie genau dies geschehen soll. Genau diese Frage wollen wir mit unserer Forschung beantworten, nachdem wir uns in älteren Arbeiten bereits ausführlich mit der Frage beschäftigt haben, wie menschliche Entscheidungen im Sport durch den Einsatz von Technik in der Vorbereitung auf Wettkämpfe verbessert werden können – beispielsweise durch videobasiertes Entscheidungstraining. Die technische Erfassung sportlicher Leistung wird nie den Menschen als Entscheidungsträger komplett ablösen. Daher richtet sich die Forschung des ISSW auf die Frage, wann technische Hilfsmittel zu korrekten Entscheidungen beitragen und wann nicht – wie es unsere Studie am Beispiel der Zeitlupendarbietung gezeigt hat. ●

Empirie und Wissenstransfer

Das Institut für Sport und Sportwissenschaft (ISSW) der Universität Heidelberg gewinnt sein besonderes Profil durch die konsequente Betonung empirischer Forschungsprogramme, eine Akzentuierung des Wissenstransfers in der Forschung sowie in jüngerer Zeit eine thematische Fokussierung auf Sport und Bewegung über die gesamte Lebensspanne. Der Arbeitsbereich „Sportpsychologie – Sport, Individuum und Gesellschaft“ untersucht verschiedene Grundlagen- und Anwendungsthemen der Sozial- und Sportpsychologie. Dabei geht es darum, menschliches Erleben und Verhalten im sozialen beziehungsweise sportlichen Kontext zu erklären, vorherzusagen und zu verändern.

www.issw.uni-heidelberg.de

SLOW MOTION

HUMANS VS. TECHNOLOGY IN SPORTS

LISA-MARIE SCHÜTZ & HENNING PLESSNER

The accurate assessment of movement in time and space is a central element of modern sporting competitions. Examples are the measurement of times on running tracks or the combined registration of time and space in offside positions in soccer. Today, a multitude of technical aids are available to officials in sports. However, the discussion about the “video assistant” in soccer, which has been going on for several years, indicates that the use of more technology does not automatically lead to better decisions. Current research at the Institute of Sports and Sports Sciences is concerned, among other things, with the question of how slow motion changes the perception and evaluation of movement in time and space.

For example, we found that the duration of sporting activities is estimated more accurately when they are presented in real time than in slow motion. These research results also help to show limitations of video technology and, at the same time, how and when video technology can be used more effectively in officials’ decision making. ●

LISA-MARIE SCHÜTZ studied sports science and psychology in Heidelberg and Erlangen and began writing her doctoral thesis at the Institute of Sports and Sports Sciences in 2018. Her research interests include judgement and decision-making processes under physical load and the influence of video speed on the perception of sporting activities. As an expert in applied sports psychology, she mentors junior athletes in several competitive sports disciplines and helps train coaches in various sports associations.

Contact: lisa-marie.schuetz@issw.uni-heidelberg.de

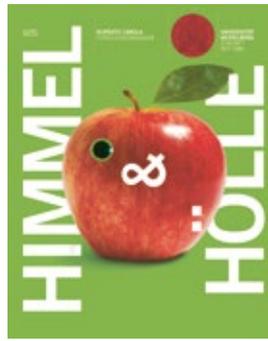
PROF. DR HENNING PLESSNER accepted the chair of sports psychology at Heidelberg University's Institute of Sports and Sports Sciences in 2010. Among other things, he was previously a Theodor Heuss Lecturer at New School University in New York (USA) and held the chair of social psychology at the University of Leipzig. Henning Plessner's research interests are judgement and decision processes in sports. He has served as spokesperson of the Sports Psychology section of the German Psychological Society since 2016.

Contact: henning.plessner@issw.uni-heidelberg.de

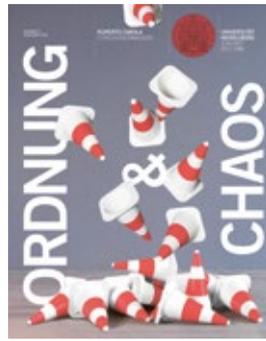
“The correct measurement of time and space plays an essential role in many types of sports.”



ALT & JUNG
AUSGABE 1
OKTOBER 2012



HIMMEL & HÖLLE
AUSGABE 2
APRIL 2013



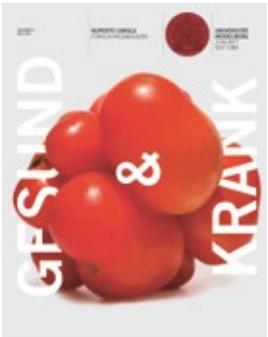
ORDNUNG & CHAOS
AUSGABE 3
NOVEMBER 2013



KRIEG & FRIEDEN
AUSGABE 4
MAI 2014



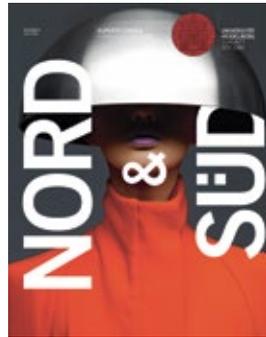
DRAUSSEN & DRINNEN
AUSGABE 5
NOVEMBER 2014



GESUND & KRANK
AUSGABE 6
JUNI 2015



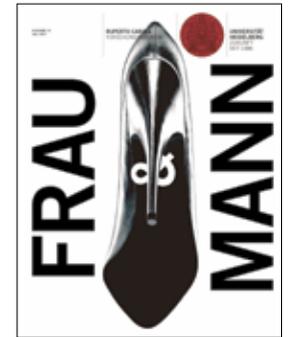
SCHATTEN & LICHT
AUSGABE 7
DEZEMBER 2015



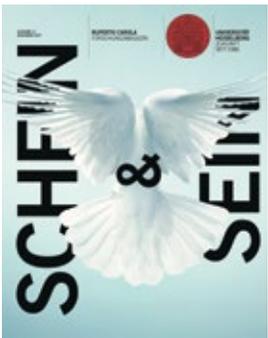
NORD & SÜD
AUSGABE 8
JULI 2016



STOP & GO
AUSGABE 9
DEZEMBER 2016



FRAU & MANN
AUSGABE 10
JULI 2017



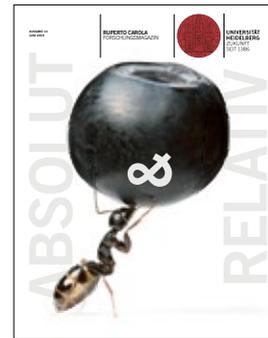
SCHEIN & SEIN
AUSGABE 11
DEZEMBER 2017



STADT & LAND
AUSGABE 12
JUNI 2018



HEISS & KALT
AUSGABE 13
DEZEMBER 2018



ABSOLUT & RELATIV
AUSGABE 14
JUNI 2019



KULTUR & NATUR
AUSGABE 15
DEZEMBER 2019



MASCHINE & MENSCH
AUSGABE 16
JULI 2020



FREUND & FEIND
AUSGABE 17
FEBRUAR 2021



VERBINDEN & SPALTEN
AUSGABE 18
JULI 2021



RAUM & ZEIT
AUSGABE 19
FEBRUAR 2022