

AUSGABE 11
DEZEMBER 2017

RUPERTO CAROLA
FORSCHUNGSMAGAZIN



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

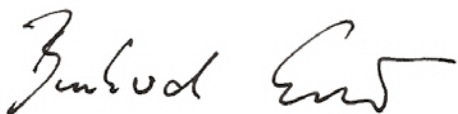
WISSEN & WERTE

LIEBE LESERINNEN UND LESER DER RUPERTO CAROLA,

in allen Bereichen und Dimensionen unseres Lebens stehen wir vor der Herausforderung, zwischen Sein und Schein, zwischen Tatsache, Irrtum und Lüge unterscheiden zu müssen. In der Wissenschaft ist es fundamentale Aufgabe, den Dingen auf den Grund zu gehen, die Fakten und Erkenntnisse aus einer Fülle scheinbarer Optionen vom Unrichtigen und Falschen zu trennen. Wissenschaft darf jedoch nie die Wahrheit für sich beanspruchen, denn es ist gerade das Wesen der Wissenschaft, das Bestehende immer wieder zu hinterfragen. Auch in Zeiten von „alternative facts“ darf Wissenschaft nicht Politik ersetzen. Solches führte zu Scientokratie, zur Demontage des Wesens der Wissenschaft und der akademischen Freiheit.

Schein bedeutet aber nicht nur Illusion und Trug, Schein kann auch Sichtbarkeit, Glanz und Leuchten meinen. Mit allen diesen verschiedenen Facetten beschäftigen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Universität in der elften Ausgabe des Forschungsmagazins zum Schwerpunktthema SCHEIN & SEIN.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern der neuen Ausgabe der RUPERTO CAROLA eine spannende, erkenntnisreiche Lektüre.



Prof. Dr. Dr. h.c. Bernhard Eitel
Rektor der Universität Heidelberg



KAPITEL

EXPERTEN IM GESPRÄCH
**WIR KÖNNEN UNS IMMER IRREN
ÜBER FAKTEN UND GEFÜHLTE WAHRHEITEN**
IM GESPRÄCH MIT KARIN SCHUMACHER & REIMUT ZOHLNHÖFER

6

THEOLOGIE
**ZWISCHEN GOTT UND TEUFEL
VOM SINN UND SEIN DES SCHEINS**
PHILIPP STOELLGER

16

NEUROMORPHES RECHNEN
**VORBILD GEHIRN
DIE ATOME DES DENKENS**
KARLHEINZ MEIER

24

WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN
**WAHR SCHEIN LICH
PROGNOSEN AUF DEM PRÜFSTAND**
FABIAN KRÜGER

32

KAPITEL

NEUROPSYCHOLOGIE
**DIE WELT IM KOPF
VON SPIEGELN, PHANTOMEN UND AVATAREN**
HERTA FLOR

42

NEUROPHILOSOPHIE
**IST DER BAUM GRÜN?
ÜBER DIE REALITÄT DER FARBEN**
THOMAS FUCHS

50

JUGENDPSYCHIATRIE
**FLUCHT IN DIE SCHEINWELT?
RISIKOVERHALTEN BEI JUGENDLICHEN**
FRANZ RESCH & MICHAEL KAESS

60

SPRACHWISSENSCHAFT
**VERKANNTER FORTSCHRITT
FEHLER ALS LERNERFOLGE**
GIULIO PAGONIS & JULIANE HINNERICHS

68

KAPITEL



MEDIÄVISTIK
VON GOTTES GLANZ UND SCHRIFT
FLÜCHTIGE TEXTE ALS ZEICHEN DES EWIGEN
LUDGER LIEB

78

SOZIOLOGIE
AUF ABWEGEN
DER ABGASSKANDAL DER DEUTSCHEN AUTOINDUSTRIE
MARKUS POHLMANN

86

LITERATURWISSENSCHAFT
LEITMOTIV CAMOUFLAGE
DIE WELT WILL BETROGEN SEIN
KARIN TEBBEN & FRIEDERIKE TEBBEN

94

KUNSTGESCHICHTE
ECHT ODER FALSCH?
KUNST DER TÄUSCHUNG UND TÄUSCHUNG IN DER KUNST
HENRY KEAZOR

102

IMPRESSUM

109

KAPITEL



VIROLOGIE
KLEIN UND GEMEIN
DIE PERFIDEN TRICKS DER VIREN
THOMAS JÄNISCH & RALF BARTENSCHLAGER

112

BOTANIK
FALSCH VERSPRECHEN
LUG UND TRUG IN DER BLÜTENWELT
CLAUDIA ERBAR

120

ASTROPHYSIK
DIE SIGNATUR DER STERNE
LICHT AUF KRUMMEN WEGEN
JOACHIM WAMBSGANSS

128

MATHEMATIK
JENSEITS UNSERER VORSTELLUNG
DIE GEOMETRIE DER SCHEIBE
ANNA WIENHARD

136



EXPERTEN IM GESPRÄCH
WIR KÖNNEN UNS IMMER IRREN
ÜBER FAKTEN UND GEFÜHLTE WAHRHEITEN
IM GESPRÄCH MIT KARIN SCHUMACHER & REIMUT ZOHLNHÖFER

6



THEOLOGIE
ZWISCHEN GOTT UND TEUFEL
VOM SINN UND SEIN DES SCHEINS
PHILIPP STOELLGER

16



NEUROMORPHES RECHNEN
VORBILD GEHIRN
DIE ATOME DES DENKENS
KARLHEINZ MEIER

24



WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN
WAHR SCHEIN LICH
PROGNOSEN AUF DEM PRÜFSTAND
FABIAN KRÜGER

32

KAPITEL

WIR KÖNNEN UNS

IMMER

IRREN

WIR KÖNNEN UNS IMMER IRREN

ÜBER FAKTEN UND GEFÜHLTE WAHRHEITEN

IM GESPRÄCH MIT KARIN SCHUMACHER & REIMUT ZOHLNHÖFER

„Die Welt urteilt nach dem Scheine“ – lässt Johann Wolfgang von Goethe seinen Clavigo im gleichnamigen Trauerspiel sagen. Eben nicht nach dem äußeren Schein zu urteilen, den Dingen auf den Grund zu gehen und ihr wahres Sein zu erkennen, kann man als Aufgabe der Wissenschaft beschreiben. Doch lassen sich Sein und Schein tatsächlich immer klar voneinander trennen? Welche Rolle spielt der Irrtum im Forschungsprozess? Wie gehen wir damit um, dass zunehmend „gefühlte Wahrheiten“ an Glaubwürdigkeit gewinnen, wissenschaftliche Fakten dagegen dreist geleugnet werden? Und ist der Wissenschaftsbetrieb selbst nicht zuweilen in Gefahr, dem schönen Schein zu viel Bedeutung beizumessen oder sich von ihm blenden zu lassen? Über ihre Erfahrungen und Einschätzungen sprechen die Zellbiologin Karin Schumacher und der Politikwissenschaftler Reimut Zohlhörer.

W

Welche Rolle spielt Ihrer Meinung nach im Wissenschaftsbereich der „schöne Schein“, also die Gabe, sich gut verkaufen zu können?

Prof. Schumacher: Es geht um den Gegensatz „confidence versus competence“, denn ganz häufig ziehen Kollegen, die weniger selbstbewusst auftreten, nicht die Aufmerksamkeit auf sich, die ihnen zusteht – während sich andere in den Mittelpunkt drängen. Wir müssen dafür sorgen, dass vorrangig die Kompetenz zählt – sonst bleibt die Frage, was aus dem Genie wird, das nicht gut kommunizieren kann.

Prof. Zohlhörer: Ein gutes Beispiel sind Drittmittel, weil man da zunächst einmal viel schönen Schein erzeugen muss, um an das für die Forschung erforderliche Geld zu gelangen. Auch wenn man bei jedem Aufsatz erst einmal erklären muss, welche großartigen neuen Erkenntnisse man präsentiert, die niemand sonst jemals vorher hatte, ist das schon problematisch. Klappern ist leider ein wichtiger Teil unseres Handwerks. Natürlich entwickeln sich parallel dazu aber auch die Mechanismen der Qualitätssicherung weiter, die dazu da sind, dieses Problem einzugrenzen.

Stichwort Qualitätssicherung: Problematisch wird es in der Wissenschaft insbesondere dann, wenn etwas Falsches als richtig verkauft wird. Ist Ihnen Betrug in der Wissenschaft persönlich schon begegnet? Und wie gehen Sie mit dem Thema um, gerade auch in der Nachwuchsförderung?

Prof. Schumacher: Nicht in meinem engeren Umkreis, aber als Editorin eines Journals erlebe ich regelmäßig solche Fälle, sodass wir uns in den vergangenen zehn Jahren zunehmend Maßnahmen überlegen mussten, wie wir derartige Praktiken unter Kontrolle bekommen. Interessanterweise geht es ganz häufig um Bildmanipulation, womit wir bei der Macht der Bilder wären. Derartige Fälschungen sind wirklich erschreckend weitverbreitet, sodass inzwischen jedes Journal mit einer Software Abbildungen auf Manipulationen untersucht. Das gab es nicht in der Zeit, in der ich wissenschaftlich ausgebildet wurde, und ich hatte auch nicht die Vorstellung von einer solchen Entwicklung – aber Wissenschaftler stehen eben unter einem enormen Publikationsdruck. Bei jungen Menschen Vertrauen zu bilden und ihnen zu vermitteln, dass Wissenschaft eben doch hohen Ansprüchen gerecht wird, dass es darum geht, etwas Wahres und Beständiges zu schaffen, und dass bestimmte

„Bei Drittmitteln muss man zunächst einmal viel schönen Schein erzeugen, um an das für die Forschung erforderliche Geld zu gelangen. Klappern ist leider ein wichtiger Teil unseres Handwerks.“



Reimut Zohnhöfer

Praktiken absolut unzulässig sind, das ist eine Aufgabe, die zunehmend wichtiger wird.

Prof. Zohnhöfer: Ich höre natürlich von Fällen, in denen Zeitschriftenaufsätze zurückgezogen werden, das passiert aber eher selten. Gerade mit dem Nachwuchs, den Doktoranden und Postdocs, finde ich es wichtig zu besprechen, dass bei Forschungsarbeiten auch gelegentlich keine Ergebnisse erzielt werden können – und wie man damit umgeht. Denn wenn man methodisch sauber und nachvollziehbar arbeitet und dabei herauskommt, dass eine Hypothese sich nicht bewahrheitet, dann ist dieses Ergebnis genauso wichtig und genauso gut zu bewerten, wie wenn neue positive Erkenntnisse geschaffen werden. Es kann niemals darum gehen, das Ergebnis so lange zu trimmen, bis das Erwünschte erscheint.

Plagiate in der Wissenschaft traten durch prominente Fälle von Politikern in das öffentliche Bewusstsein. Haben Sie das Gefühl, dass dadurch etwas ausgelöst wurde, oder war wissenschaftliches Fehlverhalten immer schon ein Thema?

Prof. Schumacher: Die Ombudspersonen in meinem Wissenschaftsgebiet waren schon früher mit solchen Fällen

befasst, aber sicher ist eine höhere öffentliche Aufmerksamkeit entstanden und der Druck ist größer geworden. Ein ganz wichtiges Dokument, das wir mit allen unseren Mitarbeitern besprechen, sind die Leitlinien zur guten wissenschaftlichen Praxis. Bei uns liegt der Schwerpunkt allerdings nicht auf Text-Plagiaten, es geht vorrangig um Daten – das können Bilder oder Zahlenreihen sein, die man manipulieren kann.

Prof. Zohlnhöfer: Ich glaube schon, dass diese öffentlich wahrgenommenen Fälle noch mal einen Push gegeben haben. Früher hat man auch bereits in den Einführungsveranstaltungen wissenschaftliches Fehlverhalten thematisiert, aber die Bedeutung, die das Thema hat, und auch das Gehör, das man findet, sind größer geworden. Die genauere Beobachtung dessen, was man in der Forschung eigentlich tut, hat zugenommen. Schlimm finde ich, dass mit den Plagiatsfällen natürlich auch Vertrauen in die Wissenschaft schwindet.

Der Wissenschaft haftet zuweilen immer noch das Bild eines Elfenbeinturms an. Ist das Sein oder inzwischen falscher Schein?

Prof. Zohlnhöfer: In den Sozialwissenschaften bekommen wir beispielsweise vor Bundestagswahlen sehr viele Anfragen von Journalisten, insofern habe ich den Eindruck, dass die Medienvertreter uns Wissenschaftler durchaus als Ressource ansehen, die sie anzapfen können, was gegen das Bild vom Elfenbeinturm spricht. Andererseits stellen sie aber oft Fragen, die wir so gar nicht seriös beantworten können – was die Journalisten wiederum unbefriedigend finden, während wir umgekehrt das Gefühl haben, wir machen spannende Forschung und können viele interessante, langfristige Zusammenhänge erklären, aber die Journalisten wollen nur wissen, wie die nächste Bundestagswahl ausgeht. Ich glaube, das Problem ist weniger die Nahbarkeit, sondern eher, dass manche sozialwissenschaftliche Forschung – etwa zur politischen Theorie – relativ weit vom Tagesgeschäft der Medien entfernt ist. Anders sieht das natürlich bei der Wahlforschung oder der vergleichenden Betrachtung von politischen Regimen aus.

Prof. Schumacher: In meinem Bereich fehlt letztlich bei vielem der Bezug zum Alltag, und dann wirkt das schon so, als wären wir sehr weit weg in irgendeinem Elfenbeinturm. Auf der anderen Seite ist es aber auch erschreckend, wenn man sieht, wie es teilweise auf der anderen Seite an grundlegendem Verständnis fehlt. Ein aktuelles Beispiel: Ich war gerade in einem großen Forschungsinstitut, das sich mit Pflanzenzüchtung beschäftigt. Da sagen die Kollegen: Es gibt in der Bevölkerung keine Akzeptanz für Pflanzenzüchtung. Ich dachte bisher, das drehe sich nur um gentechnisch veränderte Organismen – aber tatsächlich gibt es einfach kein breites Wissen darum, dass wir in



Karin Schumacher

„Es geht um den Gegensatz ‚confidence versus competence‘.“

„Oft zeigt sich durch neuere Arbeiten, dass Schlussfolgerungen nicht richtig waren – und dann beide Befunde erst einmal nebeneinander existieren. Studierende und junge Wissenschaftler können damit häufig nur schwer umgehen.“

Karin Schumacher

unserer Ernährung immer schon komplett von Pflanzenzüchtung abhängig waren und es auch heute sind. Wenn in diesem Fall bereits das Verständnis fehlt, wie können wir dann erst die komplexeren Probleme der Bevölkerung vermitteln? Wir müssen lernen, noch besser und auf neuen Wegen angemessen zu kommunizieren.

Ist wissenschaftliche Erkenntnis denn immer wahrhaftig – und welche Rolle spielt dabei der Irrtum?

Prof. Schumacher: Es ist eine ganz wichtige Erfahrung, die wir vermitteln müssen: Dass wir uns immer irren können. Aber dass wir in dem Moment, in dem wir erkennen, dass wir uns geirrt haben, sagen: Jetzt habe ich verstanden, wie wir zu dem Schluss gekommen sind. Der war falsch und damit kann er aus der Welt.

Prof. Zohlnhöfer: Auf diesem Wege kommt die Erkenntnis.

Prof. Schumacher: Genau, aber in meinem Bereich ist es oft so, dass sich durch neuere Arbeiten zeigt, dass Schlussfolgerungen nicht richtig waren – und dann beide Befunde erst einmal nebeneinander existieren. In solchen Fällen müssen wir oft sagen: Wir können im Moment nicht unterscheiden, ob es so oder so ist, sondern es gibt – basierend auf der Datenlage – unterschiedliche Modelle, und wir lassen sie einfach einmal stehen. Das macht es insbesondere für Studierende, Doktoranden und junge Wissenschaftler sehr schwierig einzuordnen, was denn nun welche Relevanz besitzt. Sie können oft nur schwer damit umgehen, dass es widersprüchliche Befunde gibt.

Prof. Zohlnhöfer: Das Frustrierende für Wissenschaftler ist ja, dass es oft gar nicht diesen einen Punkt der Erkenntnis gibt. Es gibt vielmehr verschiedene konkurrierende Ideen, weil bestimmte Zusammenhänge aussehen könnten, und dann sind langwierige Untersuchungen mit vielen Beobachtungen nötig. Und diese stimmen dann auch nicht notwendigerweise überein. Oft spricht dann erst nach einer Zeit die empirische Evidenz eher für eine Seite, sodass man zunehmend zur Auffassung kommt, dass diese These, diese Interpretation, dieses Modell eher zutrifft.

Ein Beispiel für einen so langwierigen Erkenntnisprozess ist die Frage, welche Auswirkungen Globalisierung auf Wirtschafts- und Sozialpolitik hat. Müssen die Menschen dafür kompensiert werden, dass Globalisierung zu mehr Unsicherheit führt – oder müssen die Regierungen die Standards senken, um Unternehmen nicht an andere Länder zu verlieren? Diese beiden Thesen standen und stehen sich immer noch gegenüber. Nun erkennt man, dass sich ein Zusammenhang geändert hat: Bis etwa zu den 1990er-Jahren, als vor allem der Handel und die ausländischen Direktinvestitionen betroffen waren, hat man kompensieren können. Aber seit wir die stark integrierten Kapitalmärkte haben, scheint es stärker in die Richtung zu gehen, dass es einen Druck auf

DEAR READERS OF RUPERTO CAROLA,

in all spheres and dimensions of life, we are faced with the challenge of having to distinguish between reality and appearance, between fact, error and lie. One of science's fundamental tasks is to get to the bottom of things, to sift through an abundance of apparent options in order to separate facts and verified knowledge from untruths and falsehoods. Nevertheless, science must never claim to possess truth – its very nature is to consistently question established beliefs. Even in times of “alternative facts”, science must never replace politics. This would pave the way for a scientocracy and, eventually, the dismantling of science and academic freedom.

Despite the dichotomy between reality and appearance, the latter need not always carry negative connotations – in its most basic sense, it simply means “outward aspect”. The German equivalent “Schein” has an even greater range of definitions, from illusion and deception to visibility, splendour and brilliance. These are a few of the many different facets that our University's researchers explore in this eleventh edition of our research journal, entitled APPEARANCE & REALITY.

I wish all readers of the new edition of RUPERTO CAROLA a stimulating and enlightening reading experience.

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

wirtschaftspolitische Interventionen, also hin zu Liberalisierung gibt. An der Literatur kann man sehr schön sehen, wie zunächst die erste These dominiert hat, dann gab es Studien, die gezeigt haben, dass auch der Druck auf die Regierungen stärker wird. Inzwischen gibt es in der Literatur die Tendenz dahin, dass Globalisierung eher zu einer Liberalisierung bei gleichzeitiger Absenkung der Standards führt.

Für die Wissenschaft spielen Fakten eine wichtige Rolle. Nun erleben wir aber gerade, dass oft „gefühlte Wahrheiten“ für viele Menschen mehr zählen als Fakten, dass Lügen als Wahrheit angesehen und akzeptiert werden. Was bedeutet das für eine Demokratie?

Prof. Zohlnhöfer: In Deutschland denken wir natürlich an das Beispiel der AfD, die mit dem Slogan „Mut zur Wahrheit“ Wahlkampf gemacht hat. Ich denke, der Grund für den Erfolg der AfD ist weniger auf den Umgang oder die Kommunikation von Wahrheiten oder Lügen zurückzuführen, als vielmehr darin zu finden, dass im letzten Bundestag eine Repräsentationslücke bestanden hat. Es gab einen erheblichen Teil Menschen, der mit der auch von der Opposition mitgetragenen Einwanderungspolitik nicht zufrieden war. Die AfD-Wähler eint vor allem, dass sie Protest loswerden wollen, deshalb können AfD-Vertreter mehr oder weniger sagen, was sie wollen, weil viele ihrer Wähler, wie wir auch aus den Nachwahlbefragungen wissen, gar nicht glauben, dass die AfD kompetent wäre, ein Problem effektiv zu adressieren oder gar zu lösen. Insofern geht es bei dieser innerdeutschen Entwicklung bisher nicht vorrangig um die Bedeutung von Fakten. In dieser Hinsicht beunruhigt mich im Augenblick viel mehr, dass der Präsident der Vereinigten Staaten postfaktisch argumentiert oder die Befürworter des Brexit einfach groben Unsinn erzählt haben, den sie am Tag nach dem Referendum direkt zurückgenommen haben. Das ist rational nicht zu erklären und schwer nachzuvollziehen.

Kann es sein, dass es einfach eine zu große Informationsflut gibt, sodass es für viele Menschen schwierig ist, zwischen wahr und unwahr zu unterscheiden?

Prof. Zohlnhöfer: Meines Erachtens liegt die Ursache darin, dass wir auf dem Weg sind, eine einheitliche Öffentlichkeit zu verlieren. Auch früher, also in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, gab es die Teilöffentlichkeiten der verschiedenen Milieus, aber diese wurden dann vom Fernsehen überwölbt. Das hat sich heute komplett geändert. Donald Trump hat das sehr geschickt genutzt, indem er unterschiedliche Gruppen identifiziert und mit einer elaborierten Social-Media-Strategie mit unterschiedlichen Informationen angesprochen hat. Es gibt einfach keine gemeinsame Instanz mehr, die glaubwürdig definieren kann, was wahr ist und was falsch – oder zumindest was grober Unsinn ist. Wenn in der „New York Times“ nachgewiesen wird, dass Donald Trump Unwahrheiten von sich gibt, kommt das bei den Leuten, die ihn gewählt haben, nicht an, da sie diese Zeitung gar nicht wahrnehmen – und wenn sie

sie wahrnehmen würden, würden sie denken, das sei ohnehin liberales Geschwätz. Das sehen wir auch in Deutschland immer häufiger, dass Menschen sich Parallelöffentlichkeiten schaffen und „eigenen Quellen“ mehr glauben als beispielsweise der Polizei. Das ist ein zunehmendes Problem, bei dessen Bewertung und Bearbeitung wir erst am Anfang stehen. Das Sein aus all dem Schein, den vermeintlichen Fakten, herauszuschälen, das wird immer schwieriger.

Wessen Aufgabe könnte das sein, müsste hier die Wissenschaft mehr Verantwortung übernehmen?

Prof. Schumacher: Ich glaube, bereits Schüler müssen den Umgang mit Informationsquellen einüben, sie müssen einzuschätzen lernen, wie sehr sie einer Quelle vertrauen können. Wir als Wissenschaftler haben sicher auch einen Anteil, den wir leisten können, aber wenn das Fundament in den Schulen nicht gelegt ist, wird es schwierig.

Prof. Zohlnhöfer: Ich habe manchmal den Eindruck, dass gerade die öffentlich-rechtlichen Sender, die ja bezüglich der Nachrichten nach wie vor als besonders glaubwürdige Medien gelten, in der Diskussion um die AfD den Auftrag verspüren, zu erziehen – und das ist meiner Meinung nach falsch und löst eher den gegenteiligen Effekt aus. Ich würde gar nicht so viel Angst vor der AfD haben, da ich glaube, dass sie sich selbst entlarven wird – und das geht viel schneller, wenn man sie nicht zum Märtyrer macht. Rechtspopulistische Parteien gibt es in ganz Europa, davon geht die Demokratie nicht unter – aber wenn wir sie dämonisieren, wird es schwieriger, weil sich dann ihre Wähler, die sich in der Politik nicht repräsentiert fühlen, auch in den Medien nicht mehr repräsentiert fühlen. Sie ziehen sich in ihre Facebook-Gruppen zurück, und da wird erst recht ihr geschlossenes Weltbild bestätigt.

Prof. Schumacher: Vielleicht können wir aus der Biologie lernen, dass Vielfalt der Schlüssel zur Lösung von Problemen ist. Wir müssen uns fragen, warum dieser Gedanke für Menschen so schwer zu ertragen ist? Dass wir, biologisch gesehen, bestimmte Ängste aus unserer Entwicklungsgeschichte mit uns herumtragen, das ist nachvollziehbar. Aber da ging es in grauer Vorzeit um konkrete Gefahren, und ich sehe keine urzeitlichen Gefahren bei einem Nachbarn, der einfach nur anders ist als ich. Ich glaube, eine große Rolle spielt der wirtschaftliche Faktor – die Angst, das Wenige, was man hat, auch noch teilen zu müssen.

Prof. Zohlnhöfer: Aus meiner Sicht geht es darum, dass die Menschen in unseren Gesellschaften kulturell beunruhigt sind, weniger ökonomisch – dafür geht es ihnen im Moment auch zu gut. Eines der ersten Länder in Westeuropa, in dem man das Phänomen eines Rechtsrucks sehen konnte, waren die Niederlande: Da war der Rechtspopulist Pim Fortuyn 2002 mit seiner Islamkritik erfolgreich – also zu einer Zeit, in der es dem Land ökonomisch so gut ging wie nie.



PROF. DR. KARIN SCHUMACHER ist seit 2007 Professorin für Entwicklungsbiologie der Pflanzen am Centre for Organismal Studies (COS) der Universität Heidelberg. Sie leitet die Abteilung Zellbiologie und ist stellvertretende geschäftsführende Direktorin des COS. Nach einem Biologiestudium und ihrer Promotion an der Universität Köln forschte sie zunächst am Salk Institute for Biological Studies im kalifornischen La Jolla (USA). 1999 wechselte sie an das Zentrum für Molekularbiologie der Pflanzen an der Universität Tübingen, an der sie sich 2006 habilitierte. Karin Schumacher gehört zu den meistzitierten Wissenschaftlern ihres Fachgebiets weltweit.

Kontakt: karin.schumacher@cos.uni-heidelberg.de

WE CAN ALWAYS BE WRONG

ON FACTS AND PERCEIVED TRUTHS

INTERVIEW WITH KARIN SCHUMACHER & REIMUT ZOHLNHÖFER

One of science’s objectives is to get to the bottom of things and discover their true nature instead of judging by mere appearances. But can we really always tell the difference between appearance and reality? What role do errors – i.e. supposed truths – play in the research process? How do we react to the growing precedence of perceived truth over fact in our “post-truth era”? And are scientists not also sometimes tempted to value appearances too highly or allow themselves to be dazzled by first impressions?

In her work with imaging technology, cell biologist Karin Schumacher constantly faces the risk of reading more into images than is actually there. “We always ask ourselves: How objective is the likeness in this image?” She believes that one always has to question what is imaginary and what is real. A growing problem in Karin Schumacher’s line of work is the frequent use of image manipulation in publications, which she ascribes to the enormous pressure on scientists to “publish or perish”.

For political scientist Reimut Zohlh fer, it is becoming increasingly difficult to filter the truth out of an abundance of alleged facts. “More and more often, we see people creating a parallel public sphere for themselves and believing their ‘own sources’ more than, say, the police. This is a growing problem, and we are just seeing the beginning of it.” When it comes to promoting junior scientists, he believes it is important to stress that successful research does not necessarily mean corroborating hypotheses. On the contrary: disproving a hypothesis can also be a significant achievement and the objective should never be to doctor your results until you get the desired outcome. ●

PROF. DR KARIN SCHUMACHER has held the Chair of Developmental Biology of Plants at Heidelberg University's Centre for Organismal Studies (COS) since 2007. She heads the Cell Biology research group and is Vice Managing Director of the COS. After studying biology and earning her PhD at the University of Cologne, she accepted a research position at the Salk Institute for Biological Studies in La Jolla, California. In 1999, she transferred to the Center for Plant Molecular Biology at the University of Tübingen, where she completed her habilitation in 2006. Karin Schumacher is among the most frequently quoted scientists worldwide in her field.

Contact: karin.schumacher@cos.uni-heidelberg.de

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

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

“Perhaps we can learn from biology that diversity is the key to solving problems.”

Karin Schumacher

“Getting the third-party funding required for research involves a great deal of self-promotion and building up appearances. Unfortunately, window dressing is an important part of our trade.”

Reimut Zohlnhöfer



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

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

„Dass der Präsident der Vereinigten Staaten postfaktisch argumentiert oder die Befürworter des Brexit groben Unsinn erzählt haben, ist rational nicht zu erklären und schwer nachzuvollziehen.“

Reimut Zohlhörer

Frau Schumacher, Sie haben zu Beginn unseres Gesprächs die „Macht der Bilder“ angesprochen. Welche Rolle spielt diese für Sie als Zellbiologin?

Prof. Schumacher: Das Thema „Schein und Sein“ ist in dieser Hinsicht ein ständiger Begleiter meiner Arbeit. Wir arbeiten mit bildgebenden Verfahren, die sich an der Auflösungsgrenze bewegen. Diese Bilder sind teilweise wunderschön – aber unser Gehirn versucht sofort, sie in einen zeitlichen und einen räumlichen Kontext einzubauen. Wir können gar nicht anders, als ein Bild zu vervollständigen, wir wollen immer wissen, was ist drüber, was ist drunter, was ist davor, was ist danach. Und das ist die große Gefahr: Dass wir aus diesem Bild mehr herauslesen, als tatsächlich in ihm steckt. Das Bild ist ein Abbild der Wirklichkeit, und aus ihm lesen wir Daten aus – da stellt sich immer die Frage: Wie objektiv ist das eigentlich, was steckt wirklich in diesem Bild? Das gilt für mikroskopische Bilder ebenso wie für alle anderen Fotografien. Die Objektivität von Fotografie ist ein hoch spannendes Thema.

Prof. Zohlhörer: Ich glaube, grundsätzlich neigt man dazu, Beobachtungen zu einer Geschichte zusammenbauen zu wollen. Wenn wir Politikwissenschaftler politische Prozesse untersuchen, also beispielsweise, wie es zu einer

bestimmten Entscheidung gekommen ist, dann versuchen wir auch, das kohärent darzustellen – und müssen dabei aufpassen, dass wir nicht die Widerhaken übersehen. Es ist beeindruckend, wie schwer es ist, immer wieder zu überprüfen, ob die empirischen Informationen auch wirklich zu der gedachten „Geschichte“ passen – und ich finde es spannend, dass das selbst bei Bildern und Fotografien so ist!

Ist die Wahrnehmung des Bildes das, was aus einem Abbild ein Scheinbild macht?

Prof. Schumacher: Ja, wobei das Bild selbst natürlich auch ein virtuelles Bild sein kann und damit schon nicht mehr wirklich ist. Je nachdem, welches Verfahren ich benutze, ist es nicht mehr ein direktes Bild der Wirklichkeit, sondern es gibt sehr viele Filter und Algorithmen dazwischen. Wir sehen Bilder aber immer als Abbilder, und daher müssen wir immer alle Modelle, die wir aus diesen Bildern ableiten, noch einmal anderweitig überprüfen, um nicht Trugschlüssen aufzusitzen. „Seeing is believing“ – „Sehen bedeutet glauben“ – so lautet der Titel eines naturwissenschaftlichen Symposiums. Ich finde, „Sehen hilft verstehen“ wäre für Naturwissenschaften der bessere Slogan. ●

Das Interview führten Marietta Fuhrmann-Koch & Mirjam Mohr

ZWISCHEN

GOTT
UND

TEUFEL

ZWISCHEN GOTT UND TEUFEL

VOM SINN UND SEIN DES SCHEINS

PHILIPP STOELLGER

Wenn Sichtbarkeit zum höchsten Gut wird und die Kämpfe um öffentliche Aufmerksamkeit und globale Geltung vor allem als Wettbewerb um Sichtbarkeit ausgetragen werden, ist der Schein zum ganz besonderen Wert avanciert. Wie etwas oder jemand erscheint, scheint mittlerweile allein entscheidend zu sein. Religiöse Praktiken erinnern an eine kritische Differenz, möglichst nicht zwischen Welt als Schein und Gott als Sein, sondern in der Welt zwischen Schein und Schein. Denn zum ominösen „Sein“ haben wir nur indirekt Zugang über die Differenzen von Schein und Schein. Wer sich zwischen Gut und Böse, zwischen Gott und Teufel zu orientieren sucht, der muss Schein von Schein unterscheiden lernen.

S

„Schein“ ist ein beunruhigend vieldeutiger Ausdruck, dessen Bedeutung von den Unterscheidungen abhängt, die damit gemacht werden, und den Kontexten, in denen er gebraucht wird. Daher ist es auch komplex und heikel, über „den Schein“ zu schreiben, nicht nur, weil man schreibend bereits im Spiel der Zeichen erscheint, sondern auch weil je nach Vorverständnis die durchaus normativen Erwartungen riskant heterogen sein dürften. Die Chance auf Missverständnisse und heftige Einwände ist daher groß, so groß, dass es fast wieder erfreulich wird, sie zu nutzen. Hermeneutische Exerzitien wie das Folgende mögen dazu dienen, sich nicht vom Dual „Sein und Schein“ den Verstand verhexen zu lassen, sondern zu üben, zwischen Schein und Schein sinnvoll zu unterscheiden.

Zu „unseren“ Denkgewohnheiten gehört ein ontologischer Komparativ: Sein sei besser als Schein, mehr noch, Schein

sei eigentlich nicht Sein, sondern vielmehr Nichts. Daher sind wir immer schon verstrickt in eine ontologische Kompetition, nicht nur Schein, sondern Sein zu suchen. Aber welches Sein? Das Wahre, Eine, Gute, Schöne (wobei das Schöne seit Platons Zeiten unter Verdacht des schlechten Scheins steht)? An diesem Wettstreit sind Religionen seit jeher beteiligt: nicht nur das Eine, Wahre etc., sondern der Eine und Einzige, der einzig Wahre. So eins und einzig, dass er im Vielen nicht mehr erscheinen kann? Erhaben über die Vielheit des Scheins, ohne noch erkenn- oder wahrnehmbar zu sein?

Nur Sein, kein Schein wäre uns „zu hoch“ und allen verborgen: blind. Nur Schein, kein Sein hingegen wäre leer. Mehr Schein als Sein gilt als schlecht, halbseiden und dubios. Nicht der Schein überhaupt, sondern das Missverhältnis von Sein und Schein ist meist das Problem. Auch wenn in Ökonomie und Politik ebenso üblich wie akzeptiert ist, mehr Schein als Sein zu bieten, weiß doch jeder darum und bleibt entsprechend skeptisch. Was aber, wenn Kirchen mehr Schein als Sein bieten, mehr Glanz als Gott? Mehr Wille zur öffentlichen Aufmerksamkeit als gehaltvolle Verkündigung? Oder was, wenn in der Wissenschaft der Glanz der Exzellenz wichtiger wird als die ruhige und besonnene Arbeit? Dann wird das genannte Missverhältnis prekär und lässt fraglich werden, ob man vor allem das Sagen haben will oder wirklich etwas zu sagen hat.

So viel Sein, so viel Schein klingt ausgewogen und angemessen. Eine exzellente Universität soll das nicht nur sein, sondern auch so erscheinen, und nicht nur so erscheinen, sondern es auch sein. Personen, die so erscheinen, wie sie sind, gelten als ehrlich und authentisch (was immer das genau sein mag). Nur lockt hier der irrige Umkehrschluss: So viel Schein, so viel Sein. Als könnten wir dem Schein so vertrauen, dass er den Rückschluss auf entsprechendes Sein zuließe. Mehr Sein als Schein allerdings wäre noch besser als die Kongruenz von Sein und Schein: mit Zurückhaltung beziehungsweise „Understatement“ mehr zu sein, als man erscheint oder erscheinen will. – Diese kleine grammatische Umsicht scheint klar, ist aber noch fern der Arbeit an den Phänomenen und Problemen.

Sein statt Schein?

In Zeiten florierender „Fakes“ findet die alte Unterscheidung von Sein und Schein neue Aufmerksamkeit. Erscheint sie doch so dringend wie nötig, um nicht von allem möglichen Schein geblendet zu werden und blind für die Wirklichkeiten zu werden, in denen wir leben. „Sein statt Schein“ lautet dann der Grundsatz, um dem Spiel des Scheins das Sein entgegenzuhalten im Namen des Wirklichkeitssinns, Pragmatismus und Realismus. Äquivalent zum arg generellen Begriff des „Seins“ kann es auch heißen: Fakten, Wahrheit, Wissenschaft, Wirklichkeit, nicht nur Deutung, Meinung, Simulation oder Manipulation.



PROF. DR. PHILIPP STOELLGER wurde nach einem Studium der evangelischen Theologie und Philosophie mit einer Arbeit zu Hans Blumenbergs Metaphorologie promoviert. Im Jahr 2010 habilitierte er sich mit einer Arbeit zum Thema „Passivität aus Passion. Zur Problemgeschichte einer categoria non grata“. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Christologie und Anthropologie, der Hermeneutik, der Phänomenologie und Religionsphilosophie sowie der Bild- und Medientheorie. 2015 übernahm er den Lehrstuhl für Systematische Theologie: Dogmatik und Religionsphilosophie an der Theologischen Fakultät der Universität Heidelberg. Zuvor hatte er von 2007 bis 2015 den Lehrstuhl für Systematische Theologie und Religionsphilosophie an der Theologischen Fakultät der Universität Rostock inne.

Kontakt: ps@wts.uni-heidelberg.de

Das ist eine alte Geste seitens der Theologie wie Philosophie: res, non verba! oder „Zur Sache!“, Wirklichkeit und Wahrheit, die Idee des Guten, die reine Vernunft oder auch „Gott selbst“, nicht nur Gottesbilder und Konstrukte. Über Sinn und Unsinn dieser Geste entscheidet der Gebrauch, nicht das Wort allein. Denn so gut es klingt, wenn man das Sein aufruft gegen die Blendungen des Scheins – kann auch das eine Blendung sein. Als könnten wir des „Seins selbst“ ansichtig werden, der nackten Wahrheit oder „Gott selbst“. Etwas moderater formuliert hieße das „Fakten, nicht Deutung!“. Aber so zu unterscheiden dualisiert und beansprucht im Namen des Wahren, Einen, Guten, Reinen zu sprechen. Auch das ist Rhetorik, eine hochgetriebene zudem. Als könnte „im Namen des Wahren“ oder „Gottes“ gesprochen endlich Sein statt Schein verkündet werden.

Der Einspruch gegen den Schein ist nur zu verständlich – aber dadurch längst nicht vor Missverständnissen und Scheingefechten gefeit. Die Korrektur eines Problems impliziert keineswegs die Problemlosigkeit der Korrektur. So sinnvoll und nötig die Unterscheidung von Sein und Schein sein kann, ist sie doch unterkomplex. Schein ist nie ohne Sein des Scheins (sei es Wirkung, Macht oder Performanz). Sein seinerseits ist nie ohne Schein, sonst würde es nicht erscheinen. Mag alles nur in, mit und unter dem Schein gegeben sein, ist sicher Schein nicht alles, was ist. Aber Sein muss erscheinen (oder zum Erscheinen gebracht werden), sonst bliebe es unmerklich. „Fakten“ gibt es nur in, mit und unter Deutungen, auch wenn darum Deutungen nicht alles sind, was ist. Diese Komplikation ließe sich unendlich variieren, um zu entfalten, dass eine duale Differenz von Sein versus Schein zu schlicht ist und selber ein rhetorischer Topos, der viel Schein erzeugt, ohne der Differenzkompetenz in Sachen „Schein“ besonders zuträglich zu sein.

Wer gegen den bloßen oder schlechten Schein antritt, hat seinerseits nie das reine Sein vorzuweisen, auch wenn er das behauptet, sondern ist schon mitten drin im Spiel des Scheins. Er will den besseren Schein des möglichst reinen Seins (des Einen, Guten, Wahren, Wirklichen oder gar Gottes) oder kritisch bescheidener des gehaltvollen Scheins. Das ging schon Plato so: Gegen die Sophisten mit ihrer Vorliebe für den Schein, die Rhetorik, den Anschein des Guten und sophistische Täuschungen trat Plato an im Namen des Seins, des Wahren und Guten. Im Konflikt verstrickt musste er das Sein zum Scheinen, das Gute zum Glänzen bringen und das Wahre wahrnehmbar werden lassen. Wer gegen den schlechten Schein antritt, muss guten, besseren und letztlich den besten Schein bieten – selbstredend mit dem Anspruch, es sei der Schein des Wahren, Guten und Einen. Gegen den (vermeintlich) amoralischen Schein der Sophisten musste Plato als der bessere Sophist erscheinen. Und wie die Wirkungsgeschichte zeigt, ist ihm das auch bestens gelungen (um den Preis einer Verkennung des unentrinnbaren Wettstreits um den besseren Schein).

Wer aber allen Schein nur für Schatten an der Höhlenwand hält und alles Begehren auf den Höhlenausgang richtet, um letztlich das reine Licht zu schauen, wird an der Welt wenig Gefallen finden. Es ist eine (nicht nur) platonische Versuchung, alle Wirklichkeit letztlich für Schein zu halten. Ob in der Gnosis oder christlichen Neuplatonismus, teils wohl auch im Islam und Buddhismus gehört Weltverachtung zum guten Ton – leider.

Dagegen kann man halten: Es gibt ein „Menschenrecht auf Schein“, spätestens seit dem Sündenfall ein Recht auf Feigenblätter. Denn Nacktheit ist nicht immer von Vorteil und das nackte Sein oder die nackte Wahrheit selten erträglich. Das Recht auf Schein ist eine Art „Schutzrecht“, um vor fremder Nacktheit ebenso geschützt zu werden, wie die eigene verhüllen zu dürfen. Daraus hat sich nicht nur Kleidung mit allen Moden entwickelt, sondern metonymisch gesprochen alle Kultur. Kultur ist Faltung, Kompikation, Verhüllung bis zur Verkleidung – kultivierter Mummenschanz. Wenn Kultur stets Kultur des Scheins ist, kann aus dem Schutzrecht eine Pflicht werden oder mehr noch eine Selbstverständlichkeit. Selbstredend gehen wir gekleidet durchs Leben, bis ins Grab.

Der heilige Schein

Der Schein als Schutzmantel soll anthropologisches Recht sein. Wenn aber Sichtbarkeit zum höchsten Gut wird und die Kämpfe um öffentliche Aufmerksamkeit und globale Geltung vor allem als Kompetitionen um Sichtbarkeit ausgetragen werden, ist der Schein zum ganz besonderen Wert avanciert. Wie etwas oder jemand erscheint, scheint dann allein entscheidend zu sein.

Beizeiten war es der Heiligenschein, der wenigen Ausgewählten als besondere Auszeichnung verliehen wurde. Der goldene Glanz, um das Haupt des Heiligen gemalt, war die fromme Goldmedaille, verliehen für besondere Transzendenzkompetenz, in Zeiten, da noch um Gottesnähe gewetteifert wurde. Gold als Signatur des Heiligen symbolisiert Transzendenzpräsenz, Gottesgegenwart, verkörpert in der Figur des Heiligen, allen voran Christus selbst. Wer wollte dem nicht nacheifern? Allerdings hatte solch ausgezeichnete Heiligkeit einen hohen Preis: nicht nur ein überaus tugendhaftes und gottergebenes Leben, sondern in der Regel auch den Märtyrertod. Wer wollte das wirklich noch?

Heute ist der Einsatz ebenso bescheidener wie der mögliche Gewinn: Es geht nicht mehr um Gottespräsenz, sondern um Medienpräsenz. Alles tanzt um den heiligen Schein, wenn um Sichtbarkeit gewetteifert wird. Je mehr Schein, desto mehr Sein, scheint die Regel dieser Sichtbarkeitswettbewerbe zu sein. Mehr Öffentlichkeit, mehr Aufmerksamkeit, mehr Bedeutung und mehr Macht hat, wer sichtbarer ist als die anderen. So agieren Firmen mit

ihren Logos und Politiker mit ihrer Kameraphilie, so agieren auch Stars in Hollywood und Möchtegernsternen in Social Media, so agieren mittlerweile selbst Kirchen und deren Oberhäupter, wenn es um „Medienpräsenz“ geht. „Public Theology“ heißt das. Selbst im Alltagsleben von Kirchengemeinden geht es nur zu oft vor allem darum, Sichtbarkeit, Aufmerksamkeit und Anerkennung zu finden für sein Engagement. Sichtbarkeit als hoher, wenn nicht höchster Wert gilt erstaunlicherweise selbst für Wissenschaft und Universität. Kompetenz muss sichtbar gemacht werden, sonst ist sie nichts „wert“, zumindest in Augen von Ratings und Evaluationen. Was nicht sichtbar wird, ist wie nie gewesen. So viel Schein, so viel Sein?

Dass dabei stets ein möglichst guter Schein gewünscht ist, versteht sich von selbst. In den Medien „gut auszusehen“ und „rüberzukommen“ ist daher längst professionalisiert im Geschäft der Öffentlichkeitsarbeit und entsprechender Fachleute. Diese Logik der Sichtbarkeit als Professionalisierung der Sichtbarmachung ist nicht nur schlechter Schein oder unglückliches Bewusstsein. Grundsätzlich ist das nur zu verständlich: Was nicht sichtbar wird, wird nicht wahrnehmbar für andere, zumindest wenn es um zeitlich und räumlich gedehnte Kommunikation geht. Selbst Sprache braucht Schrift, wenn quer durch die Zeiten lesbar werden soll, was einst gedacht und gesagt wurde. Dabei geht es auch nicht nur um äußeren Anschein, sondern Sichtbarmachung gehört zu den wissenschaftlichen Methoden, in aller Ausdifferenzierung. Zellen müssen eingefärbt und unter dem Mikroskop begutachtet werden, um einen Krebsverdacht auszuschließen oder zu erhärten. Subatomare Teilchen müssen sichtbar gemacht werden, ebenso wie weltenferne Sterne, sonst können sie nicht untersucht werden. Was ist, muss sichtbar sein, sonst ist es wie nie gewesen. Was nicht von sich aus sichtbar ist, muss methodisch sichtbar gemacht werden, sonst bleibt es bloße Hypothese. Selbst ein Gott muss sich zeigen, wer würde sonst an ihn glauben?

Wenn allerdings diese Logik steigender Sichtbarkeit eskaliert, droht ein Problem: als wäre nur, was sichtbar ist (für alle Zeiten?); oder als würde die Sichtbarmachung über das Sein entscheiden, der mediale Schein über das Sein der Person oder einer Institution? Ein Symptom dieser Logik ist durchaus konsequent: von vornherein nur auf den Schein zu setzen, als wäre Sichtbarkeit alles, was ist. Dann kann man Fotos fälschen, Daten manipulieren oder Falschmeldungen verbreiten, die zu analogen Zeiten noch „Enten“ genannt wurden. Gilt einerseits ganz zu Recht, was ist, muss wahrnehmbar sein (oder gemacht werden), sonst können wir es nicht erkennen; gilt andererseits völlig zu Unrecht, alles, was wahrnehmbar ist, sei auch (womöglich so, wie es erscheint). Sein braucht Schein, aber der Schein braucht Sein, sonst ist er bloßer Schein. Aber Schein ist vermutlich nie nur „bloßer Schein“. Denn Schein ist wirksam, wirkmächtig, so oder so performant.

Der schöne Schein

Schein braucht Sein, aber es gibt auch Schein, der kein dahinterliegendes Sein hat oder braucht: Der schöne Schein hat sein Sein als Schein. So ist in ästhetischen Zusammenhängen der Schein selbstgenügsam und unverdächtig als Augenschein. Es wäre wenig sinnvoll, hinter dem Anschein eines Werkes noch das „eigentliche Sein“ zu suchen, als wären Kunstwerke oder Performances Abbildungen, die am Abgebildeten zu messen wären. Wer würde im Spiel des Scheins von Theater oder Film nach dem „Sein dahinter“ suchen? Hinter dem Schein ist nur die weiße Leinwand. Die Erscheinungen sind das, worum es geht, anders als Platons Höhlengleichnis allzu generell glauben machen wollte.

Kritisch wird es sc. bei Fälschungen (vergleiche den Beitrag von Henry Keazor auf S. 102 bis 109) oder grundsätzlich, wenn man zwischen Kunst und der Simulation von Kunst unterscheidet (was einigermaßen schwierig wird). Kunst ist wesentlich Schein, ein Erscheinen und Zeigen. Nur zeigt sich an ihr zugleich, dass solch ein Spiel des Scheins mitnichten nichts ist. Schein ist und hat sein eigenes Sein. So lebt die Kunst im und vom Augenschein, der nicht unter Generalverdacht steht, sondern von ästhetischen Praktiken gerade adressiert und kultiviert wird. Wenn allerdings ästhetische Kompetenz in Dienst genommen wird für politische, religiöse oder ökonomische Zwecke, regt sich der Manipulationsverdacht. Man kann grausame Herrscher als liebe Landesväter erscheinen lassen, Folteropfer als Heilige oder Konsumkram als edles Zeug. Dann meldet sich das kritische Bewusstsein, um die Erscheinung vom „Sein“, die Darstellung vom Dargestellten oder die Form vom Inhalt zu unterscheiden.

**„Wenn man das
Sein aufruft gegen
die Blendungen
des Scheins – kann
auch das eine
Blendung sein.“**

Wenn beispielsweise Politik und Medien am Spiel des Scheins solchen Gefallen finden, dass es selbstgenügsam wird, läuft offensichtlich etwas schief. Gleiches gälte für die Wissenschaft: Wenn vor allem die „appearance“ zählt, sind nicht erst Fälschungen falsch, sondern die ganze Grammatik. Dann zählen Bilanzen statt Einsichten, Selbstdarstellungen statt Verstehen und Schlagzeilen statt Gründe. Man könnte das die mediale Versuchung nennen: sich auf ein solches Spiel des Scheins einzulassen, in dem das öffentlichkeitswirksame Design dominiert.

Schlechter Schein und Gottes Glanz

Was vor den Augen aller Welt gut ankommt, muss doch gut sein, oder nicht? In religiösen Kontexten, exemplarisch christlicher Prägung, steht solch ein „weltlicher“ Anschein eher unter Generalverdacht und wird negativ konnotiert. Vor Gottes Augen – coram deo – muss und soll gar nicht öffentlich sichtbar werden, was gut, wahr und gerecht ist. Die „guten Werke“ können im Verborgenen bleiben, weil Gott sie sieht. Sie auch noch öffentlich zu markieren und zu zeigen, würde vielmehr den Verdacht nähren, es ging um Selbstdarstellung. Getrost darauf zu verzichten erlaubt der gnädige Blick Gottes, von dem sich der Glaubende geborgen weiß (auch wenn er allen gilt). Wer ohne diesen „allsehenden gnädigen Blick“ lebt, muss wohl oder übel „vor aller Augen“ gut und gerecht erscheinen – sonst wäre es wie nicht gewesen.

Was eine tröstliche und gnädige Pointe haben kann – auf öffentlichen Schein verzichten zu können –, wird zu unglücklicher Metaphysik, wenn es generalisiert wird. Aller irdische Schein sei leer und eitel, nichts und nichtig. Dann wird die Welt zur Höhle, die man baldmöglichst verlassen sollte.

Allerdings wäre ohne jeden Schein keine Religion zu machen. Das muss selbst ein Gott zugestehen, der sich ans Werk der Schöpfung macht, und erst recht, wenn er „sich zeigt“, religiös gesprochen „offenbart“. So tritt dem schlechten Schein ohne Sein der gute Schein göttlichen Seins gegenüber. Mag man „Sünde“ nennen, was an und für sich „nichts“ ist, nichtig oder „Nichts“, ist die Erscheinung der Sünde Nichtiges und Widriges. Augustin konnte hier erstaunlich leidenschaftlich alle Register von „sex and crime“ ziehen, um den Schein des Nichtigen vor Augen zu führen. Wer Birnen stiehlt aus Lust am Diebstahl oder Spaß am anderen Geschlecht findet, ohne diese Lust Gott zu weihen, zeigt die eigene Gottlosigkeit. Am Rande notiert: „sex and crime“ sind nicht per se übel und Sünde, sondern dienen als Sündenmetaphern: Wie zeigt sich die Gottlosigkeit? Wie erscheint das Nichtige? Auch das Nichts muss erscheinen, sonst wäre es so unscheinbar wie unverständlich. Aber glücklicherweise tritt dem Gottlosen Gott gegenüber – wenn er sich zeigt. Gott muss erscheinen, ins Spiel des Scheins eingehen, sonst bliebe er „supra nos, nihil ad nos“: über uns und nicht uns zugewandt, das

heißt, „abwesend und unverständlich“. Ein Gott, der verstanden oder wenigstens bejaht und anerkannt werden will, kann es nicht lassen zu erscheinen.

Damit kommt bei aller Rhetorik des Seins, des höchsten, göttlichen Seins, eine erhellende Differenz zum Tragen. Wer sich zwischen Gut und Böse zu orientieren sucht, oder zwischen Gott und Teufel, Glaube und Sünde, der muss Schein von Schein unterscheiden lernen: Nicht das nackte Sein allem Schein entgegenhalten (Gott versus Welt, platonisch die Idee des Guten gegen alle Erscheinungen), sondern in der Welt der Erscheinungen muss Schein von Schein unterschieden werden, Schein des Nichtigen und Schein Gottes zum Beispiel. Gnädigerweise ist der Mensch damit nicht ganz allein, sondern kann sich – so die religiöse Regel – auf Gott verlassen. Da er sich zeigt, sind seine Erscheinungen so erhellend wie maßgebend: Schöpfung, Gesetz, Christus und daher Evangelium. Um es phänomenal schlichter zu sagen: Eine barmherzige Geste dem bedürftigen Fremden gegenüber ist, was es scheint – Geistesgegenwart Gottes. In theologischer Dramaturgie formuliert: Dem nichtigen Schein tritt der Glanz Gottes gegenüber im Abglanz namens Glauben. Gottes „doxa“, sein Erscheinen, Sich-zeigen, Offenbaren ist guter, wahrer und schöner Schein. Und der zeigt sich in stets differenter Wiederholung in spektakulär unspektakulären Gesten, Szenen, Worten und Werken. Wer „mehr“ will, nicht nur Phänomene, sondern Gott selbst, nicht nur Zeichen, sondern die „Sache selbst“, verkennt und verbrennt die Wirklichkeiten, in denen wir leben – religiös gesagt: die „gute Schöpfung“, die es zu kultivieren gilt.

Schein und Schein

Um den allzu frommen Schein nicht sich selbst zu überlassen, kann man das auch profaner fassen: Die Unterscheidung von Sein und Schein gründet in der Unterscheidung von Schein und Schein. Denn zum ominösen „Sein“ haben wir nur indirekt Zugang über die Differenzen von Schein und Schein. Lebensweltlich formuliert: Wenn uns jemand freundlich begegnet, verhalten wir uns dementsprechend ebenso freundlich. Solch ein Wechselspiel von Schein und Schein ist, was es scheint: eine freundliche Begegnung. Üblicherweise besteht kein Grund, daran zu zweifeln. Es bedarf erst einer ernsthaften Irritation, um am Sein des Scheins zu zweifeln, und sei es nur eine kleine Unstimmigkeit im Verhalten, eine sonderbare Wendung des Blicks oder kleine Verschiebungen in der Mimik. Dann wüssten wir gern genauer, woran wir sind. Aber um das herauszufinden, bleibt uns nur der Vergleich von Schein und Schein. Denn das „wirkliche Sein“ des Anderen ist uns ebenso unzugänglich wie jedem anderen (und vermutlich auch ihm selbst). Also vergleichen wir den einen Schein mit dem anderen und einem dritten. Die „Stimmigkeit“ der Erscheinung, die Kohärenz seiner Worte und Taten oder Gesten und Mimik erlauben vielleicht und erst mit

**„Das Recht
auf Schein ist
eine Art
,Schutzrecht‘,
um vor fremder
Nacktheit
ebenso
geschützt zu
werden,
wie die eigene
verhüllen
zu dürfen.“**

BETWEEN GOD AND THE DEVIL

ON THE MEANING AND REALITY OF APPEARANCES

PHILIPP STOELLGER

When visibility becomes our greatest asset in the fight for public attention and global fame, appearances acquire an entirely new value. How something or someone appears becomes all-important. In former times, it was the halo or gloriole that was given to a select few as a visible mark of distinction. Crowning the head of saints, this golden glow was a kind of pious gold medal, awarded for special competence in transcendence in times when people still competed for the chance to be close to God. Gold as a sign of the holy symbolises the presence of transcendence, the presence of God, embodies in the shape of the saint primarily Christ Himself. However, such holiness came with a high price: not just an eminently virtuous life devoted to God, but usually also a martyr's death. Today, the stakes are more modest, as is the potential win: We are no longer concerned with God's presence, but with media presence. We revere the glory of appearances. The more appearance, the more reality; that seems to be the rule. But if this logic of increasing visibility escalates, we have a problem: Does something only exist if it is visible? Does a person's or institution's media presence determine their reality?

Aesthetic practices show that appearances have their own reality and follow their own rules. Medial practices may lead to this separate reality becoming an end in itself. Religious practices remind us of a critical difference, preferably not between the world as appearance and God as reality, but in the world between appearance and appearance. We should resist the medial temptation of appearance as an end in itself, just as we should the religious temptation of associating appearance with sin and reality with God. The distinction between reality and appearance is based on the distinction between appearance and appearance. If we want to know "reality", we must therefore learn to distinguish one appearance from the other in a world of appearances. ●

PROF. DR PHILIPP STOELLGER studied Protestant theology and philosophy and obtained his doctorate with a thesis on Hans Blumberg's metaphorology. In 2010, he earned his teaching credentials with a thesis entitled "Passivität aus Passion. Zur Problemgeschichte einer categoria non grata" (Passivity born of passion. The problem history of a categoria non grata). His research focuses on Christology and anthropology, hermeneutics, phenomenology and religious philosophy, as well as image and media theory. In 2015, he accepted the Chair of Systematic Theology: Dogmatics and Religious Philosophy at Heidelberg University's Faculty of Theology. Before that, he was Professor of Systematic Theology and Religious Philosophy at the theological faculty of the University of Rostock from 2007 to 2015.

Contact: ps@wts.uni-heidelberg.de

**“Appearance needs reality,
but there are also
appearances that do not have
or need an underlying
truth: sometimes, appearance
is its own reality.”**

der Zeit, eine Erscheinung im Zusammenhang zu sehen. Schärfer gesagt: die Unterscheidung von Schein und Sein ist eine abhängige Funktion der Unterscheidung von Schein und Schein. Deswegen bedarf es einer „Schein-kompetenz“: der Unterscheidungs- und Urteilsfähigkeit im Blick auf feine Unterschiede des Scheins.

Dazu hilft keine Dualisierung, weder von Sein und Schein noch von Sünden- und Gottesschein. Ästhetische Praktiken zeigen, wie der Schein Eigensein und Eigensinn hat. Mediale Praktiken können dazu führen, dass dieses Eigensein selbstgenügsam wird und letztlich sinnfrei, wenn auch nicht zwecklos. Religiöse Praktiken erinnern an eine kritische Differenz, möglichst nicht zwischen Welt als Schein und Gott als Sein, sondern in der Welt zwischen Schein und Schein. Hermeneutisch wie phänomenologisch gesehen sollte man der medialen Versuchung selbstgenügsamen Scheins ebenso widerstehen wie einer religiösen Versuchung, Schein und Schein erneut zu dualisieren.

Mit dem anthropologischen Recht auf Schein kommt eine Verantwortung ins Spiel des Scheins: wissenschaftlich eine epistemische Verantwortung, religiös eine Verantwortung Gott gegenüber, die lebensweltlich konkret wird dem Nächsten gegenüber. Es gilt, das Recht auf Schein (auf kulturelle Ein- und Ausfaltungen) so zu gebrauchen, dass der Schein nicht selbstgenügsam wird, ohne darum den Schein unter Generalverdacht zu stellen.

Es gälte so gesehen, eine Balance zu suchen zwischen Verschleierung und Transparenz. Der Schein kann dazu dienen, sich möglichst zu verhüllen und letztlich zu entziehen hinter allem schönen Glanz. Der Schein kann aber auch als Medium indirekter Zugänglichkeit kultiviert werden: nicht als Medium direkten Zugriffs auf das nackte Sein (das eigene wie das fremde), sondern als Medium indirekter Kommunikation. So verstanden teilte der Schein die Paradoxie des Medialen: dazwischen zu treten und dadurch erst Zugang zum einen wie zum anderen zu gewähren. So jedenfalls könnte man Gottes Offenbarungsmedien als Reflexion auf Sinn und Sein des Scheins verstehen.

Was schon der seltsame Schein des brennenden Dornbuschs vor Augen führte, ist die Paradoxie des Scheins: nicht nichts zu sein, aber auch nicht das Sein selbst – und doch genug, um zu kommunizieren. Wer mehr will – reines Sein, Gott selbst, die nackte Wahrheit – läuft Gefahr, die Phänomene zu verbrennen. Der Dornbusch jedenfalls ist nicht verbrannt. Gott scheint in aller Präsenz den Phänomenen gnädig zu sein. ●

**„In der Welt der
Erscheinungen muss
Schein von Schein
unterschieden werden,
Schein des Nichtigen
und Schein
Gottes zum Beispiel.“**

VORBILD

GEHIRN

VORBILD GEHIRN

DIE ATOME DES DENKENS

KARLHEINZ MEIER

Neben dem Universum ist das Gehirn fraglos die größte Herausforderung für die Wissenschaft. Und wie beim Universum besteht die Aufgabe der Forscher auch beim Gehirn darin, das große äußere Erscheinungsbild mit der kleinen inneren Struktur zu verknüpfen. Doch was ist im Falle des Gehirns „das Kleine“? Offensichtlich ist es nicht möglich, ein Gehirn unter Zuhilfenahme eines Computers aus Quarks, Nukleonen, Atomen oder Molekülen zusammenzubasteln. Aber vielleicht lassen sich aus einzelnen Konstituenten neuromorphe Systeme zusammenfügen – Systeme, welche die Gestalt des Nervensystems nachbilden und ähnlich wie das menschliche Gehirn funktionieren. Eine Heidelberger Forschungsgruppe hat ein neuromorphes System entwickelt, das seinem biologischen Vorbild bereits recht nahekommt.

Schein und Sein

**Mein Kind, es sind allhier die Dinge,
Gleichwohl, ob große, ob geringe,
Im Wesentlichen so verpackt,
Dass man sie nicht wie Nüsse knackt.**

Wilhelm Busch

A

Auch für uns Wissenschaftler hält Wilhelm Busch eine Weisheit bereit: Dinge verbergen ihre wahre Natur, sie kann nicht einfach durch einen Nussknacker zutage befördert werden. Den Dingen auf den Grund zu gehen, also vom äußeren Schein zu den inneren Zusammenhängen zu gelangen, stellt sich als mühsam dar. Wissenschaftler jedweder Disziplin werden dies bestätigen.

Die physikalische Wissenschaft verfolgt zwei entgegengesetzte Wege, um dem Zusammenhang zwischen dem äußeren Schein und dem inneren Sein der Dinge auf die Spur zu kommen. Der „Nussknacker“ des Wilhelm Busch ist einer davon: Es ist der Weg der Auflösung oder der Analyse. Wer Dinge in ihre Bestandteile zerlegt, findet häufig Konstituenten von universellem Charakter. Rosen beispielsweise gibt es in vielen Formen und Farben – die in ihnen analytisch nachweisbaren Kohlenstoffatome sind alle gleich. Umgekehrt verläuft der Weg der Verknüpfung oder Synthese. Können wir eine Rose aus Atomen zusammensetzen? Das ist offensichtlich problematisch. Es gibt nicht nur sehr viele verschiedene Rosen, es gibt auch noch Nelken, Diamanten oder Mäuse, die aus den gleichen Konstituenten bestehen. Aus Einfachheit entsteht komplexe Vielfalt. Dieses Prinzip erfährt jedes Kind, wenn es aus nur wenigen Typen einfacher Legosteine ganze Welten gestaltet. Selbst beim Vorhandensein einschränkender Regeln ist die Anzahl der Möglichkeiten überwältigend.

Grundlegend zu verstehen, wie komplexe Strukturen aus mikroskopischen Konstituenten entstehen, ist ein aktuelles

Forschungsgebiet der Physik. Die größte Herausforderung für die Wissenschaft ist neben dem Universum das Gehirn. Wie beim Universum besteht die Aufgabe der Forschung darin, das Große mit dem Kleinen zu verknüpfen. Aber was ist im Falle des Gehirns „das Kleine“? Die mikroskopische Struktur aller Materie ist uns wohlbekannt. Können wir etwa ein Gehirn aus Quarks, Nukleonen, Atomen oder Molekülen unter Zuhilfenahme von Computern synthetisieren? Dies wird uns, davon bin ich fest überzeugt, auf absehbare Zeit nicht gelingen. So sinnlos die eben formulierte Herausforderung auch sein mag – sie führt uns auf eine wichtige Fahrt. Auf welchen Skalen wollen wir das komplexe Gehirn denn eigentlich betrachten und vielleicht sogar verstehen?

Skalen als Schlüssel zum Verständnis?

Eine Skala beschreibt die räumliche Ausdehnung der Konstituenten, also gewissermaßen die Größe der Legosteine. Die Wahl der Skala wird sicherlich von den Erwartungen abhängen, die wir an unsere Forschungen stellen. Wenn wir die Wirkung von Arzneimitteln verstehen möchten, werden wir um die molekulare Skala nicht herumkommen. Mich persönlich interessiert jedoch eine andere Frage: Wie geht das Gehirn mit Information um? Wie lernt es? Wie kann es Vorhersagen machen? Und schließlich: Wie kann man die gewonnenen Erkenntnisse verwenden, um neuartige Computer zu bauen, die Information ähnlich wie das Gehirn verarbeiten? Hierzu ist eine aufwendige molekulare Beschreibung möglicherweise gar nicht erforderlich. Dies ist zwar nur eine Vermutung, aber der Ansatzpunkt für die Forschung unserer Heidelberger Gruppe.

Was sind also die „Atome des Denkens“? Viele Wissenschaftler halten die Neurone, also spezielle Zellen des Hirngewebes, für die Konstituenten, mit denen zumindest einige Aspekte der Informationsverarbeitung im Gehirn beschrieben werden können. Neurone besitzen neben einem Zellkörper, dem Soma, baumartige Erweiterungen, die Dendriten und Axone, über die sie sich mit anderen Zellen zu einem Netzwerk verknüpfen. Besonders wichtig sind dabei die Kontakte zwischen den Zellen. In diesen Synapsen finden komplizierte biochemische Prozesse statt,

die den Transfer der elektrischen Aktivität von einer vorgeschalteten (präsynaptischen) Zelle zu ihrer nachgeschalteten (postsynaptischen) Nachbarin vollziehen.

Dieses vereinfachte Bild eines „neuronalen Netzwerks“ lässt sich in ein überaus erfolgreiches mathematisches Modell umwandeln, das „Perzeptron“. Die von den Dendriten integrierte Information aus dem Netzwerk wird als mathematische Summe formuliert, die synaptischen Kontakte sind Multiplikationen und das auslaufende Axon sendet als Resultat der Additionen und Multiplikation eine nicht-lineare Antwort des Neurons in das Netzwerk. Führt man diese Operationen in einem vielschichtigen Netzwerk durch, erhält man ein ANN, eines jener „artificialen neuronalen Netze“. Sie bilden heute eine wichtige konzeptionelle Basis der AI, der „artificialen Intelligenz“. Für konkrete Anwendungen in der Datenanalyse müssen die synaptischen Multiplikationen allerdings noch so eingestellt werden, dass sie das gewünschte Problem lösen. Dazu gibt es eine Reihe sehr gut entwickelter mathematischer Methoden, die unter dem Begriff „Lernen“ zusammengefasst werden. Häufig wird behauptet, ANNs hätten ganz und gar nichts mit dem Gehirn zu tun. Dies halte ich für falsch. Natürlich sind die verwendeten Prinzipien sehr einfach, jedoch ist der synthetisierende Ansatz klar von der Architektur biologischer Netzwerke inspiriert. Seine Pioniere wie der britische Mathematiker Alan Turing oder der ungarisch-amerikanische Mathematiker John von Neumann machten dies bereits in ihren frühen Publikationen sehr deutlich.

Wenn so wenig Gehirn bereits so beeindruckende Resultate liefert, was könnte dann noch mehr Detail bewirken? Welche Aspekte des Gehirns sind für die Prinzipien der Informationsverarbeitung wichtig, welche können wir für diesen Zweck vielleicht ignorieren? Es ist wenig überraschend, dass diese Frage bis heute schlussendlich unbeantwortet ist.

Die vernachlässigte Bedeutung der Zeit

Eine meiner Ansicht nach wesentliche Dimension, die in den traditionellen neuronalen Netzwerken ignoriert wird, ist die Zeit. Zeit spielt in biologischen Netzwerken und damit natürlich auch in unserer Wahrnehmung der Welt eine sehr wichtige Rolle. Wir haben bisher nur über räumliche Skalen gesprochen. Es gibt aber auch Skalen im zeitlichen Sektor. Moleküle zittern extrem schnell, man spricht hier über Femtosekunden, das sind 15 Stellen hinter dem Komma. Ich denke jedoch, dass auch hier die molekulare Skala für ein Verständnis der Informationsverarbeitung nicht so entscheidend ist. Entscheidend ist wohl, was auf der zellulären Ebene geschieht. Neurone kommunizieren nicht über statische Signale, sondern tauschen kurze elektrische Pulse aus, sogenannte Aktionspotentiale oder „Spikes“. Spikes haben eine typische Länge von Millisekunden, also Tausendstelsekunden. Dies hört sich schnell an, ist aber im Vergleich zu den digitalen



PROF. DR. KARLHEINZ MEIER ist seit 1992 Professor für Experimentalphysik an der Universität Heidelberg, an der er gemeinsam mit Siegfried Hunklinger 1999 das Kirchhoff-Institut für Physik gründete. Mehr als 30 Jahre arbeitete er auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik an einer Vielzahl von Experimenten am DESY in Hamburg und am CERN in Genf. Vor rund 15 Jahren wandte er sich einem neuen Arbeitsgebiet zu: Heute erforscht er, wie Prinzipien der Informationsverarbeitung vom Gehirn auf neuartige Computerarchitekturen übertragen werden können. In Rahmen dieser Arbeiten initiierte und leitete er die europäischen Forschungsprojekte FACETS und BrainScaleS. Gemeinsam mit dem Neurowissenschaftler Henry Markram und dem Mediziner Richard Frackowiak initiierte er das Human Brain Project, in dem er seit 2013 als Leiter der Abteilung für Neuromorphes Computing und im Direktorium tätig ist.

Kontakt: meierk@kip.uni-heidelberg.de

Pulsen in einem Computer extrem langsam. Dort reden wir über Gigahertz-Frequenzen, also Pulslängen von Nanosekunden, eine Million Mal schneller als im Gehirn.

Warum ist dann das langsame Gehirn trotzdem in vielerlei Hinsicht so viel besser und manchmal sogar schneller als unsere leistungsfähigsten Computer? Klassische ANNs auf traditionellen Computern benötigen zum Lernen riesige Referenzdatensätze, während ein kleines Kind unter Umständen aus einem einzigen Bild lernt, was ein Dinosaurier ist. Warum ist das so?

Die Antwort verbirgt sich nicht zuletzt hinter den Zeitskalen. Die wohl wichtigste Eigenschaft des Gehirns ist seine Plastizität, also die kontinuierliche Adaption an neue Situationen und Anforderungen. Plastische Prozesse des Lernens und der Entwicklung der Netzwerkarchitektur finden gleichzeitig auf Zeitskalen von Millisekunden bis Jahren statt. Was wir in Jahren kontinuierlich dazulernen, können wir in Millisekunden nutzen. Ich bin der Überzeugung, dass der nächste Schritt in der Entwicklung von Computern nach dem Vorbild des Gehirns eine effiziente technische Umsetzung dieses kontinuierlichen Lernprozesses sein muss.

Aber da gibt es ein Problem. Zwischen Millisekunden und Jahren liegt ein Faktor von 10^{11} , also eine Multiplikation mit 100.000.000.000. Wenn wir nun einen Computer bauen könnten, der genauso schnell wie das Gehirn funktioniert, würden diese Prozesse immer noch genauso lang dauern wie im richtigen Leben – mindestens also Tage, vielleicht gar Monate oder Jahre. Es kommt aber noch viel schlimmer: Computersimulationen von großen neuronalen Netzwerken aus feuernden Neuronen auf unseren besten Hochleistungsrechnern laufen typisch eintausend mal langsamer als das biologische Vorbild. Da werden aus einem biologischen Tag drei Jahre auf dem Computer, und auf die Simulation eines biologischen Jahres müssten wir bis in das nächste Jahrtausend warten.

Nun könnte man sagen, warten wir doch einfach ab, bis die Computer schneller werden. Das hat in den vergangenen 40 bis 50 Jahren immer funktioniert. Die Fertigung von Mikroprozessoren folgte dem legendären „Moore'schen Gesetz“, mit dem nicht nur immer mehr Transistoren auf einem Mikrochip untergebracht wurden. Auch die Rechengeschwindigkeit hat sich auf atemberaubende Weise beschleunigt. Ein tausendfacher Zuwachs sollte da kein Problem sein. In wenigen Jahren produziert die Halbleiterindustrie, was wir brauchen. Leider ist dies nicht der Fall. Das scheinbar immerwährende exponentielle Wachstum der Fähigkeiten von Mikroprozessoren geht seit einigen Jahren in die Sättigung. Der Grund dafür ist, dass einzelne Transistoren bereits heute so klein sind wie einige Hundert Atome und die Fertigung verlässlicher traditioneller

Systeme immer aufwendiger und teurer wird. Die Zeiten des Mooreschen Gesetzes gehen also ihrem Ende entgegen, und viele Forschungsgruppen suchen nach neuen Lösungen für das herannahende Post-Mooresche Zeitalter. Sie fokussieren ihre Arbeit auf neuartige Architekturen zur Informationsverarbeitung, die nicht auf der Verfügbarkeit immer kleinerer und dennoch zuverlässiger Transistoren beruhen.

Allen neuen „More-than-Moore“-Ansätzen gemeinsam ist die Abkehr von der „von-Neumann-Architektur“, die seit den 1950er-Jahren die konzeptionelle Basis für alle Computer vom Großrechner zum Smartphone darstellt. Ein möglicher Ansatz für „More-than-Moore“-Computer sind sogenannte „neuromorphe Systeme“, also Systeme, die der Gestalt (gr. μορφή) des Nervensystems nachgebildet sind. Ein anderer Ansatz sind Quantencomputer.

Neuartige Architekturen der Informationsverarbeitung

Unsere Heidelberger Arbeitsgruppe hat ein Konzept für neuromorphe Systeme entwickelt und realisiert, das sowohl den Konstituenten als auch dem Netzwerk des biologischen Vorbildes besonders nahekommt. Darüber hinaus legt es den Schwerpunkt erstmals auf die verschiedenen Zeitskalen und das damit verbundene Lernen. Es handelt sich um einen neuen Weg vom mikroskopischen Sein zum äußeren Schein, vom Kleinen zum Großen, vom Einfachen zum Komplexen. Die wichtigste Eigenschaft gleich vorweg: Es handelt sich nicht um einen Computer. Ein Computer rechnet, das sagt uns schon seine Etymologie. Unser Heidelberger System ist hingegen ein physikalisches Modell, sozusagen ein Analogon der biologischen Realität unter Verwendung mikroelektronischer Transistoren. Es deshalb als Analogrechner zu bezeichnen, wäre allerdings falsch.

Wie bereits dargestellt, erfolgt die elektrische Kommunikation zwischen Neuronen mit stereotypen Pulsen, den Aktionspotentialen. Dies erinnert ein wenig an digitale Systeme, in denen zwischen „1“ und „0“ oder „an“ und „aus“ unterschieden wird. Es gibt aber einen entscheidenden Unterschied: Im Gegensatz zu Computern ist die Zeit im Gehirn nicht getaktet. Sie fließt kontinuierlich, so wie es die physikalischen Gesetze vorgeben. Woher weiß unser Gehirn dann, wie schnell es laufen soll? Dies ist das Resultat physikalischer Vorgänge auf mikroskopischer Ebene: die Durchlässigkeit von Zellwänden für Ionen, die elektrische Speicherkapazität einer Zelle oder die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektrischer Anregungen im Netzwerk. Die zugrunde liegende Physik bestimmt also die Geschwindigkeit unseres Denkens.

Mit dieser Erkenntnis lässt sich nun eine spannende Überlegung anstellen. Können wir die elektrischen Prozesse der Biologie direkt auf elektronische Schaltungen übertragen, ohne den Umweg über mathematische Formeln zu gehen? Und: Ist nicht die Durchlässigkeit von elektronischen

Transistoren viel größer als die von biologischen Zellwänden? Ist nicht die elektrische Kapazität eines modernen Transistors viel kleiner als die einer Zelle? Alle diese Fragen lassen sich eindeutig mit „Ja“ beantworten. Die Konsequenz: Wir können ein Modell neuronaler Schaltkreise bauen, in dem die entsprechenden physikalischen Prozesse schneller ablaufen als in der Biologie.

Eine weltweit einzigartige Forschungseinrichtung

Unser Heidelberger „BrainScaleS“-System realisiert den gerade beschriebenen Ansatz. Auf einem fingernagelgroßen Siliziumchip befinden sich etwa 500 Neurone und 100.000 Synapsen. Alle charakteristischen Zeitkonstanten des Systems sind 10.000 Mal schneller als in der Biologie. Prozesse des Lernens und der Selbstorganisation laufen also 10.000 Mal schneller ab als im Vorbild des Modellsystems. Aus einem Tag werden zehn Sekunden,

**„Wenn so wenig
Gehirn
bereits so beeindruckende
Resultate liefert,
was könnte
dann noch mehr
Detail
bewirken?“**

BrainScaleS und Human Brain Project

Das neuartige Computersystem BrainScaleS startete im März 2016 am Kirchhoff-Institut für Physik der Universität Heidelberg. Der unter Leitung von Prof. Dr. Karlheinz Meier entstandene neuromorphe Computer wurde im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten Human Brain Project (HBP) aufgebaut, dessen Ziel es ist, Funktionsprinzipien des menschlichen Gehirns nachzubilden und mithilfe fundamental neuer Computerarchitekturen zu simulieren. Neuromorphe Computer übertragen Architekturen und Prinzipien der neuronalen Informationsverarbeitung im Gehirn auf Siliziumchips.

Das BrainScaleS-System ist ein direktes physikalisches Abbild des biologischen Vorbildes, dessen Zellen, Verbindungen und Kommunikation durch analoge und digitale Schaltungen unter Verwendung moderner Mikroelektronik realisiert werden. Es besteht aus 20 Siliziumwafern mit insgesamt vier Millionen Neuronen und einer Milliarde synaptischer Verbindungen. Lern- und Entwicklungsprozesse können mit einem tausendfachen Beschleunigungsfaktor nachgeahmt werden, sodass die Simulation eines Tages auf 100 Sekunden komprimiert wird.

Parallel zum Start des Heidelberger BrainScaleS-Systems wurde an der Universität Manchester (Großbritannien) ein komplementäres System von vergleichbarer Größe mit dem Namen SpiNNaker in Betrieb genommen. Zusammen bilden die beiden Systeme die „Neuromorphic Computing Plattform“ des Human Brain Project. Die europäischen Entwicklungen basieren auf den Projekten FACETS und BrainScaleS, die von 2005 bis 2015 im Rahmen des Programms „Future Emerging Technologies“ (FET) von der Europäischen Kommission gefördert wurden, sowie auf dem britischen Projekt SpiNNaker.

MODELLED ON THE BRAIN

THE ATOMS OF THOUGHT

KARLHEINZ MEIER

The emergence of structure and function from fundamental constituents is a topical field of research in modern physics. The brain and the universe are just two examples of this challenge, albeit very sophisticated ones. Biology tells us that the brain is a network of complex neural cells connected mostly by biochemical synapses. This static picture of the brain as a network is the model for the concept of artificial neural networks (ANNs), a key component of artificial intelligence. The missing variable in this approach is time. Time is a key aspect of all dynamic learning and development processes in the brain. The timescales involved range from milliseconds to years, spanning 11 orders of magnitude. This is a formidable challenge for synthesising approaches on supercomputers: The processes in simulations of large scale spiking neural networks are 1000 times slower than in biological networks. The rapid evolution of computer performance driven by Moore's law is coming to an end; future conventional supercomputers are not likely to enable further progress. Consequently, scientists have begun to investigate novel "More-than-Moore" approaches. Neuromorphic computers are just one example of neural architectures being transferred to electronic chips.

Our Heidelberg group has developed a new approach to neuromorphic computing that approximates biological cell and network properties. Rather than computing the relevant parameters based on mathematical abstraction, we create a direct physical model on a silicon substrate. The most important advantage of this system is its ability to scale down all relevant timescales by a factor of 10,000 – a year of biological development is thereby compressed to a mere 3,000 seconds. The system currently installed on the Heidelberg Science Campus features 20 silicon wafer modules with a total of 4 million neurons and 1 billion synapses. Ongoing experiments focus on all aspects of configuration and learning. Examples include reverse engineered biological circuits such as those found in insects or birds and theoretically driven concepts like stochastic learning and inference. ●

PROF. DR KARLHEINZ MEIER has held the Chair of Experimental Physics at Heidelberg University since 1992; in 1999, he co-founded the University's Kirchhoff Institute for Physics with his colleague Siegfried Hunklinger. For more than 30 years, Prof. Meier worked in particle physics, conducting numerous experiments at DESY in Hamburg and CERN in Geneva. Approximately 15 years ago, he turned to a new field of research: Today, he investigates how the principles of information processing might be transferred from the human brain to new computer architectures. In the context of this work, he initiated and directed the European research projects FACETS and BrainScaleS. He is a member of the Directorate of the Human Brain Project, which he launched in 2013 together with neuroscientist Henry Markram and physician Richard Frackowiak, and heads the project's Department of Neuromorphic Computing.

Contact: meierk@
kip.uni-heidelberg.de

“Can we transfer the electrical processes of biology directly to electronic circuits?”

aus einem Jahr 3.000 Sekunden. Dieser neue Ansatz liefert uns also ein einzigartiges Werkzeug zum Studium und zur Anwendung von Lern- und Entwicklungsprozessen auf vielen unterschiedlichen Zeitskalen.

Allerdings sind 500 Neurone recht wenig verglichen mit den fast 100 Milliarden im menschlichen Gehirn. Lässt sich unser Ansatz skalieren? Können wir sehr viele Chips zu beliebig großen Systemen kombinieren? Im Prinzip ist dies möglich. Im Sinne der bereits eingangs erwähnten Legosteine lassen sich grundsätzlich beliebig große Systeme aufbauen.

Natürlich sieht die Realität nicht ganz so einfach aus. Eine große Herausforderung sind die extremen Anforderungen an die Kommunikation in einem beschleunigten System. Wir haben aus diesem Grunde für unser BrainScaleS-System ein neues technologisches Konzept realisiert, in dem die Integration von mehr als 400 neuromorphen Chips auf einer Siliziumscheibe, einem sogenannten Wafer, durchgeführt wird. Da die Chips auf solchen Wafers produziert werden, sollte dies eigentlich einfach sein. Es hat uns allerdings mehr als zehn Jahre gekostet, diese Technologie gemeinsam mit dem „Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration“ (IZM) in Berlin umzusetzen und insgesamt zwanzig Wafer-Module in einem Container auf dem Hinterhof des Kirchhoff-Instituts für Physik im Heidelberger Neuenheimer Feld zu installieren. Insgesamt stehen den Forschern in diesem System heute vier Millionen elektronische Neurone und eine Milliarde Synapsen zur Verfügung.

Können Mikrochips lernen?

Was kann das BrainScaleS-System? Im Zentrum der derzeitigen Forschungsarbeiten stehen naturgemäß die Konfiguration des Systems und das Lernen. Dabei werden zwei Ansätze verfolgt: neuronale Schaltungen, die auf rekonstruierten biologischen Vorbildern beruhen, und solche, die aus mathematischen, theoretischen Ansätzen entstehen. Konkrete Beispiele unserer Arbeit sind das auf dem Geruchssinn basierende System von Insekten, die Schalllokalisierung bei Eulen oder die experimentelle Realisierung zufallsgesteuerter, stochastischer Lern- und Entscheidungsprozesse. In allen Experimenten spielt das Lernen eine entscheidende Rolle. Es erfolgt zum Teil intern auf den neuromorphen Chips oder wird extern über einen konventionellen Computer gesteuert, der mit dem neuromorphen System eine Hybridarchitektur bildet.

Das Heidelberger BrainScaleS-System ist eine weltweit einzigartige Forschungseinrichtung. Von der Größe vergleichbare, aber konzeptionell grundverschiedene Ansätze werden noch an der Universität Manchester (Großbritannien), der Stanford University (USA) und vom IBM-Forschungslaboratorium in Almaden (USA) verfolgt. Wenn es sich bei diesen Arbeiten auch vorwiegend um Grundlagenforschung handelt, stehen Anwendungen direkt vor

„Können wir die elektrischen Prozesse der Biologie direkt auf elektronische Schaltungen übertragen?“

der Tür. Die Nachfolgenerationen der erwähnten ANNs werden mit Sicherheit viele der biologischen Prinzipien beinhalten und zukünftige AI-Systeme selbstlernend, energieeffizient und kompakt machen, also dem biologischen Vorbild Gehirn viel näher kommen.

Wohin geht der Weg für unsere Heidelberger Gruppe? Mit dem gerade erfolgten Baubeginn für das neue „European Institute for Neuromorphic Computing“ (EINC) auf dem Campus Neuenheimer Feld und einer festen Verankerung unserer Forschung im Europäischen Projekt „Human Brain Project“ (HBP) haben wir sehr konkrete Planungen und erste Prototypen für die nächste Generation des BrainScaleS-Systems. Weiter verbesserte Möglichkeiten des Lernens sowie komplexere Neuronenmodelle wurden bereits gemeinsam mit Neurowissenschaftlern im HBP entwickelt und finden derzeit ihren Eingang in die elektronischen Schaltungen – dazu wird es vielleicht später mehr zu berichten geben. ●

WAHR

SCHNEIN

LICHT

WAHR SCHEIN LICH

PROGNOSEN AUF DEM PRÜFSTAND

FABIAN KRÜGER

Prognosen sollen Aussagen über zukünftige Ereignisse und deren Wahrscheinlichkeit ermöglichen – und das natürlich so treffsicher wie möglich. Doch nicht nur im Kontext ökonomischer Kennzahlen wie Wirtschaftsleistung und Inflation kommt es immer wieder vor, dass Vorhersagen mehr oder weniger deutlich vom tatsächlichen Ergebnis abweichen. Das führt zu einer grundlegenden Frage: Wie kann Prognoseunsicherheit gemessen und kommuniziert werden?

A

Am 7. November 2016, dem Vortag der 58. Präsidentschaftswahl in den USA, waren sich die Beobachter weitgehend einig: Hillary Clinton würde die Wahl gewinnen und ins Weiße Haus einziehen. Die renommierte „New York Times“ bezifferte die Wahrscheinlichkeit für einen Sieg Clintons auf 85 Prozent; die „Huffington Post“ und das „Princeton Election Consortium“ waren sich mit 98 Prozent beziehungsweise mehr als 99 Prozent noch sicherer. Einzig der Journalist und Prognostiker Nate Silver („Die Berechnung der Zukunft“) äußerte sich vorsichtiger: Er schätzte die Wahrscheinlichkeit für einen Clinton-Sieg auf „nur“ 71 Prozent und schrieb noch am 4. November, dass Clintons vermeintlicher Vorsprung auf ihren Rivalen Donald J. Trump möglicherweise das Produkt fehlerhafter Wahlumfragen sein könnte.

Das Wahlergebnis vom 8. November 2016 ist hinlänglich bekannt und wirft – mit der Ausnahme Silvers – kein

sonderlich positives Licht auf die Prognosen. Wie kann es sein, dass verschiedene Teams renommierter Experten zu so unterschiedlichen Wahrscheinlichkeitseinschätzungen kommen? Im konkreten Fall fußte Silvers konservativere Prognose darauf, dass er sich der Fehlbarkeit von Wahlumfragen sehr bewusst war: Er hielt es für möglich, dass die Umfragen deutlich vom tatsächlichen Ergebnis abweichen – und das in mehreren US-Bundesstaaten gleichzeitig. Darüber hinaus führt das Beispiel der US-Wahl 2016, die die generelle Unsicherheit von Prognosen der breiten Allgemeinheit ins Bewusstsein gebracht hat, zu einer grundlegenden Frage: Wie kann Prognoseunsicherheit überhaupt gemessen und kommuniziert werden? Mit dieser Frage beschäftige ich mich seit einigen Jahren – als Wirtschaftsstatistiker allerdings nicht im Bereich der Wahlprognosen, sondern vor allem im Kontext ökonomischer Kennzahlen wie Wirtschaftsleistung und Inflation.

Prognoseunsicherheit stößt in den Wirtschaftswissenschaften – wie auch in vielen anderen Disziplinen – erst seit einigen Jahren auf breiteres Interesse. Zuvor waren sogenannte Punktprognosen die Regel, die in der öffentlichen Berichterstattung auch heute noch dominieren. Unter einer Punktprognose versteht man grob einen „gewöhnlich zu erwartenden“ Wert. So schrieb tagesschau.de am 27. Juni 2017, der Internationale Währungsfonds erwarte für „2017 (...) ein US-Wirtschaftswachstum von 2,1 Prozent“. Doch was bedeutet diese Zahl? Anders als

„Die Herausforderung von Prognosen besteht darin, zukünftige Trends und Tendenzen zu erkennen.“

das oben betrachtete Beispiel, in dem es nur zwei mögliche Ergebnisse gibt (Hillary Clinton gewinnt die Wahl oder sie gewinnt die Wahl nicht) ist die Wachstumsrate der US-Wirtschaft eine Zahl, die im Prinzip sehr viele verschiedene Werte annehmen kann, wie etwa -1,7 Prozent, 0,1 Prozent oder 2,4 Prozent. Gehen die Experten des Internationalen Währungsfonds davon aus, dass aus allen möglichen Werten auf jeden Fall eine Wachstumsrate von 2,1 Prozent eintreten wird? Sicherlich nicht – erfahrene Statistiker, ob aus Politik, Privatwirtschaft oder Wissenschaft, wissen, dass fast alle Prognosen mit einer gehörigen Portion Unsicherheit behaftet sind. Doch diese Unsicherheit systematisch zu messen und zu kommunizieren, ist eine große Herausforderung – sowohl aus praktischer als auch aus wissenschaftlicher Sicht.

Die Kunst, das eigene Nicht-Wissen in eine Zahl zu fassen

Das mathematische Vokabular für die Messung von Prognoseunsicherheit stammt aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Eine Wahrscheinlichkeit drückt aus, was zum Zeitpunkt der Prognose als wahr erscheint. Dieser Schein ist nicht als trügerischer oder falscher Schein zu verstehen. Vielmehr bezeichnet er eine nach bestem Wissen und Gewissen erstellte und in Zahlen ausgedrückte Einschätzung. Eine Wahrscheinlichkeit kann sehr diffus sein: Die Wahrscheinlichkeit, dass eine faire Münze „Kopf“ anzeigt, liegt bei 50 Prozent. Sie kann auch sehr konkret sein: Die Wahrscheinlichkeit, dass bei zehnmalem Münzwurf mindestens einmal „Kopf“ erscheint, liegt bei mehr als 99,9 Prozent. Bei der Messung von Prognoseunsicherheit besteht die Kunst darin, das eigene Nicht-Wissen in eine Zahl (oder je nach mathematischer Spielart in mehrere Zahlen) zu fassen. Dies ist bei ökonomischen oder auch politikwissenschaftlichen Prognosen deutlich schwieriger als im Beispiel des Münzwurfs: Die Wahrscheinlichkeiten für verschiedene Ausgänge sind nicht per Konstruktion vorgegeben, sondern werden geschätzt, wofür eine überwältigende Vielzahl von statistischen Methoden und Datenquellen zur Verfügung steht. Diesen spannenden Vorgang und seine Besonderheiten möchte ich im Folgenden darstellen.

Zunächst ein Beispiel: Abbildung 1 zeigt die Wachstumsrate der europäischen Wirtschaftsleistung von 1996 bis Anfang 2017. Gemessen wird die Wirtschaftsleistung mit dem Bruttoinlandsprodukt, kurz BIP; mit der „europäischen Wirtschaft“ sind hier die 19 Länder gemeint, die den Euro als Währung übernommen haben. Seit der großen Wirtschafts- und Finanzkrise, deren Talsohle in Europa im ersten Quartal 2009 erreicht war, ist die europäische Wirtschaft um durchschnittliche 0,6 Prozent pro Quartal gewachsen; zuletzt erreichte sie im ersten Quartal 2017 eine Wachstumsrate von 1,9 Prozent. Doch wie wird sie sich in Zukunft weiterentwickeln? Anders als in der Physik gibt es keine Naturgesetze, die zur Klärung dieser Frage



PROF. DR. FABIAN KRÜGER ist seit Oktober 2016 als Juniorprofessor für Empirische Volkswirtschaftslehre am Alfred-Weber-Institut für Wirtschaftswissenschaften der Universität Heidelberg tätig. Von 2004 bis 2009 studierte er Volkswirtschaftslehre an der Universität Konstanz, an der er 2013 auch promoviert wurde. Im Anschluss war er bis 2016 als Postdoktorand in Statistik am Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS) tätig. Seine Forschung befasst sich mit theoretischen und praktischen Aspekten ökonomischer Prognosen und wurde in führenden internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht.

beitragen können. Vielmehr ist die Wirtschaftsleistung eine wilde Mischung aus Konsumentenverhalten, politischen Entscheidungen, internationalen Handelsverflechtungen und vielem mehr – kurz: Sie ist ein Ergebnis menschlichen Handelns. Wie und mit welcher Genauigkeit lässt sich eine solche Zeitreihe vorhersagen?

Eine wichtige Quelle zur Erstellung wirtschaftlicher Prognosen sind Expertenumfragen, wie sie zum Beispiel von der Europäischen Zentralbank (EZB) durchgeführt werden. Hier geben jedes Quartal rund 50 Wirtschaftsstatistiker aus der Privatwirtschaft sowie aus Forschungseinrichtungen ihre Einschätzung der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung ab. Während die EZB-Umfrage erst seit Einführung des Euro Anfang 1999 durchgeführt wird, existiert eine ähnliche Umfrage in den USA bereits seit 1968. Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass die Umfrageprognosen im Allgemeinen mindestens gleich präzise waren wie rein statistische Prognosen; auf kurzen Prognosehorizonten (zum Beispiel für die nächste veröffentlichte Wachstumsrate) ergeben sich aber zum Teil deutliche Vorteile zugunsten der Umfragen. Dieser Befund lässt sich dadurch erklären, dass die Umfrageteilnehmer einerseits selbst statistische Modelle verwenden und zudem auf aktuelle Hintergrundinformationen zurückgreifen können, die zum Teil nur schwer in ein formales statistisches Modell einbezogen werden können. Ein weiterer Vorteil von Umfrageprognosen liegt darin, dass die einzelnen Teilnehmer sich zum Teil grundsätzlich voneinander unterscheiden – etwa hinsichtlich der statistischen Modelle und Datenquellen, die sie verwenden. Statistische Auswertungen haben ergeben, dass diese Heterogenität höchst wünschenswert ist: So schneidet eine Kombination aller Prognosen auf lange Sicht meist besser ab als die einzelnen Prognosen. Dieser Effekt – oft als „Weisheit der Vielen“ (englisch „Wisdom of the Crowd“) bezeichnet – wurde in vielen verschiedenen Anwendungsbeispielen quer über die Fachgebiete beobachtet.

Spiegel menschlichen Verhaltens

Trotz der erwähnten Vorteile von Umfrageprognosen sollte deren Informationsgehalt stets kritisch hinterfragt, statistisch ausgewertet und mit anderen Verfahren abgeglichen werden. Während diese Aussage wohl für fast alle Datenquellen gilt, erscheint sie mir in Bezug auf wirtschaftliche Zeitreihen besonders relevant, da deren statistische Eigenschaften sich im Zeitverlauf ändern können. Kennzahlen wie das BIP und die Inflationsrate spiegeln letztlich menschliches Verhalten wider; folgerichtig machen gesellschaftliche und institutionelle Entwicklungen auch vor diesen Kennzahlen nicht halt. So erreichte beispielsweise die deutsche Inflationsrate in den 1970er-Jahren Werte um acht Prozent, während heute Werte von weniger als zwei Prozent die neue Normalität darstellen. Im Rückblick ist man geneigt, solche Entwicklungen als logisch und unvermeidlich

„Kennzahlen wie BIP und Inflationsrate spiegeln letztlich menschliches Verhalten wider; folgerichtig machen gesellschaftliche und institutionelle Entwicklungen auch vor ihnen nicht halt.“



Abbildung 1
Wirtschaftswachstum im Euroraum (reales BIP, in %, 1996–2017)

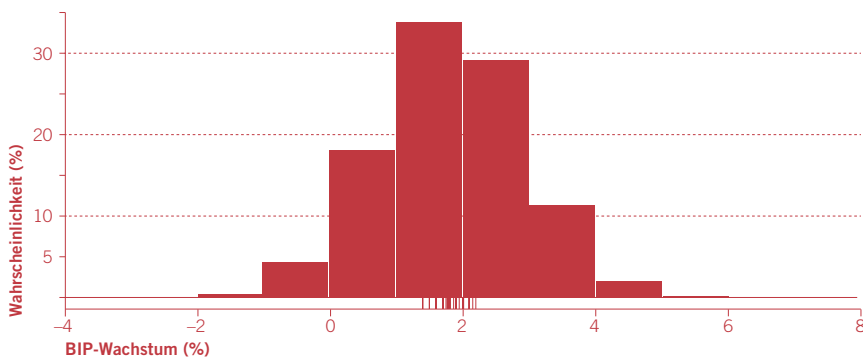


Abbildung 2
Umfragebasierte Prognose für das BIP-Wachstum im ersten Quartal 2018

anzusehen. Die Herausforderung von Prognosen besteht jedoch gerade darin, zukünftige Trends und Tendenzen zu erkennen. Der dänische Philosoph Sören Kierkegaard trifft den Nagel auf den Kopf, wenn er schreibt: „Es ist ganz wahr, was die Philosophie sagt, dass das Leben rückwärts verstanden werden muss. Aber darüber vergisst man den andern Satz, dass vorwärts gelebt werden muss.“ Neben den beschriebenen wirtschaftlichen Transformationsprozessen gibt es auch praktische Gründe, warum sich die Güte von Umfrageprognosen mit der Zeit ändern kann, etwa durch den Ein- und Austritt von Umfrageteilnehmern oder durch technische Änderungen im Format der Umfrage. Zusammengefasst ist die Analyse ökonomischer Expertenbefragungen also ein hochrelevantes Forschungsthema, zu dem am Heidelberger Alfred-Weber-Institut für Wirtschaftswissenschaften intensiv geforscht wird.

In einem aktuellen Forschungsprojekt mit Wirtschaftswissenschaftlern der Lancaster University in Großbritannien gehen wir der Frage nach, wie man die Prognoseunsicherheit in ökonomischen Expertenbefragungen messen kann. Ein Beispiel ist die EZB-Umfrage vom 21. Juli 2017, in der die Teilnehmer das Wirtschaftswachstum im ersten Quartal 2018 prognostizieren sollen. Der letzte Kenntnisstand der Umfrageteilnehmer ist die Wachstumsrate des ersten Quartals 2017 – also genau der letzte Datenpunkt aus Abbildung 1. Die Punktprognosen der 50 Umfrageteilnehmer bewegen sich zwischen 1,4 Prozent und 2,2 Prozent. Doch wie lässt sich aus diesen Zahlen eine Einschätzung der zugrunde liegenden Prognoseunsicherheit gewinnen? Um diese Frage zu beantworten, greifen wir auf mathematisch-statistische Verfahren zurück, die definieren, wodurch sich eine „vernünftige“ Einschätzung der Prognoseunsicherheit auszeichnet. Grob gesagt sollte die angegebene Prognoseunsicherheit so klein wie möglich sein – gleichzeitig aber auch groß genug, um den Schwankungen in den Daten Rechnung zu tragen, die man in der Vergangenheit beobachten konnte. Basierend auf diesem Prinzip haben wir ein einfaches statistisches Modell entwickelt, mit dem sich die Unsicherheit der vorliegenden Punktprognosen messen lässt. Das Modell schätzt aufgrund vergangener Daten, wie stark sich die Punktprognosen von den später tatsächlich beobachteten Werten unterscheiden. Die Einfachheit des Modells ist beabsichtigt: Zu komplizierte Modelle lassen sich oft von rein zufälligen Mustern in den Daten auf eine falsche Fährte locken. Dies wird in der Statistik als „Überanpassung“, englisch „overfitting“, bezeichnet. Abbildung 2 veranschaulicht das Modell anhand der aktuellen EZB-Umfrage. Die Höhe der Balken steht hier für die Wahrscheinlichkeit, dass die BIP-Wachstumsrate in einem bestimmten Bereich landet. So wird die Wahrscheinlichkeit für eine Rate zwischen null Prozent und einem Prozent auf knapp 20 Prozent geschätzt und die Wahrscheinlichkeit für eine Rate zwischen einem Prozent und zwei Prozent auf knapp 35 Prozent.

(UN)CERTAIN

PUTTING FORECASTS TO THE TEST

FABIAN KRÜGER

Economic forecasts are surrounded by considerable uncertainty. While this basic fact has long been recognised, the systematic measurement and communication of forecast uncertainty has only recently entered the centre stage of economic research. Measuring forecast uncertainty requires the forecaster to quantify her or his own ignorance. In terms of methodology, this task requires specialised statistical tools that evaluate how well measures of forecast uncertainty correspond to observed data. Economists have recently applied and refined such tools.

Consider, for example, the euro area's gross domestic product (GDP), which is an important measure of economic activity. In the first quarter of 2009, at the height of the recent financial crisis, the euro area's GDP shrank by 5.7%. Since then, it has grown by an average of 0.6%, with the most recent growth rate being 1.9%. Unlike in other sciences, there are no laws of nature in economics that could provide guidance on the future course of GDP growth. Instead, GDP measures human behaviour as reflected in the economic decisions of consumers, firms, and policy-makers. How – and how precisely – can we forecast the future development of this economic indicator?

In my recent research, I have constructed measures of uncertainty for expert forecasts recorded in specialised surveys, such as are conducted by the European Central Bank (ECB) and other policy institutions. They have been found to perform similar to, or better than, purely statistical forecasting methods. ●

PROF. DR FABIAN KRÜGER has held the Junior Professorship of Empirical Economics at Heidelberg University's Alfred Weber Institute for Economics since October 2016. From 2004 to 2009, he studied macroeconomics at the University of Constance, where he also obtained his PhD. Following his transfer to Heidelberg, he worked as a post-doctoral researcher for statistics at the Heidelberg Institute for Theoretical Studies (HITS) until 2016. Dr Krüger's research focuses on theoretical and practical aspects of economic forecasts; his findings have been published in leading international economic journals.

“The challenge of forecasts lies in recognising future trends and tendencies.”

**„Es ist ganz wahr, was die
Philosophie sagt,
dass das Leben rückwärts
verstanden werden muss.
Aber darüber vergisst man den
andern Satz, dass
vorwärts gelebt werden muss.“**

Sören Kierkegaard

Abbildung 2 zeigt auch die Punktprognosen der einzelnen Umfrageteilnehmer; diese sind als senkrechte rote Striche („Teppich“) am unteren Bildrand zu sehen. Die Spannweite dieser Punktprognosen (1,4 Prozent bis 2,2 Prozent) ist relativ gering, und sollte nicht als Einschätzung von Prognoseunsicherheit missverstanden werden.

Das Grundprinzip, vergangene Prognosefehler zur Abschätzung zukünftiger Prognosefehler zu verwenden, stammt übrigens aus der Meteorologie. Dort gilt es, die Prognosen computerbasierter Wettermodelle mit den später tatsächlich gemessenen Beobachtungen abzugleichen. Das Prinzip kann überall dort angewandt werden, wo es systematische Daten zu vergangenen Prognosen und den dazugehörigen Beobachtungen gibt. Die Schwierigkeit liegt, wie so oft, im Detail: Inwieweit sind vergangene Muster noch aktuell? Wie interagieren verschiedene Formen von Prognoseunsicherheit? Welche theoretischen und praktischen Eigenschaften haben statistische Verfahren zur Messung von Unsicherheit? Diese Fragen definieren – auch im Hinblick auf Digitalisierung und „Big Data“ – eine hochaktuelle und herausfordernde Forschungsagenda. ●



NEUROPSYCHOLOGIE
DIE WELT IM KOPF
VON SPIEGELN, PHANTOMEN UND AVATAREN
HERTA FLOR

42



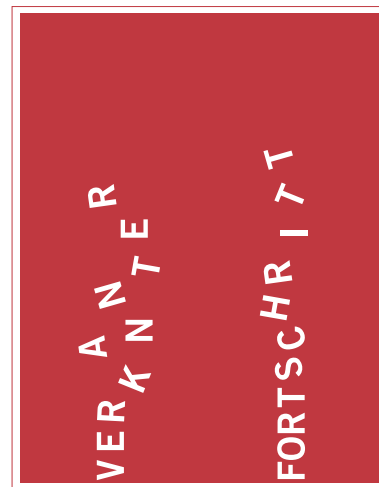
NEUROPHILOSOPHIE
IST DER BAUM GRÜN?
ÜBER DIE REALITÄT DER FARBEN
THOMAS FUCHS

50



JUGENDPSYCHIATRIE
FLUCHT IN DIE SCHEINWELT?
RISIKOVERHALTEN BEI JUGENDLICHEN
FRANZ RESCH & MICHAEL KAESS

60



SPRACHWISSENSCHAFT
VERKANNTER FORTSCHRITT
FEHLER ALS LERNERFOLGE
GIULIO PAGONIS & JULIANE HINNERICHS

68

KAPITEL



DIE WELT IM KOPF

DIE WELT IM KOPF

VON SPIEGELN, PHANTOMEN UND AVATAREN

HERTA FLOR

Beim Phantomschmerz „erinnert“ sich das Gehirn an einen verlorenen Arm oder ein verlorenes Bein und lässt das die Betroffenen schmerzhaft fühlen. Die Verarbeitung von Reizen im Gehirn ist also gestaltbar – ein Umstand, den sich die Psychotherapie zunutze macht. In der virtuellen Welt lässt sich dem Gehirn Normalität vorgaukeln – und es vergisst die Pein.

M

Menschen, die an „Phantomschmerzen“ leiden, empfinden Schmerzen in einem Körperteil, das es nicht mehr gibt. Obwohl sie wissen, dass Arm oder Bein nicht mehr vorhanden sind, wird die Pein als real erlebt. Besonders ausgeprägt ist das Schmerzempfinden dann, wenn die Betroffenen das Phantomglied verzerrt wahrnehmen und einem „Teleskop-Phänomen“ unterliegen: In der Vorstellung der Patienten „wandert“ das nicht mehr vorhandene Körperteil, etwa die Hand, zum noch verbliebenen Stumpf; oft „verschwindet“ die amputierte Gliedmaße im Körper.

Untersuchungen des Gehirns mit bildgebenden Verfahren wie der Magnetresonanztomographie oder Magnetenzephalographie haben gezeigt, dass im Falle des Phantomschmerzes und des Teleskop-Phänomens die Repräsentation – die neuronale Vertretung des Körperteiles – im Gehirn

verändert ist. Die Veränderungen finden sich im sogenannten primären somatosensorischen Kortex, einer Hirnregion, die auch Tastrinde genannt wird, weil sie Schmerz- und Tastreize verarbeitet. Die bildgebenden Untersuchungen ergaben, dass der Phantomschmerz umso stärker ausfällt, je mehr benachbarte Hirnareale mit demjenigen Areal verschmolzen sind, welches das amputierte Glied repräsentiert. Das Schmerzempfinden könnte dadurch zustande kommen, dass die Nachbarareale Nervenimpulse senden und im Amputationsareal Aktivitäten erzeugen; diese Aktivitäten werden von den Hirnzellen als „aus dem amputierten Glied kommend“ interpretiert und als Schmerz empfunden. Beim Teleskop-Phänomen sind gleich mehrere Hirnareale miteinander verschmolzen und tragen zu einer noch ausgeprägteren Schmerzentstehung bei. Im Gehirn von Patienten, die vom Teleskop-Phänomen betroffen sind, ließen die bildgebenden Verfahren folgende Auffälligkeit erkennen: Bittet man Patienten, die nicht mehr vorhandene Hand zu bewegen, so löst

die Phantombewegung im Gehirn eine Aktivität aus – bei denjenigen Patienten aber, in deren Vorstellung die Hand im Schulterstumpf verschwindet, wird die Aktivität nicht in dem Areal des Gehirns sichtbar, das die Hand repräsentiert, sondern in der Hirnrepräsentation der Schulter.

Unser Gehirn verarbeitet also die von ihm wahrgenommene Realität – nicht die physikalische Realität. Wahrnehmungsillusionen belegen das eindrücklich: Stimuliert man bei einem gesunden Menschen einen Punkt der Hand und einen Punkt der Ellenbeuge in einer bestimmten Frequenz, spürt die Versuchsperson nach einiger Zeit eine Berührung in der Mitte zwischen den beiden Punkten – ohne dass dort jemals eine Berührung stattgefunden hätte. Betrachtet man mit bildgebenden Verfahren die Repräsentation der Berührung der Hand und der Ellenbeuge in der Tastrinde des Gehirns, ist zu erkennen, dass nur die Berührung in der Mitte des Unterarmes – also die taktile Illusion – vom Hirn verarbeitet

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 dreitausend psychisch kranke Menschen aller Altersstufen mit modernsten Therapiemethoden stationär und teilstationär behandelt. Ergänzend bieten alle vier Kliniken ein breites Spektrum an ambulanten Behandlungen an. Gleichzeitig ist das Institut ein weltweit anerkanntes Zentrum innovativer Psychiatrieforschung; es ist eng mit der Universität Heidelberg verknüpft und pflegt zahlreiche wissenschaftliche Kooperationen mit nationalen und internationalen Einrichtungen.

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

www.zi-mannheim.de

„Unser Gehirn verarbeitet die von ihm wahrgenommene Realität – nicht die physikalische Realität.“

Chronische Schmerzen besser verstehen

Was passiert, wenn Schmerzen bleiben, nachdem eine Verletzung längst verheilt ist? Dieser Frage geht der Sonderforschungsbereich „Von der Nozizeption zum chronischen Schmerz: Struktur-Funktions-Merkmale neuraler Bahnen und deren Reorganisation“ (SFB 1158) an der Medizinischen Fakultät Heidelberg nach. Die Wissenschaftler untersuchen, wie aus akuten Schmerzen chronische werden und wie sich dieser Übergang verhindern oder umkehren lässt. Im Fokus steht dabei, wie sich Nervenzellen und -bahnen verändern, wenn Schmerzen chronisch werden. Der SFB, der 2015 seine Arbeit aufnahm, wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit 12,1 Millionen Euro gefördert.

In den insgesamt 19 Teilprojekten des Sonderforschungsbereichs arbeiten Wissenschaftler unter anderem aus den Bereichen Neurobiologie, Pharmazie, Neurophysiologie, Paraplegiologie, Molekulare Physiologie und Psychiatrie interdisziplinär zusammen. Sprecherin des SFB ist die Geschäftsführende Direktorin des Pharmakologischen Instituts der Medizinischen Fakultät Heidelberg, Prof. Dr. Rohini Kuner, Prof. Dr. Herta Flor fungiert als stellvertretende Sprecherin. Beteiligt sind neben der Medizinischen Fakultät Heidelberg der Universität Heidelberg das Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim (ZI), das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), das European Molecular Biology Laboratory (EMBL), das Max-Planck-Institut für medizinische Forschung in Heidelberg sowie die Technische Universität München.

www.sfb1158.de

„Bei Verbrennungsschmerzen zeigen virtuelle kalte Umgebungen eine schmerzlindernde Wirkung – auch die Körpertemperatur lässt sich auf diese Weise beeinflussen.“

wird, nicht die tatsächliche physikalische Berührung. Die Verarbeitung des Gehirns ist also veränderbar – ein Umstand, den sich die Psychotherapie zunutze macht.

Therapie in der virtuellen Welt

Schon länger weiß man, dass sich Phantomschmerzen mit einer sogenannten Spiegeltherapie lindern lassen. Dazu wird ein Spiegel so platziert, dass es für den Patienten aussieht, als sei das im Spiegel sichtbare gesunde Körperteil, beispielsweise der Unterschenkel, die amputierte Gliedmaße. Der Patient bewegt die noch vorhandene Extremität und nimmt die Bewegungen im Spiegel als Bewegungen des Phantoms wahr. Auf diese Weise wird die Wahrnehmung erzeugt, dass das amputierte Glied wieder vorhanden und dem Körper zugehörig ist. Die Patienten fühlen daraufhin die Bewegungen des Phantoms und erleben eine Abnahme des Phantomschmerzes.

Die Spiegeltherapie funktioniert jedoch nur bei Patienten ohne Teleskop-Phänomen. Bei Patienten mit einem „Teleskoparm“ beispielsweise bleibt die Spiegeltherapie unwirksam, weil eine Diskrepanz besteht zwischen der dargebotenen optischen Wahrnehmung des kompletten Arms im Spiegel und der verzerrten Wahrnehmung der „in die Schulter integrierten“ Phantomhand. Heutzutage lassen sich Phantombewegungen aber nicht nur mithilfe eines Spiegels, sondern auch in der virtuellen Realität (VR) simulieren, also in einer vom Computer in Echtzeit generierten interaktiven Umgebung. Dazu setzt der Patient eine VR-Brille auf, die die verzerrte Wahrnehmung korrigiert und im Falle der

veränderten Handwahrnehmung die Hand „aus dem Stumpf zieht“. Auch ein Ganzkörper-Avatar – ein in der virtuellen Welt künstlich geschaffener Stellvertreter der echten Person – kann eingesetzt werden, um die Wahrnehmung der Patienten zu normalisieren und Phantomschmerzen zu bekämpfen.

Anwendungen der virtuellen Realität lassen sich auch bei anderen Schmerzproblemen einsetzen, beispielsweise bei chronischen Rückenschmerzen: Der Avatar führt in der virtuellen Realität die normalen Körperbewegungen aus, der Patient ahmt die Bewegungen intuitiv nach, verlernt auf diese Weise Schonhaltungen, die den Schmerz verstärkt haben, und kann den Schmerz dadurch vermindern. Schon das Sehen des „eigenen Rückens“ in der vom Computer geschaffenen Welt kann diesen Effekt haben. Man führt dies zurück auf die schmerzhemmende Wirkung sogenannter multisensorischer Integrationsprozesse. Auch bei Verbrennungsschmerzen haben virtuelle kalte Umgebungen schmerzlindernde Wirkung gezeigt – selbst die Körpertemperatur lässt sich damit beeinflussen.

Die Illusion von Normalität

Das Ziel aller VR-Behandlungen ist es, dem Gehirn „Normalität“ zu signalisieren. Bei längerem Training gelingt es mit der Illusion von Normalität, Veränderungen des Gehirns rückgängig zu machen, die den Schmerz aufrechterhalten oder zur Schmerzentstehung beitragen. Wie wir heute wissen, ist die Intensität des Phantomschmerzes eng mit der veränderten Repräsentation des amputierten Gliedes in der Tastrinde des Gehirns assoziiert, und je mehr

„Mit einem längeren Training in der virtuellen Realität gelingt es, Veränderungen des Gehirns rückgängig zu machen, die zum Aufrechterhalten von Schmerzen beitragen.“

Reize aus der Umgebung der neuronalen Repräsentation des amputierten Gliedes in die Amputationszone einwandern, desto stärker ist der Phantomschmerz: Diese Veränderung der neuronalen Aktivität kann durch das Training in der virtuellen Welt zurückgedrängt werden, wodurch eine normale Körperrepräsentation wieder hergestellt werden kann.

Nicht allein bei chronischen Schmerzzuständen, auch bei psychischen Erkrankungen, etwa bei angst- und stressbedingten Problemen oder bei Persönlichkeitsstörungen wie dem Borderline-Syndrom, können VR-Anwendungen sowohl diagnostisch als auch therapeutisch hilfreich sein. Das lässt sich am Beispiel posttraumatischer Belastungsstörungen zeigen, zu denen es nach schlimmen Erlebnissen kommen kann, etwa nach Terroranschlägen, Naturkatastrophen oder Vergewaltigungen. Bei einer posttraumatischen Belastungsstörung erlebt der Betroffene das erlittene Trauma immer wieder neu, und es besteht eine starke Erregbarkeit durch Reize, die mit dem jeweiligen Trauma verbunden waren. Die individuellen Charakteristika einer posttraumatischen Belastungsstörung lassen sich durch eine Konfrontation mit den Traumainhalten in der virtuellen Realität sehr gut abbilden und diagnostizieren. Ebenso gut kann die virtuelle Umgebung zur Therapie eingesetzt werden.

Störungen des Selbstbildes

Die Borderline-Persönlichkeitsstörung ist unter anderem durch eine Instabilität der Emotionen und Sozialbeziehungen

sowie durch Störungen des Selbstbildes gekennzeichnet. Geraten die Betroffenen in Stress, kommt es häufig zu sogenannten Dissoziationen: Die Patienten nehmen sich selbst als fremd oder als „außerhalb des Körpers“ wahr. Sie haben dann auch ein deutlich vermindertes Schmerzempfinden. Die Dissoziation ist zudem eng verknüpft mit einer veränderten Wahrnehmung des Körpers, die sich mit der „Gummihandillusion“ erfassen lässt: Streicht man mit einem Pinsel gleichzeitig über die echte Hand des Patienten und eine daneben liegende Hand aus Gummi, erleben viele nach kurzer Zeit die Gummihand als ihre eigene, zum Körper gehörende Hand. Je ausgeprägter die Tendenz des Patienten ist, die Gummihand in den Körper zu integrieren, desto stärker ist die Dissoziation und desto plastischer die Körperwahrnehmung. VR-Anwendungen lassen sich therapeutisch nutzen, um beispielsweise mit einem Ganzkörper-Avatar den dissoziierten Körper wieder zu integrieren und die veränderte Körperwahrnehmung dadurch zu normalisieren.

Noch in vielen anderen Bereichen sind VR-Therapien vorstellbar. Sie haben den Vorteil, dass man sie individuell an den Patienten anpassen und flexibel einsetzen kann. Mit der Verbesserung von VR-Anwendungen bei Schmerz befasst sich ein an der Universität Heidelberg angesiedelter Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Von der Nozizeption zum chronischen Schmerz: Struktur-Funktions-Merkmale neuraler Bahnen und deren Reorganisation“. Eine ebenfalls von der Deutschen



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

Kontakt: herta.flor@zi-mannheim.de

THE WORLD IN OUR MIND

OF MIRRORS, PHANTOMS AND AVATARS

HERTA FLOR

The brain processes the perceived, not the physical reality. This circumstance can be used to alter maladaptive perceptions in disorders such as phantom limb pain, where people feel pain in a body part that no longer exists. The sensation of pain is especially acute if the patients' perception of the phantom limb is distorted and subject to a "telescope effect": In their imagination, the missing body part, for example the hand, "moves" to the remaining stump; frequently, the amputated limb "disappears" into the body. In this case, we can use virtual reality (VR) applications to alter perception – for example by creating a moving limb where an arm was amputated – which in turn normalises brain functions that maintain maladaptive plasticity processes.

Virtual reality therapy can also help with other chronic pain syndromes or with borderline personality disorder. It has the advantage of being adaptable to each patient and flexible in its use. Developing improvements to VR applications for pain patients is the focus of the Collaborative Research Centre "From nociception to chronic pain: Structure-function properties of neural pathways and their reorganization" of the German Research Foundation (DFG) at Heidelberg University. Another DFG-funded clinical research group in Heidelberg is investigating the "Mechanisms of Disturbed Emotion Processing in Borderline Personality Disorder". The aim of this research is to better understand emotion regulation in borderline patients. This is another area where VR methods are used to analyse social interaction and changed body perception, enabling researchers to develop new treatments that can free patients from the phantoms and lead them back to reality. ●

**“Our brain processes
the perceived,
not the physical reality“**

PROF. DR HERTA FLOR studied psychology in Würzburg, Tübingen and at Yale University, USA. She joined the Department of Psychology at the Humboldt-Universität zu Berlin in 1993, and in 2000 accepted the Chair of Neuropsychology and Clinical Psychology at Heidelberg University's Medical Faculty Mannheim. She is also a scientific director at the Mannheim Central Institute of Mental Health. Her research interests include psychobiology and the interdisciplinary treatment of mental disorders, as well as learning and brain plasticity.

Contact: herta.flor@zi-mannheim.de

Forschungsgemeinschaft geförderte klinische Forschergruppe beschäftigt sich in Heidelberg mit den „Mechanismen der gestörten Emotionsverarbeitung bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung“. Das Ziel ist, die gestörte Regulation der Emotion bei Borderline-Patienten besser zu verstehen. Auch hierzu werden VR-Methoden eingesetzt, etwa um die sozialen Interaktionen und die veränderte Körperwahrnehmung zu analysieren und daraus neue therapeutische Verfahren abzuleiten, die die Patienten vom Schein befreien und zum Sein zurückführen können. ●

Kommunikation im Gehirn

Die Vorgänge im Gehirn sogenannter Borderliner gehören zu den Fragen, mit denen sich die Klinische Forschergruppe „Mechanismen der gestörten Emotionsverarbeitung bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung“ (KFO 256) am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim (ZI) und an der Medizinischen Fakultät Heidelberg der Universität Heidelberg seit 2012 beschäftigt. Die Forscher wollen die Mechanismen der gestörten Emotionsregulation aufklären, wobei ein besonderer Fokus auf Störungen der sozialen Interaktion bei Menschen mit Borderline-Störung liegt. Diese leiden unter heftigen Gefühlsschwankungen und haben daher oft Schwierigkeiten, stabile Beziehungen aufzubauen.

Eine Besonderheit ist die Anwendung moderner experimenteller Ansätze zur Verbesserung des Krankheitsverständnisses und der Therapie. So lernen etwa Betroffene ihre Gefühle zu regulieren, indem ihnen die Aktivität ihrer gefühlverarbeitenden Zentren im Magnetresonanztomographen (MRT) direkt zurückgemeldet wird. In einem anderen Projekt werden zwei Personen gleichzeitig in zwei MRT untersucht und können währenddessen miteinander kommunizieren – die miteinander verbundenen MRT ermöglichen eine gleichzeitige Erfassung der neuronalen Aktivität. Dieses Hyperscanning ist derzeit in Europa außer am ZI nur an wenigen psychiatrischen Forschungsinstitutionen möglich.

Die KFO 256 steht unter der Leitung von Prof. Dr. Christian Schmahl von der Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin am ZI. Beteiligt sind Wissenschaftler mit klinischer Fachkompetenz für die Borderline-Persönlichkeitsstörung bei Erwachsenen und Jugendlichen sowie Forscher des ZI aus den Bereichen Neuropsychologie, Bildgebung, Genetik und Tierforschung.

www.kfo256.de

„Auch bei psychischen Erkrankungen, etwa bei angst- und stressbedingten Störungen oder beim Borderline-Syndrom, können Anwendungen in der virtuellen Welt sowohl diagnostisch wie therapeutisch hilfreich sein.“

IST
DER
BAUM
GR
Ü
N?

IST DER BAUM GRÜN?

ÜBER DIE REALITÄT DER FARBEN

THOMAS FUCHS

„Ich sehe etwas, was du nicht siehst, und das ist grün!“ Dieser Text aus einem alten Kinderspiel beruht auf der Annahme, dass es eine gemeinsame Wahrnehmung von Farben gibt. Doch können wir die Realität der Welt tatsächlich sehen oder ist sie nur eine Illusion, die unser Gehirn erzeugt? Und wenn wir Farben sehen, teilen wir dann diese Erfahrung mit anderen oder nimmt jeder Einzelne etwas anderes wahr? Diese Fragen beschäftigen die Menschheit schon seit Jahrtausenden – und die Wissenschaft gab und gibt unterschiedliche Antworten darauf.

D

Die Frage, ob die sinnliche Wahrnehmung uns die Realität der Welt vermittelt oder doch eher eine Illusion, geht zurück bis zu den Vorsokratikern. „Farbe gibt es nur der herkömmlichen Meinung nach, und ebenso Süß und Bitter; in Wirklichkeit gibt es nur die Atome und das Leere“ – so bereits Demokrit. Die gleiche Kritik der alltäglichen Wahrnehmung findet sich heute wieder in Neurowissenschaften und Neurophilosophie. So behauptet etwa der amerikanische Neurowissenschaftler David Eagleman:

„... die Welt um Sie herum, mit ihren reichen Farben, Texturen, Klängen und Düften ist eine Illusion, eine Show, die Ihr Gehirn Ihnen vorführt ... Wenn Sie die Realität wahrnehmen könnten, wie sie wirklich ist, wären Sie schockiert von ihrer farb-, geruchs- und geschmacklosen Stille.“

Ähnlich äußert sich der Neurophilosoph Thomas Metzinger:

„Das zarte aprikosenfarbene Rosa der untergehenden Sonne ist keine Eigenschaft des Abendhimmels; es ist eine Eigenschaft des inneren Modells des Abendhimmels (...), das durch unser Gehirn erzeugt wird (...). Es ist alles genau so, wie es uns schon der Physiklehrer in der Schule gesagt hat: Da draußen, vor Ihren Augen, gibt es nur einen Ozean aus elektromagnetischer Strahlung.“

Die sinnliche Erfahrung ist aus dieser neurokonstruktivistischen Sicht nur ein „Phenospace“ (Metzinger), ein

„Zwischen der subjektiven Erfahrung der Welt und ihrer materialistischen Beschreibung klafft eine grundlegende Erklärungslücke.“

Illusionsraum, den das Gehirn für uns mit Farben und Klängen ausstaffiert. Unsere Überzeugung, in einer farbigen Welt zu leben, beruht demnach nur auf einer Täuschung, einem „naiven Realismus“.

Diese Unterminierung der lebensweltlichen Erfahrung folgt der Logik des naturwissenschaftlichen Programms, das sich seit der Neuzeit etabliert hat. Es zielt auf eine Konzeption der Natur, aus der alle qualitativen, nicht messbaren Bestimmungen als bloß subjektive oder anthropomorphe Zutaten eliminiert sind. So teilt der Naturwissenschaftler etwa das Phänomen der Farbe auf in physikalische Wellenbewegungen einerseits und in eine subjektive Empfindung andererseits. Gleiches gilt für Wärme, Klang, Geruch oder Geschmack: Sie sind fortan nur noch subjektive Zutaten zur physikalisch messbaren Realität.

John Locke kanonisierte diese Auffassung im 17. Jahrhundert durch die Unterscheidung der primären und sekundären Eigenschaften: Primär oder „wirklich“ seien nur die quantitativen Kategorien (Volumen, Gestalt, Zahl und Bewegung), sekundär oder nur subjektiv alle qualitativen Eigenschaften der Objekte (Farben, Geruch, Geschmack, Klang oder Wärme). Die tatsächliche Welt wäre demnach ein eher trostloser Ort von Energiefeldern und Materiepartikeln. Der Baum wäre eigentlich nicht grün, seine Blüten dufteten nicht, der Vogel in seinen Zweigen säng nicht melodisch: Das alles wären nur zweckmäßige Scheinwelten, die das Gehirn anstelle nackter materiell-kinematischer Prozesse erzeugt.

Ist unsere Sinneswahrnehmung also tatsächlich nur Schein – oder ist der Baum doch grün? Können wir unserer Farbwahrnehmung doch eine Objektivität zusprechen, und wenn ja, in welcher Weise?

Farben sind nicht reduzierbar

Beginnen wir mit der Feststellung, dass weder die Physik noch die Neurobiologie Farben auf physikalische Vorgänge reduzieren, sie also befriedigend erklären können.

Die Physik hat die Empfindung von Farben aus ihrem Ausschnitt der Welt ausgeschlossen. Was bleibt, sind Reflexionen von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlänge an Grenzflächen – doch das sind keine Farben. Nehmen wir an, eine Versuchsperson auf einer Wiese sähe einen grünen Baum vor sich: Selbst eine umfassende physikalische Untersuchung und Beschreibung all dessen, was dabei außerhalb und innerhalb ihres Körpers geschieht, würde keinerlei Aussage über ihre Farbwahrnehmung zulassen, denn ohne unsere Erfahrung von Farbe hätte die Wissenschaft keinen Grund, ihre Existenz auch nur zu vermuten – ebenso wenig, wie man aus Luftdruckschwankungen das Hören von Tönen oder aus der Struktur von Schwefelwasserstoff seinen fauligen

Geruch vorhersagen könnte. Naturwissenschaftlich lassen sich nur notwendige Voraussetzungen qualitativer Sinneswahrnehmungen angeben, sie selbst sich aber nicht erklären.

Manch einer wird dies vielleicht kopfschüttelnd lesen: Kann man Farben denn nicht physikalisch messen, durch geeignete Mischung von Lichtwellen verschiedener Frequenzen erzeugen oder in chemischen Prozessen gezielt herstellen? Ja und nein, denn was man dabei misst oder erzeugt, ist eben mit den von uns wahrgenommenen Farben nur korreliert – Lichtwellen als solche sind nicht farbig, und auch dem Chemiker dienen Farben, die er sieht, nur als Indikatoren für Elementarprozesse, die sich zwar mit Reaktionsgleichungen darstellen lassen, aber selbst nicht farbig sind. Zweifellos bedarf es der Lichtwellen, die die Netzhaut reizen, damit wir etwas sehen können, oder der Schallwellen, die unser Trommelfell in Schwingung versetzen, damit wir Töne hören. Aber wir sehen keine Lichtwellen und hören keine Schallwellen, sondern Farben und Töne.

Die Tatsache, dass diese messbaren Wellen selbst nicht farbig beziehungsweise laut sind, ist nun freilich auch kein Grund, die Wirklichkeit von Farben und Tönen zu bestreiten, wie dies Neurokonstruktivisten tun. Die Wellen sind eben nur die Übertragungsmedien für unsere Wahrnehmung. Sicher, in der rein physikalisch beschreibbaren Welt gibt es keine Farben, nur ihre Korrelate. Doch schließlich kennen wir eine Fülle von anderen Merkmalen der Wirklichkeit, die ebenfalls durch das recht grobe Raster physikalischer Beschreibungen fallen – etwa die Fruchtbarkeit von Weinreben, die Rangordnung eines Wolfsrudels, die Verfassung der USA oder der deutsche Exportüberschuss im Jahr 2017. Sollte all dies nichts Wirkliches bezeichnen, nur weil die Physik dazu nichts sagen kann?

Nun kann es dem Naturwissenschaftler selbst an sich gleichgültig sein, ob der Baum abgesehen von seiner materiellen Teilchenstruktur und seinen Reflexionseigenschaften auch noch grün ist oder nicht. Die Frage taucht bei seinen Messungen und Theoriebildungen gar nicht mehr auf. Die Bestreitung der Qualitäten resultiert daher nicht aus einer physikalischen Notwendigkeit (und wird meist auch gar nicht von Physikern vertreten). Sie beruht vielmehr auf einem szientistischen Weltbild, das die ursprünglich zum Zweck der Messbarkeit und Vorhersagbarkeit gewählten Ausschnitte der Welt und die daraus abgeleiteten Konstrukte (Teilchen, Kräfte, Felder etc.) zur „eigentlichen“ Realität erklärt. Dann wäre der grüne Baum nur noch ein großer Molekülhaufen, das Lied der Nachtigall in seinen Zweigen eine irreguläre Sequenz von Luftdruckschwankungen und die Freude des Wanderers, der ihr zuhört, ein bestimmtes neuronales Erregungsmuster.

„Beruht unsere Überzeugung, in einer farbigen Welt zu leben, nur auf einer Täuschung?“

Damit sind wir bei der Neurobiologie. Sie soll nun die aus der Natur eliminierten subjektiven Qualitäten auf neuronale Aktivitäten zurückführen: Farben werden zu subjektiven Empfindungen oder Illusionen, die das Gehirn erzeugt. Zwar sind die beteiligten neuronalen Bahnen und Areale heute weitgehend bekannt; dennoch misslingt auch dem Neurobiologen die Reduktion der Farben auf materielle Prozesse. Das zeigt das von Frank Jackson beschriebene Gedankenexperiment von der fiktiven, genialen Neurowissenschaftlerin Mary, die alles nur Denkbare über die Physik und Physiologie der Farbwahrnehmung erforscht und sich angeeignet hat. Leider hat Mary aber von Geburt an in einem schwarz-weißen Labor gelebt und daher selbst niemals Farben gesehen. Doch eines Tages wird sie aus ihrem Gefängnis befreit und erblickt zum ersten Mal in ihrem Leben grüne Bäume. Erfährt sie nun dabei etwas Neues?

Sicherlich, würden wir sagen, denn wie es tatsächlich ist, Grün, Gelb oder Blau zu sehen, unterscheidet sich nun einmal fundamental von all ihrem Wissen um elektromagnetische Wellen und Aktionspotenziale von Nervenzellen. Auch Neurowissenschaftler können daher immer nur gewisse Hirnprozesse als notwendige Bedingungen für das Sehen des grünen Baums feststellen. Damit lässt sich zwar die Farbenblindheit erklären, also der Ausfall der Farbwahrnehmung infolge von Hirnläsionen. Doch alles Wissen von diesen Prozessen kann Marys eigene Grünwahrnehmung weder vorwegnehmen noch hinreichend erklären. Mit anderen Worten: Zwischen der subjektiven Erfahrung der Welt und ihrer materialistischen Beschreibung klafft eine grundlegende Erklärungslücke.



PROF. DR. DR. THOMAS FUCHS habilitierte sich in Psychiatrie und in Philosophie. Seit 1997 ist er als Oberarzt an der Psychiatrischen Universitätsklinik Heidelberg tätig und leitet die Sektion „Phänomenologische Psychopathologie und Psychotherapie“. 2005 wurde er zum Professor für Psychiatrie der Universität Heidelberg ernannt und 2010 auf die Karl-Jaspers-Professur für Philosophische Grundlagen der Psychiatrie und Psychotherapie berufen. Seit 2008 war er wiederholt Fellow des Marsilius-Kollegs der Universität. Darüber hinaus leitet Thomas Fuchs seit 2004 das Referat „Philosophische Grundlagen“ der Deutschen Gesellschaft für Psychiatrie, Psychotherapie und Nervenheilkunde. Für seine wissenschaftlichen Leistungen erhielt er unter anderem 2012 den Egnér-Preis der Dr. Margrit Egnér-Stiftung in Zürich.

Kontakt: thomas.fuchs@med.uni-heidelberg.de

Die Objektivität der Farben

Farben lassen sich also nicht auf physikalische oder neuronale Prozesse reduzieren. Aber was bedeutet dies nun für die Objektivität von Farben in der Welt? Ist der Baum nun tatsächlich grün oder nicht? Ich plädiere für Ersteres und will dies kurz begründen.

Zunächst sind Farben sicher keine inneren Empfindungen wie Schmerz oder Kitzel, sondern sie sind im Raum lokalisierbar und mit anderen Eigenschaften der Dinge wie Ausdehnung, Bewegung und Gestalt untrennbar verknüpft. Ja, ohne Farbunterschiede wären solche Form- und Gestalteeigenschaften für uns gar nicht wahrnehmbar, sodass man die Bezeichnung von Farben als „sekundäre Qualitäten“ durchaus infrage stellen kann.

Mehr noch: Farben geben Aufschluss über Eigenschaften und Qualitäten der Dinge, die für uns bedeutsam sind, und eröffnen damit Orientierungs- und Handlungsmöglichkeiten. Das Grün des Moores im Wald verweist auf seine organische Struktur, auf die Fruchtbarkeit des Waldbodens und seinen Feuchtigkeitsgehalt – anders als etwa gelbes, trockenes Gras. Im Rot der Waldbeeren deutet sich ihre Eignung als Nahrung an, der Glanz des Goldes hebt es als möglichen Schmuck hervor usw. Die atmosphärischen Qualitäten des düsterschwarzen Gewitterhimmels, der grünen Auenlandschaft oder der grellen Mittelmeersonne zeigen, dass Farben für unseren Weltbezug von zentraler Bedeutung sind: Sie vermitteln Stimmungen, Ausdrucks- und Wertqualitäten und damit Lebens- und Handlungsmöglichkeiten. Die Orientierung in einer farblosen Welt wäre nicht nur wesentlich erschwert, wir könnten auch viele für unser Handeln relevante Unterscheidungen gar nicht treffen.

Zur Objektivität der Farben gehört aber auch ihre Intersubjektivität: Farben sind von Menschen gemeinsam erfahrene Qualitäten der Dinge und damit, wenn man von subjektiven Farbnuancierungen absieht, vom jeweiligen Beobachter weitgehend unabhängig gegeben. Wir können uns über die Farbe eines Baumes verständigen, wir lenken die Aufmerksamkeit anderer durch Farbsignale und erzeugen mit Farben gezielt Atmosphären. Wir verbinden mit ihnen gemeinsame kulturelle Traditionen und symbolische Bedeutungen, etwa in der Politik. Farben sind selbstverständlicher Bestandteil unserer gemeinsamen Lebenswelt – nichts hindert uns daher, den Baum weiterhin grün zu nennen.

Die Relationalität der Farben

Die Objektivität der Farben gilt jedoch nicht uneingeschränkt. Sie sind offenbar doch Eigenschaften von anderer Art als etwa die Größe oder die Masse eines Objekts, die sich unabhängig vom Licht messen lassen. Schließlich verschwindet das Grün des Baumes in der Nacht, während seine gemessene Höhe gleich bleibt. Der Baum hat also nur die Disposition, grün zu erscheinen,

und seine Farbe resultiert erst aus der Interaktion zwischen seiner Oberfläche und dem Licht.

Bis zu einem gewissen Grad variabel ist aber auch die subjektiv wahrgenommene Farbe eines Gegenstandes. Zunächst spielen kulturelle Einflüsse eine Rolle für die emotionale Qualität des Farbeindrucks: Weiß ist im abendländischen Kontext die Farbe der Unschuld und Reinheit, in der japanischen Kultur aber die Farbe der Trauer und des Leids. Ebenso prägt die Sprache einer Kultur den Sinn für bestimmte Farbnuancen, indem sie die Farben unterschiedlich zu benennen und damit auch zu sehen erlaubt – manche Sprachen kennen nur drei Grundfarben, andere bis zu zwölf. Aber die Variabilität geht noch weiter: Die gleiche Wellenlänge des reflektierten Lichts kann auch je nach Umgebung und Kontext mit unterschiedlichen Farbwahrnehmungen korreliert sein – die sogenannten Farbillusionen belegen dies nur zu deutlich (Abbildungen 1 bis 3): Es erscheint kaum glaublich, aber ohne ihre Umgebung nehmen die Quadrate beziehungsweise Kreise tatsächlich die gleiche Farbe an (deckt man die größeren Flächen in Abbildung 1 mit Papierstreifen ab, kann man sich davon leicht überzeugen).

Neurokonstruktivistinnen führen solche und andere Illusionen gerne ins Feld, um den Scheincharakter unserer Wahrnehmung zu erweisen, in diesem Fall den der Farben. In Wahrheit verhält es sich jedoch umgekehrt: Die sogenannten Farbillusionen beruhen nämlich auf der Tendenz der Wahrnehmung zur Kontrastverstärkung (Abbildung 1) oder zur Farbkonstanz unter wechselnder Beleuchtung (Abbildungen 2 und 3). Sie sind also gerade

Intersubjektivität der menschlichen Wahrnehmung

In einer Kooperation des Marsilius-Kollegs mit der Forschungsstelle der Evangelischen Studiengemeinschaft (FEST) beschäftigt sich die Forschergruppe „Intersubjektivität der Wahrnehmung“ mit der interdisziplinären Untersuchung der menschlichen Wahrnehmung. Leitende Frage der 2017 etablierten Forschergruppe ist, inwiefern die soziale und kulturelle Konstitution der Wahrnehmung auch ihre alltägliche Geltung und Objektivität begründen kann. Es geht also um eine differenzierte Rehabilitierung der Wahrnehmungsgewissheit gegenüber ihren Kritikern. Beteiligte Disziplinen des zunächst auf drei Jahre angelegten Projekts sind Philosophie, Psychologie, Psychiatrie, Paläoanthropologie und Kulturwissenschaften. Die Leitung liegt bei Priv.-Doz. Dr. Magnus Schlette (FEST, Universität Heidelberg), Prof. Dr. Dr. Thomas Fuchs (Universität Heidelberg) und Priv.-Doz. Dr. Christian Tewes (Universitätsklinikum Heidelberg).



Abbildung 1
Die beiden Quadrate jeweils in der Mitte haben die gleiche Farbe

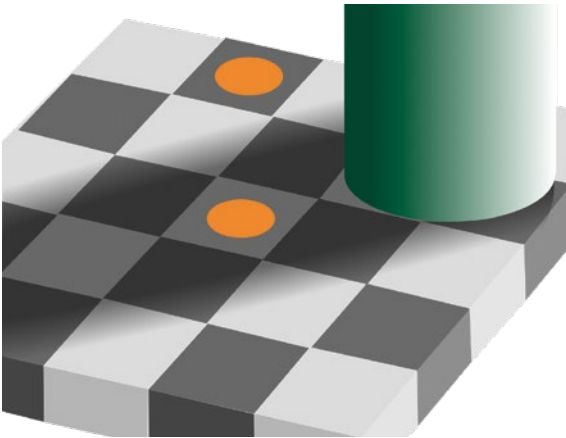


Abbildung 2
Die beiden Kreise haben die gleiche Farbe
© Adrian Pingstone, Original von Edward H. Adelson

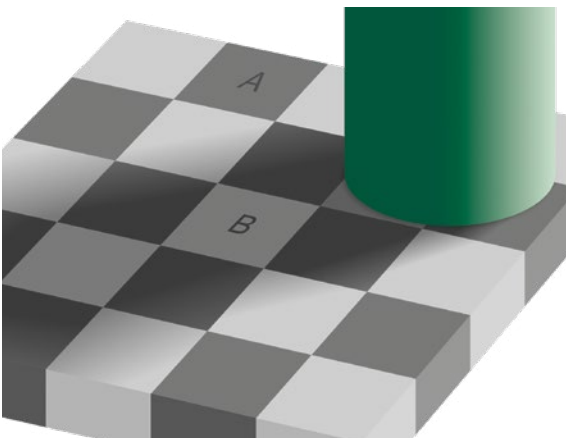


Abbildung 3
Die beiden Quadrate A und B haben das gleiche Grau
© Edward H. Adelson

„Die gleiche Wellenlänge des reflektierten Lichts kann je nach Umgebung und Kontext mit unterschiedlichen Farbwahrnehmungen verbunden sein.“

„Es bedarf einer spezifischen Interaktion von Gegenstand, Licht und wahrnehmendem Organismus, damit Farben in der Welt erscheinen können.“

im Interesse einer differenzierten Erschließung der Umwelt durchaus sinnvoll. Es geht in der Wahrnehmung nämlich gar nicht darum, „1:1-Kopien“ von physikalischen Reizen zu erzeugen, sondern die Dinge der Umwelt in ihrer Bedeutsamkeit für uns zu erkennen. Einzelne, isolierte Farbflecke im Wahrnehmungsfeld (wie die beiden Quadrate oder Kreise für sich genommen) sind dabei weniger bedeutsam als die gesamte Gestalt und Konstellation von Gegenständen, und diese zu erfassen, hervorzuheben und zu profilieren – das ist die Funktion der Wahrnehmung.

Aus diesen Beobachtungen wird nun schließlich erkennbar, dass es einer spezifischen Interaktion von Gegenstand, Licht und wahrnehmendem Organismus bedarf, damit Farben in der Welt erscheinen können. Farben sind weder Eigenschaften der physikalisch und mathematisch abstrahierten Welt, noch gehören sie einer bloß subjektiven Innenwelt an. Sie sind vielmehr – wie alle Sinnesqualitäten – Resultat einer Beziehung zwischen Lebewesen und Umwelt. Bäume haben eine objektive Disposition, die in uns die Wahrnehmung von Grün bewirkt. Allgemein formuliert: Farben sind

Marsilius-Kolleg: Brücken zwischen Disziplinen bauen

Als „Center for Advanced Study“ gehört das Marsilius-Kolleg zu den zentralen Maßnahmen des Zukunftskonzepts, mit dem die Universität Heidelberg in beiden Runden der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder erfolgreich war. Es trägt dazu bei, wissenschaftlich tragfähige Brücken zwischen verschiedensten Fächerkulturen zu schlagen, um auf diese Weise die Idee einer Volluniversität der Zukunft entscheidend zu fördern. Das Marsilius-Kolleg versteht sich als Ort der Begegnung und der Innovation, an dem disziplinenübergreifende Forschungsprojekte realisiert werden.

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 ein forschungsbasiertes Netzwerk zwischen den Lebens- und Naturwissenschaften einerseits und den Sozial-, Rechts-, Geistes- und Kulturwissenschaften andererseits.

www.marsilius-kolleg.uni-heidelberg.de

ARE TREES GREEN?

ON THE REALITY OF COLOURS

THOMAS FUCHS

Does our perception show us the world as it really is or merely an illusion generated by our brain? If we take colours as an example, we might rephrase this question as follows: Are trees really green or are colours just accoutrements of our neuronally generated “mental cinema”? Both physicists and neurobiologists merely define the conditions that are required for colour perception, but they cannot explain this perception itself. Yet we all see and experience colours, which makes them objective – intersubjectively accessible – properties of the objects in our environment.

However, phenomena such as colour illusions demonstrate that the hue perceived in each case depends on the contrast and Gestalt principles of our perception, and hence on the perceiving organism. The answer to our question is therefore: Colours are neither properties of the physical world nor do they belong to a purely subjective inner realm. Like other sensory qualities, they originate in the relationship between an organism and its environment, in the interplay between sensorium and object properties. They are therefore objective relational qualities of objects. ●

PROF. DR DR THOMAS FUCHS is a professor of psychiatry and philosophy. In 1997, he became an attending physician at Heidelberg University Hospital's Department of Psychiatry, where he now heads the Division of Phenomenological Psychopathology and Psychotherapy. He accepted a Chair of Psychiatry at Heidelberg University in 2005 and in 2010 became Karl-Jaspers Professor for the Philosophical Foundations of Psychiatry and Psychotherapy. Since 2008, he has served several times as a Fellow of the University's Marsilius Kolleg. Thomas Fuchs has been heading the "Philosophical Foundations" section of the German Association for Psychiatry, Psychotherapy and Neurology since 2004. Among the awards he has won for his scientific work is the 2012 Egnér Prize of the Dr Margrit Egnér Foundation in Zurich.

Contact: thomas.fuchs@med.uni-heidelberg.de

**“Is our belief that we live
in a colourful
world simply an illusion?”**

Zwischenruf

Lebewesen sind unter anderem über Signale, die sie empfangen und aussenden, mit der Umwelt verbunden – Signale, die von unseren Sinnesorganen (Auge, Ohr, Nase, Gaumen, Haut – Licht, Schall, Geruch, Geschmack, Druck) erkannt, aufgenommen, verarbeitet und an das Gehirn weitergeleitet werden. Die Eigenschaften von Licht, seine Intensität und Farbe, können mit physikalischen Methoden und Modellen gemessen und quantitativ beschrieben werden. Die chemischen Reaktionen, die ein Lichtstrahl in unserem Auge auslöst, sind bekannt, ebenso wie die Verarbeitung der Farbreize im Auge und die Weiterleitung der entstandenen Signale an das Gehirn. Mit naturwissenschaftlichen Modellen lässt sich beschreiben, wie wir Formen, Farben und Bewegungen sehen, warum Vögel, Bienen und Spinnen Farben anders wahrnehmen als wir, und wo die physiologischen Probleme von farbenuntüchtigen und farbenblinden Menschen liegen.

Auf dieser naturwissenschaftlichen Grundlage und der aktuellen Farbenlehre und Sprache ist ein Baum grün, auch wenn wir die Farbe in der Abenddämmerung nicht mehr als grün wahrnehmen, so wie er auch dann grün ist, wenn wir ihn tagsüber im Sonnenlicht nicht anschauen. Was unser Bewusstsein mit Information macht, die unsere Sinnesorgane aufnehmen, ist eine ganz andere Frage, die derzeit nicht allein von Natur- und Lebenswissenschaften beantwortet werden kann. Warum schwarze Gewitterwolken nach einer Hitzewelle Glücksgefühle und bei einer Bergwanderung Angst auslösen, ist eine interessante, aber über die Naturwissenschaften hinausreichende Frage. Was die verschiedenen Signale, die unsere Umgebung aussendet – hier speziell Farbe und Licht, aber auch Geruch, Schall, Geschmack, Berührung und ihre Kombinationen, auch in zeitlicher Auflösung –, in uns auslösen und wie diese Wirkung mit der Geschichte der Menschheit, der Kultur und Familie, mit unserem bisherigen Leben zusammenhängt, darüber geben uns Physik, Chemie und Biologie keine befriedigende Auskunft. Um Schein und Sein von Farben zu verstehen, kann der offene interdisziplinäre Dialog an einer Volluniversität daher eine wichtige Grundlage sein.

Prof. Dr. Peter Comba als Vorsitzender für den Wissenschaftlichen Beirat der Ruperto Carola

„Farben sind Resultat einer Beziehung zwischen Lebewesen und Umwelt.“

genau diejenigen Eigenschaften der Objekte, die in uns ihre Wahrnehmung hervorrufen können. Oder mit anderen Worten: Farben sind objektive relationale Qualitäten der Dinge.

Es ist daher auch sinnlos zu fragen, ob es Farben gab, bevor es höhere Lebewesen gab, die sie wahrnehmen konnten. Mit der Entwicklung des Lebens veränderte sich auch die Welt; es traten emergente – also neu entstehende – Beziehungen und entsprechende Eigenschaften der Dinge auf. Lebewesen erzeugen qualitative aus quantitativen Unterschieden, und damit verwandeln sie die Welt, denn die spezifische Beziehung von Farbeigenschaft und Farbwahrnehmung gehört jetzt selbst zu ihren objektiven Merkmalen. Diese vom Leben verwandelte Welt ist nun unsere Lebenswelt. Wir alle, sofern wir nicht blind sind, sehen Farben und können uns über ihre Wahrnehmung verständigen. Wir kleiden uns in bestimmten Farbtönen, um anderen Menschen zu gefallen, und Maler gestalten mit Farben die Leinwand, um damit bestimmte Wirkungen in uns hervorzurufen. Unsere Welt enthält Farben und andere Qualitäten ebenso notwendig, wie sie Früchte, Bäume, Tiere und Menschen enthält – wir können nicht das eine bestreiten und das andere bestehen lassen. ●

FLUCHT

IN DIE SCHEINWELT?

FLUCHT IN DIE SCHEINWELT?

RISIKOVERHALTEN BEI JUGENDLICHEN

FRANZ RESCH & MICHAEL KAESS

Die Flucht in Selbstbespiegelung, Selbstverletzung oder medialen Risikokonsum ist eine Flucht in Scheinwelten, mit der Jugendliche in Problem-situationen die reale Welt auszuhalten versuchen. Virtuelle Sozialräume spielen dabei eine zunehmend große Rolle. Die Heidelberger „Ambulanz für Risikoverhalten und Selbstschädigung“ will nicht nur junge Menschen durch die virtuelle Welt begleiten und sie dabei unterstützen, Sein und Schein kritisch zu unterscheiden, sondern sie will das Internet aktiv einbeziehen und als Plattform nutzen, um Jugendliche mit riskantem oder selbstschädigendem Verhalten zu erreichen und ihnen Hilfen anzubieten.

W

Wer bin ich? Das ist die zentrale Frage menschlicher Existenz. Sie ist Ausdruck der Selbsterfahrung. Mit dem Pubertätsalter tritt das Kind in eine Entwicklungsphase erweiterter Selbstreflexionsmöglichkeiten ein. Ist die eigene Erkenntnis real? Bildet sie eine Wirklichkeit ab, die auch

außerhalb des Erkenntnisprozesses existiert? Oder ist die eigene Welterfahrung nur Schein, ein inneres Konstrukt, eine Illusion, die mit dem Verschwinden des Erkennenden ebenfalls verschwindet? Diese philosophischen Problemstellungen beschäftigen nicht nur die akademischen Institutionen seit Jahrhunderten – sie beschäftigen auch jeden Jugendlichen, der sich suchend der Welt und seinem Selbst nähert.

Die Adoleszenz als biopsychosoziale Metamorphose, die im Anschluss an die pubertären Reifungsschritte erfolgt, ist sowohl durch neurobiologische Umbauprozesse als auch durch fundamentale mentale Wandlungsschritte im psychosozialen Feld gekennzeichnet. In der Selbstreflexion erkennen sich die Jugendlichen als Autoren ihrer Handlungen. Zugleich beginnen sie, an der Welt – wie sie sich zeigt – und an sich selbst zu zweifeln. Die Adoleszenz ist durch eine Reihe von Entwicklungsaufgaben definiert, die gemeistert werden müssen, bis ein sozialer Ort in der Erwachsenenwelt existenzielle Lebenschancen eröffnet.

Der Erwerb eines Identitätsgefühls, also einer Übereinstimmung des Subjektes mit sich selbst als Akteur in der selbstreflexiven Betrachtung eben dieses Akteurs, gilt als zentrale Entwicklungsaufgabe. Dieses Gefühl des „Ich bin ich“ ist selbstreflexiv niemals endgültig zu sichern. Es bleibt als Gefühl eine Momentaufnahme, die sich bestätigend auch in Zukunft wiederholen muss. Die reflexive Identität beruft sich auf Grunderfahrungen der eigenen Vitalität (Ausdruck des allgemeinen Lebensgefühls) und der eigenen Aktivität (Erfahrung der Selbsterheberschaft). Die Erfahrung der Konsistenz ist ein Gefühl des inneren Zusammenhangs über unterschiedliche Gefühlslagen hinweg, eins zu sein. Die Erfahrung der Kohärenz wird durch ein Gefühl der Kontinuität über unterschiedliche Lebensphasen hinweg vermittelt. Demarkation ist schließlich durch eine wichtige Erfahrung des Abgegrenzt-Seins des Unterscheiden-Könnens von innen und außen, von Selbst und anderen, gekennzeichnet. Bei Verlust der Sicherheit der Demarkation besteht die Befürchtung der Verschmelzung.

Das Selbst als Unteilbares und Unverwechselbares ist in seiner Vielfalt der Individualität als inneres Konstrukt sowohl an diese andauernde selbstreflexive Bestätigung wie an die äußere Bestätigung durch Zugehörigkeit zu einer Gemeinschaft gebunden. Die Anerkennung durch und Teilhabe an Gruppen, Subkulturen, Religionsgemeinschaften oder Ethnien spielt eine wichtige Rolle. Die Zugehörigkeit zu einer bestätigenden Gemeinschaft kann das Identitätsgefühl steigern und so das Individuum hinsichtlich der Ideale seiner Gruppe verführbar machen. Es besteht ein dialektisches Spannungsverhältnis zwischen reflexiver Identität, die sich durch Selbstbezogenheit und Abgrenzung definiert, und identifikatorischer Identität,

die durch Zugehörigkeit, Gemeinschaft und Grenzöffnung gekennzeichnet ist. Die Stabilisierung des Selbstwertes und die Ablösung von der Herkunftsfamilie stellen weitere wichtige Entwicklungsaufgaben der Adoleszenz dar. Alle diese Schritte dienen der Selbstemanzipation.

Schein und Sein in der Informationsgesellschaft

Aber wo und wie können Jugendliche ihren sozialen Ort finden? Wer stellt die sozialen Rollen und Strukturen bereit, in die hinein sich Jugendliche entwickeln können? Wir sprechen heute oft vom Phänomen der „verlängerten Adoleszenz“, um auszudrücken, mit welchen Schwierigkeiten unsere Jugend heute zu kämpfen hat, um erwachsen zu werden.

Wir leben in einer Umbruchzeit, die sich gerne selbstgerecht mit dem Titel „Postmoderne“ schmückt, als gäbe es kein „danach“ mehr. Unser Gesellschaftssystem ist durch Vielfalt, Mehrdeutigkeit, Mehrdimensionalität, Multikulturalität und Mangel an fixen Bezugspunkten geprägt. Ein zutreffendes Bild wäre der Flickenteppich. Zwischen Globalisierung, Börsenkrach und Kriegsgeschehen, waffenstarrer Fundamentalismus und nationaler Engstirnigkeit, zwischen wirtschaftlicher Globalisierung und Fremdenangst, weltweiten Migrationsbewegungen und Abschottungsinitiativen muss der Jugendliche seine Antworten auf die Frage „Wer bin ich?“ suchen.

Die Informationstechnologie hat unsere Art der Weltre-präsentation so fundamental verändert, wie das wohl nur mit der Erfindung des Buchdrucks am Beginn der Neuzeit vergleichbar erscheint. Das hat die Grenzziehung zwischen Sein und Schein noch einmal deutlich erschwert. Denn die gut nachvollziehbare Skepsis der Nachkriegszeiten vor den „ewigen Werten und Wahrheiten“ ist an manchen Punkten zu weit gegangen. Was Nietzsche noch zynisch anmerkte, dass es keine Fakten gebe, sondern nur Interpretationen, ist heute Realität geworden. Das hat sich im Ausdruck des „postfaktischen Zeitalters“ selbst persifliert. Wir sehen aber heute auf schmerzliche Weise eine „Wirklichkeit des Scheins“ auf uns zukommen: Ein zu freier Relativismus hat nur den zynischen Demagogen in die Hand gespielt, die das Wunschdenken der Menschen durch Propaganda bedienen, während sie neoliberale und autoritäre Eigeninteressen verwirklichten.

In Welten des Terrors, der Kriegstreiberei und des kalten Kapitalismus muss man sich fragen, wo der Schein aufhört oder selbst schon zum Sein geworden ist. Es gibt harte Realitäten, Katastrophen, die uns als Fakten betreffen, während sie medial wirksam durch Fehlinterpretationen, Desinformation, Lügen und Dreistigkeiten wegeleugnet oder weg-getwittert werden. Lebensgefahr, Tod, Trauma, Armut und Schmerz sind harte Wahrheiten. Im Alltag regen wir uns über erhöhten Medienkonsum von



PROF. DR. FRANZ RESCH wurde im Jahr 1993 auf die Professur für Kinder- und Jugendpsychiatrie des Universitätsklinikums Heidelberg berufen. Seine wissenschaftliche Ausbildung absolvierte er an der Universität Wien. Ein Schwerpunkt seiner Forschungsarbeit sind jugendliche Psychosen, deren Früherkennung und Behandlung. Weitere Forschungsthemen umfassen die Entwicklungspsychopathologie der Adoleszenz, Risikoverhaltensweisen, selbstverletzendes Verhalten und Persönlichkeitsentwicklungsstörungen.

Kontakt: franz_resch@med.uni-heidelberg.de

„Wer vor ‚digitaler Demenz‘ warnt, übersieht, dass Emanzipation nur noch durch das Einbeziehen der medialen Welten möglich ist.“

Jugendlichen und dessen mögliche destruktive Einflüsse auf die Entwicklung auf und übersehen dabei, dass wir längst Teil dieser virtuellen Realität einer zynischen Scheinwelt geworden sind und dieser bei mangelnder Medienkompetenz erst recht ausgeliefert bleiben. Wer vor der „digitalen Demenz“ warnt, übersieht, dass nur durch Einbeziehung der medialen Welten noch Emanzipation möglich ist.

Wie viel Vielfalt hält der Mensch aus? Ab welchem Grad der Verschiebung von Bezugsebenen, ab welchem Grad der möglichen absichtlichen Fehlinformation, ab welchem Grad des Auftuns von Möglichkeiten, die bei genauer Betrachtung gar nicht erreichbar sind, beginnt beim Jugendlichen eine Verunsicherung? Ab wann wird aus dem gesunden Zweifel schließlich Verzweiflung?

Ersatzbefriedigungen und Ersatzbetätigungen

Fünf von sechs Jugendlichen meistern den Entwicklungsprozess der Adoleszenz mithilfe ihres sozialen Umfeldes relativ gut. Aber wenn der Einstieg in gesellschaftliche Prozesse misslingt und es zu Problemen der Identitätsfindung, der Selbstwertregulation und der sozialen Rollenfindung kommt, können Risikoverhaltensweisen oder selbstschädigende Handlungen die Entwicklung der Jugendlichen weiter gefährden. Die Selbstverletzung, der vermehrte Konsum von Alkohol und Drogen, neuerdings oftmals auch das exzessive Nutzen von Spielen, „Chat-Rooms“ oder Pornographie im Internet haben einen Hintergrund als Krücke der Person. Ersatzbefriedigungen und Ersatzbetätigungen lösen die emanzipatorisch bedeutsamen Aktionen ab. Wenn Jugendliche sich an dieser Schwelle auch noch mit Vorwürfen konfrontiert sehen, an ihrem Schicksal letztlich selbst schuld zu sein, und aufgefordert sind, das Nicht-Gelingen der eigenen Unfähigkeit zuzuschreiben, bleibt die Hoffnungslosigkeit und Aussichtslosigkeit nicht ohne Folgen.

Gerade Jugendliche mit problematischen Entwicklungen, kindlichen Traumatisierungen durch Gewalterfahrungen oder sexuellen Missbrauch – all dies zumeist vor dem Hintergrund einer nicht gelingenden Bindungsbeziehung zu den Eltern – sind an solchen Wendepunkten gefährdet. Das überforderte Individuum kehrt im Dunstkreis der heutigen gesellschaftlichen Komplexität als Opfer oder potenzieller Täter aus seinen gesellschaftlichen Explorationen zurück. Es schließt sich kriminellen oder radikalen Gruppen an, um Selbstwert und Identität zu stabilisieren, oder ergeht sich in destruktiven oder autodestruktiven Verhaltensweisen. In selbstverletzenden Handlungen macht sich oft die Traumatisierung fest. In den Risikoverhaltensweisen können die Jugendlichen sich selbst und andere neu interpretieren, sich freispielen – oft im wahrsten Sinne – oder neue Wege der Kommunikation und Selbstbestätigung auf tun.

Beispiele für derart „identitätsstiftende Verhaltensweisen“ gibt es viele. Dazu zählt die sogenannte nichtsuizidale Selbstverletzung, auch als „Ritzen“ bekannt. Sie erfüllt vielfältige sowohl intra-individuelle als auch inter-personelle Funktionen für das betroffene Individuum. Inter-individuell nutzen Jugendliche die Selbstverletzung, um zum Beispiel negative Gefühle oder starke Anspannung zu regulieren. Viele nutzen das Verhalten auch zur Selbstbestrafung, was bereits eindeutig auf den starken Zusammenhang zwischen Selbstverletzung und Problemen mit der eigenen Identität, dem eigenen Selbstwert, hinweist. Besonders die inter-personellen Funktionen zeigen jedoch den identitätsstiftenden Charakter der Selbstverletzung in der Adoleszenz. Selbstverletzung ist oft eingebettet in ein bestimmtes Lebensgefühl, unterstreicht die Zugehörigkeit zu einer Gruppe. Zahlreiche Studien belegen beispielsweise, dass Jugendliche aus dem Umfeld der sogenannten Gothic-Szene ein deutlich erhöhtes Risiko für Selbstverletzung aufweisen. Das Phänomen der sozialen Ansteckung ist bei Selbstverletzung gut bekannt: Selbstverletzendes Verhalten hat in den letzten zwei Jahrzehnten unter Jugendlichen derart zugenommen, dass sich heute im Jugendalter jeder fünfte Jugendliche bereits selbst körperlichen Schaden zugefügt hat.

Die Selbstverletzung bietet Jugendlichen eine schnelle „Schein“-Lösung für ihre Probleme und wirkt zusätzlich identitätsstiftend. Betroffene Jugendliche werden über das Verhalten zusammengeführt und entwickeln ein gemeinsames Lebensgefühl. Das Internet spielt hierbei zunehmend eine große Rolle. Bilder von Selbstverletzungen werden über Netzwerke wie Facebook oder Instagram verteilt und erhalten ein hohes Maß an Aufmerksamkeit. Auf diese Art und Weise funktionieren sowohl soziale Ansteckung als auch positive Verstärkung deutlich schneller, und es wird ein viel größerer Kreis an Menschen erreicht als noch vor zehn Jahren.

Die Scheinwelt erlaubt das Erleben von Erfolg und Macht

Ein weiteres Beispiel für den Zusammenhang von Risikoverhalten und Identitätsentwicklung ist das Phänomen des exzessiven oder gar pathologischen Medienkonsums. Rund fünf Prozent der Jugendlichen zeigen inzwischen ein Medienverhalten, das mindestens missbräuchlichen, wenn nicht gar suchtähnlichen Charakter aufweist. Auch diese Zahlen haben in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Am „Spielen von Online-Spielen“ lässt sich exemplarisch aufzeigen, was ein riskantes Medienverhalten bedeutet: Die betroffenen Jugendlichen denken ständig an ihre Computerspiele, sie haben ein großes Verlangen danach und können nicht mehr aufhören, wenn sie mit dem Spielen angefangen haben. Darüber hinaus zeigen sie ein aggressives und angespanntes Verhalten, wenn ihr Spielkonsum unterbrochen wird, sie vernachlässigen

„Was Nietzsche noch zynisch anmerkte, dass es keine Fakten gebe, sondern nur Interpretationen, ist heute Realität geworden.“

andere Pflichten und Interessen, sie setzen ihren Spielkonsum trotz zunehmender negativer Konsequenzen fort oder steigern ihn noch.

Was aber hat all das mit Identität zu tun? Das Internet – unter anderem die besonders suchterzeugenden sozialen Rollenspiele, aber auch die massiv genutzten sozialen Netzwerke – bietet Jugendlichen die Möglichkeit, eine eigene Identität nach individuellen Wünschen und Vorstellungen zu schaffen. Die Limitationen der realen Welt können überwunden werden, eine Scheinwelt erlaubt das Erleben von Erfolg, Macht, Beliebtheit und vielen anderen Bedürfnissen. Besonders gefährdet sind auch hier wieder Jugendliche, die Probleme mit ihrer Identität haben, mit ihrem Selbstwert und ihren sozialen Beziehungen im realen Leben.

Zusammengefasst erfüllen adoleszente Selbstschädigungen und Risikoverhalten also wesentliche Funktionen bei Individuen mit einer problematisch verlaufenden Identitätsentwicklung. Risikoverhalten einfach zu verbieten, greift daher deutlich zu kurz. Stattdessen gilt es, das Verhalten als eine Form paradoxer Selbstfürsorge zu erkennen – und die Not der Jugendlichen dahinter erfahrbar machen. Es geht um grundsätzliche Anerkennung und Wertschätzung, die viele dieser Jugendlichen vermissen. In der Flucht des Jugendlichen in eine Scheinwelt erkennen wir den realen Versuch, die reale Welt irgendwie

„In Welten des Terrors, der Kriegstreiberei und des kalten Kapitalismus muss man sich fragen, wo der Schein aufhört oder selbst schon zum Sein geworden ist.“

aushaltbar zu machen. Die Flucht in Selbstbespiegelung, Selbstverletzung oder medialen Risikokonsum ist eine reale Flucht. Derartige Flucht Tendenzen sind nicht auf pädagogischen Wegen zu verändern – sie bedürfen einer therapeutisch akzeptierenden Grundhaltung, damit die Jugendlichen sich wieder ihren Problemen zu stellen wagen. Aus diesen Gründen haben wir in der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie der Universitätsklinik Heidelberg ein eigenes Ambulanzkonzept entwickelt.

„AtR!Sk“, die Heidelberger Ambulanz für Risikoverhalten und Selbstschädigung

In der bereits seit 2013 in Heidelberg bestehenden Ambulanz für Risikoverhalten und Selbstschädigung, kurz „AtR!Sk“ (at risk), können Jugendliche mit riskantem und/oder selbstschädigendem Verhalten und deren Angehörige niederschwellige Beratung, Diagnose und Behandlung erhalten. Hilfe bieten wir allen an, die eine oder mehrere der folgenden Verhaltensweisen aufzeigen:

- Alkohol- oder Substanzmissbrauch
- exzessive Internet- und Mediennutzung
- selbstverletzende oder suizidale Handlungen
- riskantes Sexualverhalten, beispielsweise wechselnde Sexualpartner bei mangelndem Schutz
- aggressives und delinquentes Verhalten
- anderes Hochrisikoverhalten (beispielsweise „S-Bahn-Surfen“)



PROF. DR. MICHAEL KAESS gründete in Heidelberg im Jahr 2013 die Ambulanz für Risikoverhalten und Selbstschädigung (AtR!Sk). Derzeit ist er Sektionsleiter an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie des Universitätsklinikums Heidelberg und seit April 2017 Ordinarius und Direktor der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie in Bern (Schweiz).

Kontakt: Michael.Kaess@med.uni-heidelberg.de

AtR!Sk folgt der Idee, dass die genannten Verhaltensweisen oftmals Ausdruck psychischen Leidens sind und Schwierigkeiten in der adoleszenten Persönlichkeitsentwicklung darstellen. Diagnostisch wie therapeutisch stehen daher Themen wie „Emotionsregulation“, „Identitätsentwicklung“ und „Gestaltung von Beziehungen“ im Vordergrund. Eine wesentliche Grundhaltung unserer Arbeit ist auch, dass Jugendliche zunächst einmal dazu motiviert werden müssen, ihre Verhaltensweisen zu ändern: Zumeist betrachten die Jugendlichen ihre Verhaltensweisen als aktuell hilfreich – nur das Umfeld definiere die Verhaltensweise als „Problem“.

Eine Veränderungsmotivation kann oftmals über das Erarbeiten eines gemeinsamen Verständnisses von riskanten und selbstschädigenden Verhaltensweisen erzielt werden. Hinzukommen muss eine bewertende Haltung gegenüber den Gründen, die Jugendliche für ihr aktuelles Verhalten haben. In der Behandlung gilt es dann zunächst, Lösungen für die Probleme der Jugendlichen zu erarbeiten, bevor die „Schein“-Lösung (das riskante und/oder selbstschädigende Verhalten) reduziert werden kann.

AtR!Sk ist ein nationales und internationales Pionierkonzept. Diagnostische und therapeutische Daten aus der Klinik sowie in das Projekt eingebetteten Studien erfahren große Beachtung und belegen die Wirksamkeit des Konzeptes. Seit dem Jahr 2014 besteht eine Sonderfinanzierung durch die Krankenkassen.

FLIGHT INTO AN ILLUSORY WORLD?

ADOLESCENT RISK BEHAVIOUR

FRANZ RESCH & MICHAEL KAESS

Adolescence involves a variety of developmental tasks that help young individuals find their place in society. The child enters a phase that offers extended opportunities to reflect on identity, on the validity of the feeling: “I am me”. This feeling of identity needs permanent confirmation through self-reflection and the reactions of others to whom the individual is close.

While five out of six adolescents cope well with the developmental process of adolescence, some fail to start the societal process of acceptance. They face problems in their identity development, self-worth regulation and acquisition of social roles. In these cases, risk-taking and self-harming behaviours such as self-injury or excessive media use can endanger the adolescents’ development. The era of the Internet seems to support the use and spread of such behaviours as so-called “illusory” solutions.

Self-injury can be identity forming, and, paradoxically, may be an expression of self-care. It is an attempt to tolerate the perceived distortions of the real world. The flight into self-injury or excessive media use is a real flight that can only be altered by a therapeutic and acceptance-based attitude and not by reactionary rigour.

Heidelberg has been hosting the pioneering outpatient clinic for “Adolescent Risk-taking and Self-harm” (AtR!Sk) since 2013. AtR!Sk offers ready support to adolescents exhibiting risk-taking and self-harming behaviour, and to their caregivers. Adolescents are motivated to actively cope with their problems and to question their “illusory” solutions to relationship issues and other difficulties.

The Internet is not per se an illusory world. A substantial part of an adolescent’s life takes place in virtual social places. We need to guide and help young people in the virtual world to enable them to better distinguish between reality and illusion. ●

PROF. DR FRANZ RESCH has held the Chair of Child and Adolescent Psychiatry at Heidelberg University Hospital since 1993. He was educated at the University of Vienna. His research focuses on adolescent psychoses, their early detection and their treatment. Other topics of interest include the developmental psychopathology of adolescence, risk behaviour, self-harming behaviour and personality development disorders.

Contact: franz_resch@
med.uni-heidelberg.de

PROF. DR MICHAEL KAESS founded the Heidelberg outpatient clinic for “Adolescent Risk-taking and Self-harm” (AtR!Sk) in 2013. He heads a division of the Child and Adolescent Psychiatry Unit at Heidelberg University Hospital and in April 2017 became a tenured professor and director of the University Hospital for Child and Adolescent Psychiatry and Psychotherapy in Bern, Switzerland.

Contact: Michael.Kaess@
med.uni-heidelberg.de

“Nietzsche once cynically remarked that there are no facts, only interpretations – today, this has become our reality.”

Das Internet – Gefahr oder Chance?

Bei all den Chancen, die das Internet Jugendlichen bietet, ist es leider auch mit deutlichen Risiken verbunden. Relativ unbegleitet und uneingeschränkt schafft das Internet eine virtuelle Welt mit Scheinlösungen für Probleme. Im Sinne eines „Circulus vitiosus“ werden dadurch immer mehr Probleme geschaffen. Auch die soziale Ansteckung wird dadurch zweifelsohne in einer neuen Dimension unterstützt und gefördert. Doch welche Erkenntnisse ziehen wir nun daraus?

Eine Dämonisierung des Internets – oft gepaart mit der reaktionären Forderung nach einer Rückkehr zu alten Zeiten – erscheint uns weder realistisch noch sinnvoll. Im Gegenteil: Wir müssen akzeptieren, dass die virtuelle Welt nicht mit einer Scheinwelt gleichzusetzen ist. Denn für unsere Jugendlichen findet ein nicht unbeträchtlicher Teil des Lebens im virtuellen Sozialraum statt – und der ist real. Es muss also vielmehr darum gehen, junge Menschen in der Adoleszenz durch diese virtuelle Welt zu begleiten: um ihnen dort – wie auch in der realen Welt – zu helfen, Sein und Schein zu unterscheiden und ihre eigene Persönlichkeit und Identität zu finden.

Um Jugendliche, vor allem diejenigen mit riskanten und selbstschädigenden Verhaltensweisen, zu erreichen und ihnen für die Zukunft noch niederschwelligere Hilfen anbieten zu können, müssen wir uns die Stärken und Möglichkeiten des Internets zunutze machen. Aufklären, beraten, intervenieren – das alles können wir auch im Internet. Damit bekommen wir vielleicht auch die Chance, Jugendliche zu erreichen, die sich unseren Hilfsangeboten in der realen Welt bislang entziehen. In den kommenden fünf Jahren wird die Heidelberger Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie deshalb mehrere groß angelegte Forschungsprojekte durchführen. Sie werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und haben zum Ziel, das Hilfesuchverhalten zu verbessern sowie riskante und selbstschädigende Verhaltensweisen durch online-basierte Interventionen zu reduzieren. Das Internet muss keine Scheinwelt sein – es kann auch eine großartige Plattform sein, um jungen Menschen real zu helfen und sie in ihrer Identität und sozialen Rollenfindung zu begleiten. ●

„Rund fünf Prozent der Jugendlichen zeigen inzwischen ein Medienverhalten, das mindestens missbräuchlichen oder gar suchtähnlichen Charakter aufweist.“

VERKANTER
Fortschritt

VERKANNTER FORTSCHRITT

FEHLER ALS LERNERFOLGE

GIULIO PAGONIS & JULIANE HINNERICHS



PROF. DR. GIULIO PAGONIS ist derzeit Vertretungsprofessor für Deutsch als Zweitsprache am Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie (IDF) der Universität Heidelberg. Nach dem Studium des Deutschen als Fremdsprache und der Erziehungswissenschaft an der Universität Heidelberg verfasste er am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik im niederländischen Nijmegen seine Doktorarbeit zum Altersfaktor im Spracherwerb. Anschließend war er von 2006 an als Mitarbeiter im am IDF angesiedelten Sprachförderprojekt „Deutsch für den Schulstart“ tätig, wo er verantwortlich für die Konzeption und Umsetzung einer E-Learning-Fortbildung zum Spracherwerb und zur Diagnose und Förderung von Kindern mit Deutsch als Zweitsprache war. Seit 2011 leitet er den Masterstudiengang „Deutsch als Zweitsprache“ am IDF.

Kontakt: pagonis@
idf.uni-heidelberg.de

„Hünde“, „Balls“, „Telleren“ – wenn Kinder Deutsch als zweite Sprache lernen, haben sie viele Möglichkeiten, den Plural von Substantiven falsch zu bilden. Doch sind falsche Formen tatsächlich pauschal Zeichen eines fehlerhaften Sprachgebrauchs? Müssen Lehrer frustriert sein, wenn Kinder trotz Sprachförderung Pluralformen wie „Apfeln“ bilden und damit anscheinend keine Fortschritte machen? Tatsächlich ist beim Sprachelernen nicht alles, was dem Laien falsch erscheint, als Fehler, Stillstand oder gar Rückschritt zu bewerten. Mit Hintergrundwissen zu kindlichen Lernprozessen können Sprachförderkräfte erkennen, dass scheinbar fehlerhafte Wortbildungen durchaus ihre Logik besitzen können und in Wirklichkeit Ausdruck von Lernfortschritten sind.



JULIANE HINNERICHS beendete 2016 ihr Masterstudium „Deutsch als Zweitsprache“ am Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie (IDF) der Universität Heidelberg, an dem sie nun als Stipendiatin der Landesgraduiertenförderung promoviert wird. Von 2007 bis 2011 studierte sie „Patholinguistik“ an der Universität Potsdam und sammelte anschließend Berufserfahrung als akademische Sprachtherapeutin. Sie war bereits als Lehrbeauftragte am IDF tätig und arbeitet nun im Projekt BiliSAT („Bilinguale Sprachentwicklung von Kindern und Jugendlichen mit und ohne Sprachentwicklungsstörungen mit Arabisch und Türkisch als Erstsprachen“) an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Ihr Forschungsinteresse richtet sich auf den Spracherwerb bei ein- und zweisprachigen Kindern allgemein und speziell auf die Diagnostik spezifischer Sprachentwicklungsstörungen bei Kindern mit Deutsch als Zweitsprache.

Kontakt: j.hinnerichs@
stud.uni-heidelberg.de

W

Wird man als kompetenter Sprecher des Deutschen aufgefordert, die Pluralformen der Nomen „Stuhl“, „Lampe“ oder „Auto“ zu bilden, so stellt sich die Aufgabenstellung als geradezu trivial dar – die Pluralformen lauten „Stühle“, „Lampen“, „Autos“. Erst bei spezielleren Formen, wie etwa „Visum“ oder „Status“, beginnt auch der Muttersprachler zu errahnen, dass die Pluralisierung von Nomen im Deutschen eine herausfordernde Aufgabe darstellen könnte.

Aus Sicht von Lernern, die Deutsch als zweite Sprache erwerben, muss sich hingegen bereits bei den scheinbar unproblematischen Fällen die Frage nach dem „Wie“ und „Warum“ stellen. Es heißt „Tochter – Töchter“, aber „Lampe – Lampen“ und „Auto – Autos“. Warum gibt es im Deutschen also verschiedene Bildungsmöglichkeiten (in den aufgeführten Beispielen mit Umlaut, -n und -s), obwohl doch stets die gleiche Information damit zum Ausdruck gebracht wird, nämlich Mehrzahl? Vor allem aber: Wann wird welcher Pluralmarker verwendet? Warum heißt es zum Beispiel „Ball – Bälle“, aber nicht „Hund – Hunde“? Und warum ist „Hunde“ eine Pluralform, nicht aber „Lampe“, obwohl die Formen strukturell doch sehr ähnlich sind?

Vor diesen Fragen steht, wenn auch unbewusst, die fünfjährige Azra, die seit 14 Monaten Sprachförderung in einer Heidelberger Kita erhält, da sie zwar in Deutschland geboren wurde, zu Hause aber nur Kurdisch spricht. So wie viele andere Kinder mit Migrationshintergrund, deren Familiensprache nicht Deutsch ist, entspricht Azras Sprachstand noch nicht dem von gleichaltrigen monolingual aufwachsenden Kindern. Um nicht allein aus diesem Grund bereits bei Schulbeginn schlechtere Chancen als ihre deutschen Mitschüler zu haben, nimmt sie vier Stunden pro Woche an einer Sprachförderung in einer Kleingruppe teil. Hier arbeiten Sprachförderkräfte daran, spielerisch die sprachliche Kompetenz von Kindern wie Azra zu verbessern.

Eine Brücke schlagen

Doch wie wird ein komplexer Themenbereich wie zum Beispiel das deutsche Pluralsystem Kindern im Vorschulalter am effizientesten nahegebracht? Und woran wird gemessen, ob und in welchem Umfang die geförderten Kinder tatsächlich Fortschritte erzielen? Häufig stellen Förderkräfte in Kindergärten und Schulen frustriert fest,

dass sich die Äußerungen der Kinder über den Förderzeitraum zwar verändern, aber trotzdem nicht zielsprachlich korrekt gebildet werden. Wie ist es beispielsweise zu bewerten, wenn Kinder nach einem Förderjahr noch Pluralformen wie „Hünde“ oder „Apfeln“ bilden?

Genau hier setzt die Arbeit im Bereich „Deutsch als Zweitsprache“ am Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie (IDF) an: Übergeordnetes Ziel ist es, die Förderpraxis an Kitas und Schulen zu optimieren, indem die in der Forschung gewonnenen Erkenntnisse zum kindlichen Spracherwerb für die Entwicklung von Sprachförder- und Fortbildungskonzepten nutzbar gemacht werden. So wird eine Brücke geschlagen zwischen wissenschaftlicher Grundlagenforschung und Förderpraxis. Das Sprachförderprojekt „Deutsch für den Schulstart“ zeigt, wie dieser Brückenschlag zwischen Theorie und Anwendung konkret aussehen kann.

Ein differenziertes Verständnis der Eigendynamik des kindlichen Spracherwerbs ist auch dann notwendig, wenn – wie im oben beschriebenen Fall von Azra – der Sprachstand und Lernfortschritt von Kindern in der Sprachförderung eingeschätzt werden soll. Erzieher und Lehrer neigen häufig dazu, Äußerungen von Sprachlernern pauschal als falsch zu bewerten, sobald diese nicht mit der zielsprachlichen Norm übereinstimmen, so etwa bei den Pluralformen „Türs“ und „Apfeln“. Erst ein differenzierteres Verständnis der kindlichen Lernprozesse, die zu den genannten Formen führen, erlaubt der Sprachförderkraft zu erkennen, dass scheinbar fehlerhafte Formen in Wahrheit Ausdruck wichtiger Lernschritte sind.

Vier Bildungsmuster für den deutschen Plural

So ist es im deutschen Pluralsystem keinesfalls zufällig, wann ein Nomen die Mehrzahl mit -n, -s, -e und so weiter bildet. Vielmehr gibt es systematische Zusammenhänge in der deutschen Pluralbildung: Während Nomen, die aus mehreren Silben bestehen und auf einen sogenannten Reduktionsvokal auslauten, den Plural in aller Regel mit -n bilden („Lampe – Lampen“, „Hose – Hosen“), wird an Nomen, die auf einen Vollvokal auslauten, ein -s angefügt („Auto – Autos“, „Oma – Omas“).

Nicht ganz so regelhaft sind zwei weitere Zusammenhänge in der deutschen Pluralbildung: Nomen, die einsilbig sind, werden meist mit -e oder aber mit -er pluralisiert, wobei im ersten Fall ein Umlaut hinzutreten kann („Tor – Tore“, „Ball – Bälle“), im letzteren ein Umlaut hinzutreten muss, sofern der Vokal im Stamm dies erlaubt („Huhn – Hühner“, „Wald – Wälder“). Schließlich bilden Nomen, die einen speziellen Wortausgang aufweisen, zum Beispiel -er oder -el, den Plural, ohne die Form zu verändern, seltener auch mit -n („Messer – Messer“, „Spiegel – Spiegel“, „Kugel – Kugeln“).

Zu diesen vier Bildungsmustern kann nun dreierlei festgestellt werden:

Erstens, dass es in der deutschen Pluralbildung trotz zahlreicher Ausnahmen durchaus zuverlässige Bildungsmuster gibt, die das Kind (oder auch der jugendliche oder erwachsene Lerner) nutzen kann, wenn es lernt, wie man im Deutschen über Mehrzahl redet.

Zweitens, dass sich ein übergeordnetes Prinzip durch die vier aufgezählten Bildungsmuster zieht: Besteht die Singularform aus lediglich einer Silbe, so tendiert das Deutsche dazu, einen Pluralmarker anzufügen, der selbst Silbenstatus besitzt, also einen Vokal in sich trägt, zum Beispiel -er, -e, -en. Dadurch entstehen Pluralformen, die zweisilbig sind. Einige der oben aufgeführten Beispiele illustrieren, wie durch die Pluralbildung aus einsilbigen Nomen („Tor, Ball, Huhn, Wald“) systematisch zweisilbige Pluralformen werden: „Tore, Bälle, Hühner, Wälder“. Man könnte vereinfacht sagen: Das Deutsche zeigt die starke Tendenz, Pluralformen zweisilbig zu machen. Aus diesem Grund treten an einsilbige Nomen auch nur in Ausnahmefällen Pluralmarker, die selbst keinen Silbenstatus haben, wie zum Beispiel -n oder -s („Klos“). Denn so entstehen Pluralformen, die einsilbig bleiben – eine Struktur, die sich nicht gut in das Muster der deutschen Pluralbildung einfügt.

Für Nomen, die bereits im Singular zweisilbig sind, bedeutet diese Tendenz nun, dass bei der Pluralbildung gerade keine derjenigen Pluralmarker herantreten dürfen, die selbst Silbenstatus haben, denn sonst würden dreisilbige Plurale entstehen, die sich ebenfalls nicht gut in das Muster der zweisilbigen Pluralformen im Deutschen einfügen würden. Bei zweisilbigen Singularformen ist es also vom Sprachsystem des Deutschen her gesehen durchaus konsequent, dass Pluralmarker angefügt werden müssen, die keinen Silbenstatus besitzen, also zum Beispiel -n, -s oder Umlaut. Denn auf diesem Wege wird der Tendenz entsprochen, dass das Deutsche zweisilbige Plurale präferiert: „Äpfel, Muskeln“.

Und drittens kann festgestellt werden, dass Kinder, die Deutsch als Zweitsprache erwerben, die beschriebenen Zusammenhänge auch tatsächlich nutzen. Sie lernen die Pluralformen also keineswegs mit jedem Nomen auswendig, sondern extrahieren aus dem Sprachangebot schrittweise die beschriebenen Bildungsregeln. Diese Erkenntnis konnte im Rahmen eines umfangreicheren Forschungsprojektes am IDF anhand gezielter Testverfahren gewonnen werden. Dabei wurden Vorschulkinder mit Deutsch als Zweitsprache aufgefordert, die Pluralform zu verschiedenen ein- und zweisilbigen Nomen zu bilden. Die von den Kindern gebildeten Formen wurden anschließend analysiert, wobei nur die übergeneralisierten Formen näher betrachtet

**„Erzieher und Lehrer
neigen dazu,
Äußerungen von
Sprachlernern pauschal
als falsch zu bewerten,
wenn sie nicht der
Norm entsprechen.“**

„Obwohl sie noch nicht korrekt sind, offenbaren bestimmte Formen, dass das Kind bereits das Grundprinzip der deutschen Pluralbildung kennt.“

wurden, da diese am besten Aufschluss über zugrundeliegende Erwerbsmechanismen geben können. Übergeneralisierungen sind falsche Pluralformen wie „Muskels“ oder „Tischen“, bei denen Pluralmarker angefügt werden – wie hier in den Beispielen -s oder -en –, die im sprachlichen Gebrauch zwar existieren, jedoch nicht bei diesen Nomen Verwendung finden. Die Analyse dieser falschen Formen zeigt nun, dass die Pluralmarker keineswegs willkürlich von den Kindern eingesetzt werden. Die silbenbildenden Pluralmarker (-e, -en) werden nämlich ausschließlich auf einsilbige Singularformen übergeneralisiert (zum Beispiel „Ohre“), die nichtsilbischen Pluralmarker (-s, -n) werden hingegen überwiegend auf zweisilbige Singularformen (zum Beispiel „Monsters“) übergeneralisiert. Das bedeutet, dass Formen wie beispielsweise „Messeren“ (dreisilbig) oder „Ohrs“ (einsilbig) nicht oder nur sehr selten vorkommen.

Deutsch als Zweitsprache und Sprachförderung an der Universität Heidelberg

Der Bereich Deutsch als Zweitsprache am Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie (IDF) der Universität Heidelberg verzahnt Theorie und Anwendung. Er beschäftigt sich mit Fragen zu Erwerb und Förderung des Deutschen als Zweitsprache mit linguistischen, sprachdidaktischen und diagnostischen Themenschwerpunkten. Auf Basis der am Institut gewonnenen Erkenntnisse zum kindlichen Spracherwerb wurde das seit 2004 am IDF angesiedelte Sprachförderprojekt „Deutsch für den Schulstart“ entwickelt, das Fördermaterialien für Vor- und Grundschulkinder mit Förderbedarf und entsprechende Fortbildungen für Pädagogen anbietet. Eng damit verbunden ist der von Prof. Dr. Giulio Pagonis geleitete Masterstudiengang „Deutsch als Zweitsprache“: Ausgehend von Erfahrungen, dass pädagogische Fachkräfte oft zu wenig über Spracherwerbsprozesse und über Möglichkeiten der systematischen Sprachvermittlung wissen, werden seit 2012 Experten für Sprachförderung von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund ausgebildet. Studiengang und Sprachförderprojekt werden von der Günter Reimann-Dubbers Stiftung (Heidelberg) und der Dürr-Stiftung (Hamburg) gefördert.

Als Praxisangebot hat das Institut in den vergangenen Semestern zudem Fortbildungen für Sprachlehrer angeboten. Rund 250 Ehrenamtliche ohne Vorerfahrung als Sprachlehrer nahmen an zweitägigen Einführungen in den Sprachunterricht für Flüchtlinge teil. Zudem wurde ein einsemestriger Zertifikatskurs angeboten, der Lehrkräfte für Integrationskurse nach den Vorgaben des Bundesamts für Migration und Flüchtlinge qualifiziert hat.

MISTAKES ARE PROOF OF LEARNING PROGRESS

GIULIO PAGONIS & JULIANE HINNERICHS

Preschool children acquiring German as a second language (L2) frequently attend language training programmes before entering primary school. Particularly with regard to abstract and complex areas of German grammar, like plural formation, the question arises how children can be supported most efficiently in their acquisition process.

Researchers at the Institute for German as a Second Language Philology at Heidelberg University (IDF) put the focus on this didactic challenge. They believe that language teaching should take into account children's natural language processing strategies. Understanding the natural evolution of a child's language acquisition is therefore crucial to developing suitable language training programmes.

With regard to German plural formation, experiments at the IDF have shown that children create abstract schemata for all plural formation patterns that exist in German (e.g. with “-e”, “-s”, or umlaut). The rate of frequency of the respective plural form in the input determines which of these schemata are most easily acquired and subsequently used by children. This sensitivity to plural markers is also reflected on a more abstract level. Children identify two-syllable nouns as the ideal plural forms and produce plurals accordingly: they predominantly attach plural markers which are syllabic themselves to one-syllable singular stems: e.g. “-e” is added to “Tisch”, “-er” to “Kind”. In contrast, non-syllabic plural markers are attached to two-syllable singular stems: “-n” is added to “Lampe”.

This derivational pattern may well lead to mistakes such as “Fisch – zwei Fischen” or “Mutter – zwei Mutters”. These forms, however, which children cannot have produced from memory, nevertheless prove that the learners have understood and successfully identified the basic principles of German plural formation. Such mistakes should therefore be recognised as evidence of important learning progress. ●

PROF. DR GIULIO PAGONIS is an interim professor for German as a second language at Heidelberg University's Institute for German as a Foreign Language Philology (IDF). He studied German as a foreign language and education at Heidelberg University and wrote his doctoral thesis on the age factor in language acquisition at the Max Planck Institute for Psycholinguistics in Nijmegen (Netherlands). From 2006 onward, he took part in the language training project "German for the Start of School", where he was responsible for the development and implementation of an e-learning course for language training and for assessing and supporting children with German as a second language. Since 2011, he has been teaching the master's degree course "German as a second language" at the IDF.

Contact: pagonis@
idf.uni-heidelberg.de

JULIANE HINNERICHS graduated in 2016 from Heidelberg University's Institute for German as a foreign language philology (IDF) with a master's degree in "German as a second language"; she has entered the institute's doctoral programme with a scholarship from the Baden-Württemberg Government Fund for Doctoral Students. Hinnerichs studied patholinguistics at the University of Potsdam from 2007 to 2011 and went on to work as an academic language therapist. She has also taught courses at the IDF and is now involved in the BiliSAT project (Bilingual Language Development in School-age Children with/without Language Impairment with Arabic and Turkish as first languages) at Heidelberg University of Education. Her research focuses on the general language acquisition of unilingual and bilingual children, and specifically on the diagnosis of specific language impairment in children with German as a second language.

Contact: j.hinnerichs@
stud.uni-heidelberg.de

“Only through a more nuanced understanding of children’s learning processes can the language teacher recognise that apparently faulty forms are really indicators of important learning progress.”

„Dem Kind werden Frustrationen erspart und Erfolgserlebnisse vermittelt.“

Fehler als Fortschritte

Würden Kinder Lernerformen wie „Messeren“ und „Ohrs“ bilden, so wären diese nicht nur normativ betrachtet falsch, sondern sie widersprächen auch dem grundlegenden Prinzip der deutschen Pluralbildung, das, wie oben gezeigt, zweisilbige Pluralformen präferiert. Ganz anders die Formen „Balle“ oder „Tellers“: Zwar sind diese Formen ebenfalls nicht zielsprachenkonform, doch offenbaren sie, dass das Kind bereits das Grundprinzip der deutschen Pluralbildung erworben hat. Dieses besagt, dass Pluralformen eine eigene Markierung aufweisen müssen, damit sie sich von den dazugehörigen Singularformen unterscheiden, und dass sie idealerweise zweisilbig sind. Weil Lernerformen wie „Balle“ vom Kind nicht auswendig gelernt sein können, da diese Formen nicht im Sprachangebot des Kindes vorkommen, zeigen gerade diese normabweichenden Formen der Sprachförderkraft, welche Fortschritte das Kind im Spracherwerb bereits gemacht hat – auch wenn es von außen betrachtet so scheint, als gäbe es bei „Balle“ und „Tellers“ keine Fortschritte zu verzeichnen.

Eine geschulte Sprachförderkraft kann mit diesem Hintergrundwissen dagegen erkennen, wo der qualitative Unterschied zwischen verschiedenen nicht-zielsprachlichen Formen liegt. Ein Kind kann unter anderem „viele Ball“, „viele Balls“ oder „viele Balle“ sagen, die Formen scheinen sich auf den ersten Blick nicht prinzipiell zu unterscheiden: Sie sind falsch! Jedoch weist die erste Form darauf hin, dass der Plural noch gar nicht markiert wird, die zweite Form zeigt eine Pluralmarkierung, die aber noch nicht dem typischen zweisilbigen Pluralmuster im Deutschen entspricht, während die letzte Form diesem entspricht, auch wenn immer noch nicht die zielsprachliche Form „Bälle“

produziert wird. Somit können Fortschritte im Pluralerwerb erkannt werden, auch wenn das Kind noch scheinbar „fehlerhafte“ im Sinne von nicht-zielsprachlichen Pluralformen produziert.

Mit diesen Erkenntnissen zum Spracherwerb können auch didaktische Interventionen effektiver gestaltet werden, indem beispielsweise das Sprachangebot so konzipiert wird, dass es am nunmehr differenziert bestimmbar Lernstand des Kindes anknüpft und den jeweils nächsten Erwerbsschritt systematisch unterstützt. Das Sprachförderangebot bezieht sich dann auf die Vermittlung der Bildungsmuster, die den oben beschriebenen systematischen Zusammenhängen entsprechen. Somit können Kinder wie Azra gezielt und effektiv auf ihrem jeweils erreichten Sprachstand gefördert werden. Zudem gibt das Verständnis der hier beschriebenen Zusammenhänge der Förderkraft die Gewissheit, dass wichtige Erwerbsschritte vollzogen werden, selbst wenn die Pluralformen oberflächlich betrachtet immer noch falsch sind. Hierdurch werden der Förderkraft, wie auch dem Kind, Frustrationen erspart und Erfolgserlebnisse vermittelt. Was hier exemplarisch für den Bereich der deutschen Pluralmarkierung beschrieben wurde, wird am Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie für eine Reihe unterschiedlicher zentraler Lernbereiche der deutschen Grammatik beforscht – mit dem Ziel, Kindern wie Azra einen leichteren Einstieg in das deutsche Schulsystem zu ermöglichen. ●



MEDIÄVISTIK
VON GOTTES GLANZ UND SCHRIFT
FLÜCHTIGE TEXTE ALS ZEICHEN DES EWIGEN
LUDGER LIEB

78



SOZIOLOGIE
AUF ABWEGEN
DER ABGASSKANDAL DER DEUTSCHEN AUTOINDUSTRIE
MARKUS POHLMANN

86



LITERATURWISSENSCHAFT
LEITMOTIV CAMOUFLAGE
DIE WELT WILL BETROGEN SEIN
KARIN TEBBEN & FRIEDERIKE TEBBEN

94



KUNSTGESCHICHTE
ECHT ODER FALSCH?
KUNST DER TÄUSCHUNG UND TÄUSCHUNG IN DER KUNST
HENRY KEAZOR

102

KAPITEL



VON
GOTTES
GLAUBEN
UND
SCHRIFT

VON GOTTES GLANZ UND SCHRIFT

FLÜCHTIGE TEXTE ALS ZEICHEN DES EWIGEN

LUDGER LIEB

In den literarischen und künstlerischen Überlieferungen der christlich-jüdischen Tradition zeigt sich Gott, der Inbegriff des ewigen Seins, selbst nur flüchtig als Schein – er „er-scheint“ und verschwindet. Das gilt selbst dann, wenn Gott sich schriftlich äußert, denn er tut dies nie so, dass seine Schrift Bestand hätte, sondern stattdessen in Form von göttlicher „Scheinschrift“, in der er sich zugleich zeigt und doch wieder entzieht.

In der christlichen Welt des Mittelalters kommt Gott das höchste „Sein“ zu. Er ist nicht nur das „*summum bonum*“ (das höchste Gut), sondern auch das „*summum esse*“ (das höchste Sein). Jenseits aller Unbeständigkeit, Veränderlichkeit, Unvollkommenheit und Fragmentiertheit der diesseitigen Welt ist Gott das allein ganz in sich ruhende, ewig beständige und mit sich selbst identische Sein, das alles umfasst. Gott ist damit auch der Gegenbegriff zu jedem bloßen „Schein“, zu aller Täuschung der Welt, wie sie schon Platon in seinem „Höhlengleichnis“ beschreibt: Das, was wir sehen, sind nur die Schatten eines Feuers in einer Höhle; zu dem aber, was wirklich „ist“, zu den Ideen, haben die Menschen keinen Zugang. Wenn etwas ganz und gar nicht „Schein“ ist, sondern ganz und gar „Sein“, so ist es Gott. Wie aber kann dann Gott selbst „er-scheinen“, wie zeigt sich Gott als Sein im Schein? Darum soll es im Folgenden gehen.

Wenn nämlich ein solcher Gott, der das höchste Sein ist, sich den Menschen in dieser Welt zeigt, so wäre wohl zu erwarten, dass er sich so zeigen würde, wie es ihm besonders

entspreche, nämlich vollkommen, beständig, ewig, unveränderlich. Wenn alles auf dieser Welt nur vergänglicher Schein ist, so müsste doch gerade Gott sich anders zeigen. Aber das Gegenteil ist der Fall, zumindest in der jüdisch-christlichen Tradition: Wenn Gott sich offenbart, so tut er es flüchtig, unbeständig, partiell. Schon im brennenden Dornbusch (Ex 3: gibt es etwas Flüchtigeres als das Verbrennen eines trockenen Buschs?) zeigt sich Gott nur flüchtig, gibt er nur einen „An-Schein“ von sich, obwohl er das Sein selbst ist, wie sein Name sagt: „Ich bin, der ich bin“ oder „Ich werde sein, der ich sein werde“ (Ex 3,14). Er „erscheint“ und verschwindet. Selbst wenn Gott Mensch wird in Christus, entzieht er sich wieder und die Jünger erkennen ihn nicht mehr, und wenn sie ihn erkennen, wie in Emmaus, verschwindet er: „Da wurden ihre Augen geöffnet, und sie erkannten ihn. Und er verschwand vor ihnen“ (Lk 24,31).

Seltsame Verkehrung

Nicht anders ist es, wenn Gott sich schriftlich äußert. Das tut er an sich nur selten. Und er tut es eigentlich nie so, dass seine Schrift Bestand hätte. Dabei hätte er doch von seinem eigenen Geschöpf etwas lernen können: Schon im Alten Mesopotamien im dritten Jahrtausend vor (!) Christus ritzen Menschen Keilschrifttexte in Tontafeln, die extrem beständig waren und daher noch heute erhalten sind (rund 2.000 davon liegen in der Heidelberger Uruk-Warka-Sammlung), und seit Tausenden von Jahren weißeln Menschen Grabschriften, Ehrenbezeugungen, Weisheitssprüche und anderes in Stein, damit erhalten bleibt, was ihnen wichtig war – damit beschäftigen wir uns im Sonderforschungsbereich „Materiale Textkulturen“ (siehe Kasten). Und was macht Gott, was macht Gottes Sohn? Er schreibt, wenn überhaupt, mit dem Finger auf den staubigen Erdboden (Joh 8,6). Vielleicht, weil Gott immer schon wusste, was Paulus im zweiten Korintherbrief schrieb (!): „Denn der Buchstabe tötet, aber der Geist macht lebendig“ (2 Kor 3,6). Glaubt man der Bibel, so schreibt Gott am Anfang tatsächlich noch eigenhändig die zehn Gebote auf zwei Tontafeln: „Und als er auf dem Berg Sinai mit Mose zu Ende geredet hatte, gab er ihm die zwei Tafeln des Zeugnisses, steinerne Tafeln, beschrieben mit dem Finger Gottes“ (Ex 31,18). „Diese Tafeln waren Gottes Werk, und die Schrift, sie war Gottes Schrift, auf den Tafeln eingegraben“ (Ex 32,16). Doch Moses zerbricht die Tafeln aus Wut über das Goldene Kalb und die Ungeduld der Israeliten, und anschließend schreibt Gott gar nichts mehr, sondern lässt Moses die Tafeln neu beschriften – die dann in der sogenannten Bundeslade die Jahrhunderte (bis zum Babylonischen Exil) überdauerten.

Kurz gesagt liegt hier also eine seltsame Verkehrung vor: Während der Mensch als Teil der Scheinwelt Tausende Jahre überdauernde Schrift „seins“mächtig in Stein und Ton oder auf Papyrus und Pergament produziert, zeigt sich Gott, der Inbegriff des Seins, nur flüchtig als Schein,

„Gott
offenbart sich
in einer
Schrift,
die sich nicht
wirklich
materialisiert,
also Schein
bleibt,
sichtbares
Phänomen,
das fast
so vergeht wie
gesprochene
Sprache.“

selbst da, wo er schreibt. Ich möchte diesem Phänomen im Folgenden anhand von drei Beispielen göttlicher „Scheinschrift“ nachgehen, nämlich (1.) dem Menetekel, (2.) dem Gral und (3.) dem Isenheimer Altar. Zuvor soll aber eine kurze Reflexion zum deutschen Wort „Schein“ stehen.

Schein ist nicht gleich Schein

Die Sprache bewahrt manche Wahrheit in den Doppel- und Mehrdeutigkeiten ihrer Wörter. Das deutsche Wort „Schein“ mit seinen vielen Ableitungen und Komposita ist hier besonders aussagekräftig. Das lässt sich schon an der nicht ganz unwichtigen Differenz sehen zwischen

Sonderforschungsbereich „Materiale Textkulturen“

Der Sonderforschungsbereich „Materiale Textkulturen. Materialität und Präsenz des Geschriebenen in non-typographischen Gesellschaften“ (SFB 933) analysiert schrifttragende Artefakte aus Gesellschaften, in denen es keine Verfahren der massenhaften Produktion von Geschriebenem gab. Hierzu gehören beispielsweise religiöse Texte auf Rezitationsrollen im Alten Ägypten, in Keilschrift beschriebene Tafeln aus Mesopotamien oder Schriftzeichen an mittelalterlichen Bauwerken. Ziel ist es, neue interpretatorische Zugänge zu antiken und mittelalterlichen Texten zu entwickeln.

Die Schriftstücke werden vor allem auf ihre materiale Präsenz in einem bestimmten Raum- und Handlungszusammenhang hin untersucht: Wo war Geschriebenes in welcher Form vorhanden und wer hatte Zugang dazu? Wie wurde an, mit oder infolge des Geschriebenen gehandelt und inwieweit waren die Praktiken der Rezeption durch die „Materialität“ und „Präsenz“ der schrifttragenden Artefakte beeinflusst? Mit der Beantwortung dieser Fragen wollen die Wissenschaftler des SFB die Bedeutungen entschlüsseln, die zeitgenössische Rezipienten dem Geschriebenen in vergangenen „non-typographischen“ Gesellschaften beigemessen haben.

Der Sonderforschungsbereich wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft seit 2011 gefördert, im Mai 2015 wurde eine zweite Förderperiode bis 2019 in Höhe von rund 11,5 Millionen Euro bewilligt. Sprecher ist der Mediävist Prof. Dr. Ludger Lieb vom Germanistischen Seminar der Universität Heidelberg. An dem Verbund sind zurzeit rund 70 Forscherinnen und Forscher aus 18 geisteswissenschaftlichen Disziplinen der Universität Heidelberg und der Hochschule für Jüdische Studien Heidelberg beteiligt.

www.materiale-textkulturen.de

„anscheinend“ (es scheint, dass es so ist, das heißt, es ist wahr, „schein“lich so) und „scheinbar“ (es scheint nur so zu sein, es ist aber gerade nicht so). Für unsere Zwecke reicht es, drei Grundbedeutungen von „Schein“ zu unterscheiden (ich folge hier dem „Historischen Wörterbuch der Philosophie“):

a. Schein meint Glanz, Leuchten (lat. splendor): Ein Ding ist eine starke Lichtquelle oder reflektiert das Licht auf besondere Weise. Dinge, die visuell besonders hervorstechen, geben einen Schein ab: der „Sonnenschein“, der „Heiligenschein“.

b. Schein meint Phänomen, Erscheinung, Sichtbarkeit von etwas (lat. apparentia): Ein Ding hat einen „Schein“, insofern es sichtbar ist oder sichtbar wird, insofern es sich zeigt, zum „Vorschein“ kommt, einen „Widerschein“ gibt. Von diesem Augenschein („Evidenz“) der Dinge ist auch der weitverbreitete Gebrauch von Schein als Beweisstück, Bestätigung, Bescheinigung abgeleitet – etwa in den Begriffen Geldschein oder Vorlesungsschein. Abstrakte Ideen oder mentale Sachverhalte geben ebenfalls einen solchen Schein ab: Der wütende Mensch erscheint als wütender Mensch, er ist durch seine Handlungen, seinen Gesichtsausdruck als Wütender zu erkennen.

c. Schein meint Illusion, Trug, den falschen, den bloßen Schein (lat. illusio). Diese Bedeutung ist sicher die grundlegende in dem Gegensatzpaar von Sein und Schein. Etwas hat nur den Schein, etwas zu sein, es ist nur „schein“bar.

Geheimnisvolle Erscheinung

Mein erstes Beispiel für eine erscheinende Schrift Gottes ist das „Menetekel“, das vielfach literarisch bearbeitet wurde, etwa von Heinrich Heine in seiner Ballade „Belsazar“. Es findet sich im Alten Testament, im Buch Daniel. König Belsazar veranstaltet ein üppiges Gastmahl und entweiht dabei alles, was heilig ist:

„Und als sie so tranken, lobten sie die goldenen, silbernen, bronzenen, eisernen, hölzernen und steinernen Götter. Im gleichen Augenblick gingen hervor Finger wie von einer Menschenhand, die schrieben gegenüber dem Leuchter auf die getünchte Wand im Königspalast. Und der König erblickte die Hand, die da schrieb. Da entfärbte sich der König, und seine Gedanken erschreckten ihn, sodass seine Glieder schwach wurden und ihm die Knie schlotterten.“ (Dan 5,4-6)

Keiner der Weisen am Hof kann die erscheinende Schrift lesen und deuten. Nur der Gefangene, der jüdische Prophet Daniel, kann es und spricht dann zum König:

„..... Den Gott aber, der deinen Odem und alle deine Wege in seiner Hand hat, hast du nicht verehrt. Darum wurde von ihm diese Hand gesandt und diese Schrift geschrieben.



Abbildung 1
Rembrandt van Rijn,
Das Gastmahl des Belsazar (1635)
National Gallery (London)

So aber lautet die Schrift, die dort geschrieben steht: Mene mene tekel u-parsin. Und sie bedeutet dies: Mene, das ist, Gott hat dein Königtum gezählt und beendet. Tekel, das ist, man hat dich auf der Waage gewogen und zu leicht befunden. Peres, das ist, dein Reich ist zerteilt und den Medern und Persern gegeben.' (...) in derselben Nacht wurde Belsazar, der König der Chaldäer, getötet." (Dan 5,23–30)

Diese Stelle ist eine der wenigen Stellen in der Bibel, in der Gott schreibt. Es ist eine geheimnisvolle Erscheinung, keineswegs eine klare Ansage, obwohl ja das Material, auf dem geschrieben wird, eine getünchte, das heißt helle Wand, durchaus ein geeigneter Beschreibstoff wäre. Gott zeigt sich dennoch in unverständlichen Worten, in unvollständigen Sätzen. So hell die Flammenschrift erscheint – und dieser „Schein“, dieser Glanz des Göttlichen, ist von Rembrandt meisterhaft gemalt worden (Abbildung 1) –, so wenig klar, so bloß andeutungsvoll ist die Schrift Gottes. Man könnte geradezu sagen, es hat etwas von einem falschen Schein: eine Schrift erscheint und ist doch nicht zu lesen. Es bedarf erst des Deuters, um die Worte Gottes zu verstehen, um hinter ihrem Hervorscheinen, hinter ihrer Phänomenalität, die klare göttliche Aussage, die Wahrheit zu erkennen. Warum kann Gottes Schrift nicht so erscheinen, dass alle sie verstehen? Weil Gott sich entzieht, weil er ein verborgener Gott ist, verborgen in seinem Sein, das nur hin und wieder als Schein einer Erscheinung in die Welt der Menschen hineinscheint.

Schillernd und andeutungsvoll

Eine ähnlich geheimnisvolle Schrift erscheint immer wieder auf dem Gral, jenem heiligen Gegenstand, der das Zentrum der Gralsburg im „Parzival“ Wolframs von Eschenbach bildet (entstanden um 1210). Das Material, aus dem der Gral besteht, ist offenbar nicht irdisch, es ist nicht einmal zu benennen, genauso wenig wie seine Form. Wolframs Erzähler kommentiert daher ganz lapidar: daz „was ein dinc, daz hiez der Grâl“ (V. 235,23). Dieses Ding ist ein Kommunikationsmedium, denn immer wieder erscheint Schrift auf ihm: Worte, die von Gott stammen und der Gralsgesellschaft Anweisungen geben, zum Beispiel, wie sie den zum Gralherrscher erkorenen Parzival zu empfangen hätten. Vor allem erscheinen auch die Namen all derer auf dem Gral, die in diese „erlesene“ Gesellschaft berufen sind. Wie die Schrift erscheint und wieder verschwindet, erklärt Trevrizent, der Onkel Parzivals:

die aber zem grâle sint benant,
höert wie die werdent bekant.
zende an des steines drum
von karacten ein epitafum
sagt sînen namen und sînen art [...],
die schrift darf niemen danne schaben:
sô man den namen gelesen hât,
vor ir ougen si zergât. (V. 470, 21-30)

Hört, wie diejenigen wiederum,
die zum Gral berufen sind, bekannt gemacht werden:
An dem einen Ende des Steines
nennt eine Inschrift aus Buchstaben
seinen Namen und seine Herkunft. [...]
Die Schrift braucht niemand wegschaben,
vielmehr zergeht sie vor ihren Augen,
sobald man den Namen gelesen hat.

Der Name des Grals lautet nach Trevrizent: „lapsit exillîs“ (469,7), was ein so schillernder, unübersetzbarer und andeutungsvoller Name ist wie das Ding selbst (aus jenen? gefallener? exilierter? Stein?). Ebenso geheimnisvoll ist das Erscheinen und Verschwinden der Inschrift: Gott offenbart sich in einer Schrift, die sich nicht wirklich materialisiert, also Schein bleibt, sichtbares Phänomen, das fast so vergeht wie gesprochene Sprache. Man kann die Schrift nicht ausradieren, nicht wegschaben, man braucht es auch nicht: Sie verschwindet mit dem Lesen. Unter dem Gesichtspunkt von Inschriftlichkeit auf einem Stein, die gewöhnlich besonders langlebig ist, bleibt Gottes Wort in extremer Weise flüchtig.

„Entfaltung“ des Inneren

In meinem letzten Beispiel findet sich ebenfalls eine erscheinende Schrift Gottes. Das Besondere an dieser Erscheinung ist der Umstand, dass die Erscheinung der Schrift gewissermaßen vom Betrachter des Bildes selbst



PROF. DR. LUDGER LIEB
ist seit 2010 Professor für Ältere Deutsche Philologie am Germanistischen Seminar der Universität Heidelberg und leitet seit 2013 den Sonderforschungsbereich 933 „Materiale Textkulturen“ sowie dessen Teilprojekt „Inscripflichkeit. Reflexionen materialer Textkultur in der Literatur des 12. bis 17. Jahrhunderts“. Zuvor lehrte und forschte er in Kiel, Dresden und München. Seine Schwerpunkte in Forschung und Lehre sind Artusromane, Minnedichtung, Dingkultur und erzählte Inschriften sowie anthropologische und narratologische Fragestellungen.

Kontakt: ludger.lieb@gs.uni-heidelberg.de

„So wird der
Schein
als Glanz, als
Sichtbar-
werden und
als Illusion
zum Zeichen
des ewigen
göttlichen
Seins.“



Abbildung 2
Matthias Grünewald,
Isenheimer Altar: Die Versuchungen
des Heiligen Antonius
(Colmar, Musée d'Unterlinden)
© akg-images



Abbildung 3
Ausschnitt aus: Matthias Grünewald,
Isenheimer Altar: Die Versuchungen
des Heiligen Antonius
(Colmar, Musée d'Unterlinden)
© akg-images

erlebt werden kann. Das ist insofern ungewöhnlich, als vor der Erfindung des Films (man denke etwa an die erscheinenden und verschwindenden Schriften in den Harry-Potter-Filmen) solche magischen Erscheinungen kaum visuell wahrnehmbar gemacht werden konnten.

Auf dem berühmten Isenheimer Altar von Matthias Grünewald (fertiggestellt um 1515) findet sich im dritten Wandelbild auf dem rechten Flügel neben dem geschnitzten Altarschrein eine Darstellung der „Versuchungen des Heiligen Antonius“ (Abbildung 2). Während das Zentrum des Gemäldes von Antonius und den ihn quälenden furchterregenden Dämonen und Teufelsgestalten dominiert wird, ist ganz rechts unten ein Zettel gemalt, auf dem Folgendes zu lesen ist:

Vbi eras ihesu bone ubi eras quare
non affuisti vt sanares vulnera mea

Wo warst du, guter Jesus, wo warst du?
Warum bist Du nicht erschienen,
um meine Wunden zu heilen?

Dies sind die Worte, die Antonius ausruft, als er – nachdem die Dämonen verschwunden sind – die Gegenwart Gottes wahrnimmt in einem Glanz, der ihn umgibt. Gott tröstet ihn und weist darauf hin, dass er während des Kampfes mit den Dämonen präsent war. Der Zettel im Bild wurde also wohl von Antonius selbst geschrieben. Wenn man sich die Materialität dieses Schriftstücks genauer betrachtet (Abbildung 3), kann man zunächst feststellen, dass hier keine steinerne Tafel gemalt wurde, auf der die Worte des Heiligen verewigt würden, sondern ein schlichtes Stück Papier als Zeichen der Einfachheit und Flüchtigkeit. Offenbar war dieser Zettel zusammengefaltet, wie ein sehr persönliches Dokument, in dem ganz persönliche Gedanken formuliert sind: die Frage, die ich mit mir herumtrage! Das Schriftstück ist quasi eine „Entfaltung“ des Inneren: Es entfaltet den Zustand, in dem Antonius sich befindet. Flüchtig sind die Zeilen hingeschrieben, ohne besonderes Layout. Zudem ist noch Platz für eine Antwort, doch dieser Platz ist leer. Das ist das Zeichen der Abwesenheit, der noch nicht erfolgten Antwort Gottes.

Schein als Zeichen des ewigen göttlichen Seins

Wenn man genauer hinsieht und das räumliche Arrangement berücksichtigt, in dem sich der Zettel befindet, nimmt man wahr, dass der Zettel zwar irgendwie in der Luft zu hängen scheint, aber doch vor einem Baumstumpf situiert ist – und gerade dieser Baumstumpf, dieses unscheinbare und nutzlose und absterbende Stück Holz ist der Stoff, auf dem die Schrift Gottes erscheint! Hier findet sich die Antwort auf die Fragen des Antonius. Wer genau und lange hinsieht, kann erkennen, dass die Rinde des Baums Schriftzeichen bildet. So ermöglicht der Maler dem Betrachter,

GOD'S GLORY AND WRITING

EPHEMERAL TEXTS AS A SIGN OF THE ETERNAL

LUDGER LIEB

In the literary and visual representations of the Judeo-Christian tradition, God is always elusive. He is the epitome of eternal permanence in a transitory world, but only ever shows himself briefly, subverting his powerful, eternal presence with immediate withdrawal. This is evident even when he communicates in writing. While the first human scribes carved symbols into imperishable stone and clay, God writes with temporary letters that disappear once they have been read.

A striking example of God's fleeting presence is recounted in the Book of Daniel, in which King Belshazzar hosts a sacrilegious feast that is interrupted by a disembodied hand writing on the palace wall. The inscription gleams brightly, but remains unreadable until the Jewish prisoner Daniel decodes it, declaring the King to be found wanting. God shows himself with miraculous letters, but his presence is obfuscating rather than revealing; he remains concealed and only occasionally illuminates the world of men with his shining appearance. In equally mystifying fashion, God's writing also appears on the Holy Grail in Wolfram von Eschenbach's *Parzival*. The Grail, described only as "a thing", functions as a means of communication between God and the guardians of the Grail. After God's instructions are read, the letters vanish again, merely a momentary trace of the divine on durable material.

In a third example of God's ephemeral script, the onlooker may even play a part in its deciphering. Matthias Grünewald's *Temptation of St Anthony*, part of his *Isenheim Altarpiece*, features a painted scrap of paper in the bottom right-hand corner that bears the words of the saint deploring Jesus's absence during his trials. The paper is positioned in front of a tree stump that, upon close inspection, reveals Christ's answer to Anthony's lament. In letters half hidden, half carved out, the fragments of the stump spell FIDE, visible and meaningful only to those who perceive and trust in God's elusive presence. ●

PROF. DR LUDGER LIEB joined Heidelberg University in 2010 as Professor of Medieval German Philology at the Department of German Language and Literature. In 2013, he became head of Collaborative Research Centre 933 “Material Text Cultures” and of its subproject “Inscriptionality. Reflections of material text culture in the literature of the 12th to 17th centuries”. Prof. Lieb previously held positions in Kiel, Dresden and Munich. His research interests include Arthurian romances, Minnesang, material culture and narrated inscriptions, as well as anthropological and narratological questions.

Contact: ludger.lieb@gs.uni-heidelberg.de

**“In the Christian medieval world,
God embodies the
eternal being.
By the sametoken, he is the
antithesis of mere ‘appearance’,
of all deception
and illusion in the world.”**

zu erleben, wie Gottes Schrift erscheint, wenn man sich nur Zeit lässt: „Fide“ gibt die Rindenschrift zu erkennen. Das heißt entweder „Vertraue! Glaube!“ oder „Durch den Glauben ...“. Womöglich lässt sich etwas weiter rechts noch ein „Me“ lesen, was aber grammatikalisch nicht recht passen will. Manche Betrachter (und Wissenschaftler) werden sagen: „Da sehe ich nichts, das ist pure Illusion ...“.

Selbst dieser Hinweis auf die Nicht-Lesbarkeit würde sich letztlich noch gut einfügen in diese kleine Geschichte von Gottes Schein und Schrift. Auch das Menetekel kann nur von einem Auserwählten gelesen und gedeutet werden, und den Gral mit seinen Schriften sehen überhaupt nur diejenigen, die getauft sind. Auch hier im Isenheimer Altar erscheint Gott in der Schrift, gibt sich zu erkennen und entzieht sich doch zugleich, gibt nur einen Schein, einen Abglanz seiner Präsenz. So wird der Schein als Glanz, als Sichtbarwerden und als Illusion zum Zeichen des ewigen göttlichen Seins. ●

Zeugnisse der Erfindung der Schrift

Die Uruk-Warka-Sammlung, eine Leihgabe des Deutschen Archäologischen Instituts an die Universität Heidelberg, enthält mehr als 5.000 Fundstücke aus fast sechs Jahrtausenden, darunter auch im internationalen Vergleich einzigartige Exponate. Der Name geht zurück auf die Stadt Uruk (heute Warka), bei der es sich um das biblische Erech handelt – die bedeutende südmesopotamische Metropole, die auch heute noch als Keimzelle der altorientalischen Hochkultur und als der Ort gilt, an dem die Schrift erfunden wurde. Die als Lehrsammlung genutzte Uruk-Warka-Sammlung ist in der Obhut des Seminars für Sprachen und Kulturen des Vorderen Orients.

Die Funde stammen aus einem Zeitraum vom 5. Jahrtausend vor Christus bis zum 7. Jahrhundert nach Christus. Zu den wichtigsten Objekten gehören die ersten schriftlichen Urkunden auf Tontafeln, die in der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends vor Christus verfasst wurden. Mit etwa 2.000 nur zum Teil erforschten Keilschriftdokumenten verfügt die Sammlung über ein einzigartiges Ensemble von Exponaten, das nicht nur die mehr als dreitausendjährige Schriftgeschichte des Alten Orients veranschaulicht, sondern auch wissenschaftlich von höchstem Wert ist. Unter den Schriftdokumenten befinden sich literarische und historische Texte, Königsinschriften, Götterhymnen und Gebete in sumerischer und babylonischer Sprache, aber auch unter anderem Kaufurkunden sowie Werk- und Darlehensverträge. Außerdem enthält die Sammlung unter anderem Skulpturen, Plastiken, Baudekor, Metallgegenstände, Keramik, Siegel und Siegelabrollungen sowie Schmuck.

„In der christlichen Welt des Mittelalters ist Gott geradezu der Inbegriff des Seins. Er ist damit auch der Gegenbegriff zu jedem bloßen ‚Schein‘, zu aller Täuschung der Welt.“

AUF

ABWEGEN

AUF ABWEGEN

DER ABGASSKANDAL DER DEUTSCHEN AUTOINDUSTRIE

MARKUS POHLMANN

Die deutsche Automobilindustrie ist ins Zwielficht geraten. Wie konnte es dazu kommen, dass die beteiligten Unternehmen mit umweltschädigenden Trickereien lediglich schönen Schein produzierten – und offenbar keine Angst hatten aufzufliegen? Antworten darauf geben Untersuchungen von Heidelberger Soziologen, Rechtswissenschaftlern und Kriminologen zu „organisationaler Devianz“ – dem Phänomen, dass Beschäftigte zum Vorteil ihres Unternehmens von formalen Regeln und gesetzlichen Vorschriften abweichen, um informelle, ungeschriebene Regeln und Erwartungen zu erfüllen. Und dabei mitunter auch zu illegalen Mitteln greifen.

D

Der schöne Schein ist ein wesentlicher Bestandteil der Produkte der Automobilindustrie. Und diese Industrie ist außerordentlich einfallsreich in der Art, wie sie diesen schönen Schein produziert. Darauf muss man erst einmal kommen: Zur Reduzierung von Stickoxiden im Abgas von Dieselmotoren eine wässrige Harnstofflösung, bestehend aus 32,5 Prozent Harnstoff und 67,5 Prozent demineralisiertem Wasser, in viel zu kleine Tanks zu füllen und als „ad blue“ zu vermarkten. Oder einen Diesel-Pkw, der im

Normalbetrieb mit Stickoxid-Emissionen fährt, die bis zu 40 Mal höher liegen als der auf dem Prüfstand gemessene Wert, als „clean diesel“ anzubieten. Man sieht: Klappern gehört zum Handwerk, und zum Verkaufen gehört auch, sein Produkt möglichst optimal darzustellen.

Dass die Automobilindustrie nun mit ihrer Produktion des schönen Scheins bei Dieselfahrzeugen kräftig auf die Nase gefallen ist, gibt uns Anlass, aus soziologischer Perspektive einmal genauer hinzuschauen, warum Unternehmen zu teilweise regelwidrigen Mitteln greifen. Wir tun das im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprogramms „Organisationale Devianz-Studien“ (ODS), in dem Heidelberger Soziologen, Rechtswissenschaftler und Kriminologen der zentralen Frage nachgehen, wie Organisationen von legalen Pfaden abkommen. Dabei interessieren wir uns vor allem dafür, was in den Unternehmen passiert und unter welchen Bedingungen die Organisationen und ihre Manager von formalen Regeln, Vorgaben und Gesetzen abweichen und wie sich dies verhindern oder eindämmen lässt.

„Nicht zufällig standen und stehen die Konzerne zunächst am Pranger der US-Behörden und der US-Justiz.“

Wenn wir in der Soziologie und Kriminologie von „organisationaler Devianz“ sprechen, heißt das, dass die Beschäftigten eines Unternehmens von formalen Regeln und gesetzlichen Vorschriften zum Vorteil des Unternehmens – in der Regel ohne in die eigene Tasche zu wirtschaften – abweichen und darin den informellen, ungeschriebenen Regeln und Erwartungen des Unternehmens Folge leisten. Organisationale Devianz ist ein Begleitphänomen jeder Organisation – aber nicht jede Organisation greift dabei zu illegalen Mitteln. Automobilkonzerne wie Audi und Volkswagen haben aber bei den Abgasemissionen getrickst – und sich lange davor gedrückt, dies auch zuzugeben. Erst am 20. September 2015 gab es ein Geständnis des Vorstandsvorsitzenden des Volkswagen-Konzerns – elf Jahre nach Einführung der Abschalteinrichtungen bei Audi und fast eineinhalb Jahre, nachdem US-Behörden aufgrund einer Studie der gemeinnützigen Organisation International Council on Clean Transportation (ICCT) vom Mai 2014 mit den Überprüfungen begonnen hatten.

Anfälliges Umfeld

Wer ADAC-Mitglied ist oder ab und an etwas über die Automobilindustrie liest, für den kam die Aufdeckung der Trickserien nicht überraschend. Denn wir bewegen uns in einer Branche, in der solche Manipulationen gang und gäbe sind. So war der Volkswagen-Konzern selbst bereits

1973 an ähnlichen Manipulationen beteiligt: Bei seinem berühmtesten Auto, dem Käfer, hatte er zur Anpassung der Emissionen Temperatursensoren eingebaut, ohne dies bei der Zulassung anzugeben. Das Unternehmen kam damals mit einer Strafe von 120.000 US-Dollar davon. 1974 wurden Chrysler, Ford und Toyota mit ähnlichen Temperatursensoren auffällig, 1995 folgte General Motors (GM). Bei GM war bereits eine deaktivierende Software in Betrieb – die Strafe war mit 20 Millionen US-Dollar schon deutlich höher als zwei Jahrzehnte früher bei VW. 1998 war Ford mit einer deaktivierenden Software und einer Strafe von 7,8 Millionen US-Dollar an der Reihe, 1998 zahlte Honda für das gleiche Delikt 17,1 Millionen US-Dollar Strafe. Im selben Jahr war dann wegen Abschaltvorrichtungen die Nutzfahrzeugsparte mit Caterpillar, Renault, Volvo und weiteren Marken im Fokus: Es hagelte Strafen in Höhe von 83,4 Millionen US-Dollar plus rund eine Milliarde US-Dollar für Umrüstungen. Der Klageschrift zufolge entwickelte in der Nachfolge dann Audi seit 2004 seine Abschaltvorrichtungen und setzte sie unter dem Namen „Akustik-Funktion“ ein. Seit Ende 2006 übernahm Volkswagen diese für seine Autos, wie die Anklageschrift des Supreme Court of the State New York vom 19. Juli 2016 darlegt, und auch Opel und Daimler gerieten in der Folge unter Verdacht. Nicht zuletzt gehören auch die Vorwürfe gegebenenfalls kartellrechtlich relevanter Absprachen der Automobilhersteller zu diesem Bild einer devianzanfälligen Branche.

Eine Rolle spielt aber auch die politische Regulierung der Branche – die Frage, wie Regeln zur Vermeidung von Emissionen angewendet und Regelverstöße verfolgt werden. Nicht zufällig standen und stehen die Konzerne zunächst am Pranger der US-Behörden und der US-Justiz mit ihren klaren Stellungnahmen zu den Regelverstößen. In Europa und Deutschland hingegen kamen sehr unklare, dehnbare Regelungen zur Anwendung und die Kontrollen waren eher lax. So gestattet die Europäische Union in ihrer Emissions-Basis-Verordnung von 2007 ausnahmsweise Abschaltvorrichtungen, wenn „... die Einrichtung notwendig ist, um den Motor vor Beschädigung oder Unfall zu schützen und um den sicheren Betrieb des Fahrzeugs zu gewährleisten“. Das Bundesverkehrsministerium konstatiert im Bericht seiner Untersuchungskommission von 2016, dass alle Hersteller solche Abschaltvorrichtungen benutzten, aber keine unzulässigen Abschaltvorrichtungen verwendet würden. Je nach Auslegung erscheinen die Abschaltvorrichtungen hier also entweder als ordnungskonform oder als ordnungswidrig. Was die billigen Kaufgenommene Umweltschädigung angeht, beförderte damit das institutionelle Umfeld in Europa die Devianzanfälligkeit der Branche, auch wenn diese nicht in jeder Auslegung als Abweichung von der Emissionsverordnung der EU gesehen wird. Auch das von Bundeskanzlerin Angela Merkel auf dem Diesel-Gipfel verordnete Software-Update behebt

Illegales Handeln von Organisationen

Der Forschungsbereich „heiGOS – Heidelberg Research Group for Organization Studies“ am Max-Weber-Institut für Soziologie der Universität Heidelberg führt wirtschafts-, organisations- und industriesoziologische Studien durch. Zu seinen Forschungsprogrammen gehören die „Organisationalen Devianz-Studien“ (ODS), die eingebettet sind in einen interdisziplinären Verbund von Heidelberger Soziologen, Kriminologen und Rechtswissenschaftlern und in Kooperation mit Universitäten in den USA, China und Brasilien international vergleichend durchgeführt werden. Die Forschungsgruppe untersucht, wie Organisationen in verschiedenen kulturellen Kontexten zu illegalem Handeln gelangen und wie sie gegebenenfalls wieder auf rechtlich sicheren Boden zurückfinden – eine bisher wenig untersuchte Form von Kriminalität, bei der es nicht ausschließlich um persönliche Bereicherung geht, sondern in erster Linie um die Verfolgung der Ziele der Organisation. Um Hintergründe und Ursachen zu analysieren, gehen die Wissenschaftler neben gesellschaftlichen und institutionellen Faktoren auch den rechtlichen Konsequenzen nach. Dabei wollen sie Erkenntnisse der Organisationssoziologie in strafrechtliche Debatten der internationalen Korruptionsforschung einbringen.

die Problematik des zu hohen Stickstoffausstoßes im Grunde nicht. Es handelt sich in erster Linie um eine formale, auf die Zulassung der Fahrzeuge bezogene Regelung, welche den Umweltschutz in dieser Branche weiterhin unzureichend reguliert. Und das ist im Falle des Umweltschutzes leider keine Seltenheit.

In den USA dagegen kam die Volkswagen-Gruppe nicht mehr so leicht davon wie noch 1973: Hier addierten sich die Strafen und Restititionen bisher auf 22,6 Milliarden US-Dollar. Doch damit ist es noch lange nicht vorbei. Zwar wurde eine weitere Klage des Bundesstaates Wyoming abgewiesen und wurden mit anderen Bundesstaaten der USA Vergleiche geschlossen, aber Klagen von sechs weiteren amerikanischen Staaten waren zunächst noch anhängig, Ausgang ungewiss.

Welchen Nutzen haben die Unternehmen konkret davon, dass sie nicht nach den Regeln spielen? In den USA war der Diesel-Pkw nie wirklich eine Erfolgsgeschichte – aber immerhin konnte VW seine Absatzzahlen von 217.000 Pkw im Jahr 2008 auf 408.000 Pkw im Jahr 2013 steigern. Der Anteil der Diesel-Pkw stieg von 2000 bis 2011 von 0,3 Prozent auf 1,3 Prozent. Auch Audi konnte in den USA seine Absatzzahlen von 82.000 Pkw im Jahre 2009 auf 202.000 Pkw im Jahre 2015 erhöhen, der Anteil der

dieselbetriebenen Fahrzeuge stieg ebenfalls. Abschalt-richtungen einzusetzen schien somit für die Unternehmen auf dem Weg zu mehr Umsatz nützlich zu sein – zumindest vor ihrer Aufdeckung. Aller Wahrscheinlichkeit nach hatten die Software-Ingenieure und -Entwickler und ihre Führungskräfte vor allem diesen Nutzen im Blick. Derzeit stehen sie nicht im Verdacht, sich durch die Manipulationen persönlich bereichert zu haben.

Subkulturen in der Organisation

Wenn Unternehmen legale Pfade verlassen, geschieht dies selten nur auf der Basis von Gier und Gerissenheit einiger weniger schwarzer Schafe. Sehr oft bilden sich „Subkulturen“ oder „social cocoons“ in der Organisation, in der die Abweichung geduldet oder gar gerechtfertigt wird. Man muss nicht, wie die Klageschrift des Staates New York, von einem „vorsätzlichen und systematischen Betrugssystem von Dutzenden Beschäftigten auf allen Ebenen des Unternehmens bei den Emissionen“ sprechen („willful and systematic scheme of cheating by dozens of employees at all levels of the company regarding emissions“). Aber ohne Beteiligung oder Duldung wichtiger Führungskräfte sind solche weitreichenden Manipulationen kaum vorstellbar. Laut einem Bericht der Kanzlei Jones Day soll bereits 2007 ein Audi-Ingenieur einen größeren Kreis von Managern seines Unternehmens in einer E-Mail darüber informiert haben, dass es „ganz ohne Bescheißen“ nicht möglich sei, die US-Grenzwerte beim Schadstoffausstoß von Dieselwagen einzuhalten. Und der auf den Ingenieuren lastende Druck, das gewünschte Ergebnis zu erreichen, war bekanntlich sehr groß. Die Software-Funktion selbst war gut versteckt, in einer sogenannten Akustik-Funktion, und nicht einfach zu dechiffrieren. Das wahrgenommene Aufdeckungsrisiko wurde daher als gering eingeschätzt, zumal in der EU diese Tricksereien von den Autokonzernen als „legal“ erachtet wurden. Zugleich legten die Anwälte von Volkswagen 2016 auch dar, dass sie in den USA mit einer Strafe von höchstens 100 Millionen US-Dollar im Falle der Aufdeckung gerechnet hätten und nicht davon ausgegangen seien, dass in diesem Fall der Markenkern von VW beschädigt würde.

Und schließlich ist der wichtige Punkt der Sozialisation nicht zu unterschätzen: Denn diejenigen, die zum Nutzen des Unternehmens hohe persönliche Risiken in Kauf nehmen, sind meistens nicht Führungskräfte und Mitarbeiter, die von anderen Unternehmen zum Konzern gekommen sind – es sind häufig sehr loyale, langjährig zugehörige Insider. In der Regel ist nicht illegale persönliche Bereicherung jenseits der Anreizsysteme des Unternehmens Ziel ihres Handelns, sondern Anerkennung und eine verstärkte Zugehörigkeit zum „inner circle“ des Konzerns. Die ungeschriebenen Regeln des Konzerns haben sie nicht nur gelernt, sondern über die Jahre verinnerlicht – gerade auch solche jenseits von Vorschriften oder gar Gesetzen. Ende

„Je abstrakter, fernerliegend und indirekter die Handlungsfolgen sind, desto eher werden auch drastische Folgen als weniger bedeutsam eingeschätzt oder gar übersehen.“

August 2017 wurde in den USA erstmals ein VW-Ingenieur wegen der illegalen Abschaltvorrichtung zu einer mehrjährigen Gefängnisstrafe und einer Geldbuße in Höhe von 200.000 US-Dollar verurteilt – laut Medienberichten war er seit 1982 bei VW tätig. Auch andere unter Verdacht stehende Manager und Top-Ingenieure bei VW und Audi weisen überwiegend lange Betriebs- und Konzernzugehörigkeiten auf. Das Muster dahinter ist typisch für organisationale Devianz: Häufig gibt es einen „inner circle“ von langjährig zugehörigen Insidern, die mit den ungeschriebenen Regeln des Konzerns groß wurden und für die die Regelabweichungen im Laufe der Zeit selbstverständlich geworden sind.

Abstrakte Handlungsfolgen

Warum kommen Organisationen und ihre Manager also vom rechten Weg ab? Die soziologischen Antworten auf diese Frage zeigen viele Gemeinsamkeiten zu Managern auf, die bestochen haben oder in anderer Weise regelwidrig

oder illegal „zum Wohle“ ihres Unternehmens aktiv wurden. Welchen Charakteristika folgen deren Handlungsweisen und wie entstehen Handlungsorientierungen, die Manager und Unternehmen in die Devianz oder Illegalität führen?

Ein Befund unserer Forschung dazu ist, dass Anerkennung, Loyalität und die Zugehörigkeit zu einem inneren Kreis der Verschworenen die Belohnung für den Gebrauch illegaler Mittel darstellt. Wer seinem Unternehmen distanziert gegenübersteht, geht ein solches Risiko gar nicht erst ein. Eine wichtige Zutat der soziologischen Erklärung ist aber auch der Bezug zu den Handlungsfolgen. Denn anders als bei anderen Straftaten bleiben diese abstrakt und der Bezug zu ihnen und den Opfern distanziert. Experimente zeigen immer wieder: Je abstrakter, fernerliegend und indirekter die Handlungsfolgen sind und je weniger die Opfer dabei in den Blick geraten, desto eher werden auch drastische Handlungsfolgen als weniger bedeutsam eingeschätzt oder gar übersehen. Genau das ist typisch für viele Fälle

GONE ASTRAY

THE DIESEL SCANDAL OF THE GERMAN AUTOMOTIVE INDUSTRY

MARKUS POHLMANN

In stark contrast to what appeared to be shiny and promising innovations such as AdBlue – an aqueous urea solution consisting of 32.5 per cent urea and 67.5 percent demineralised water, filled into tanks that are much too small – and clean diesel, the dirty realities exposed by the Volkswagen emissions scandal in September 2015 not only dropped a bombshell on the entire automotive industry, but also whetted the intellectual curiosity of the academia. Sociologists, with the help of criminologists and lawyers, have been trying to come up with a sociological explanation for what went wrong at VW and at other big carmakers that at one time or another committed more or less the same sin.

The result of such an interdisciplinary effort is reflected i. a. in the phenomenon known as “organisational deviance”, and its role of éminence grise behind the scandal that is gradually but unmistakably unfolding as more details leak out. Though certain institutional circumstances unique to the automotive industry unquestionably contributed to the scandal, organisational deviance – whereby corporate employees take the risk of deviating from accepted rules, regulations and behavioural standards, not for personal enrichment but for the profit of their employers, and in doing so abide by or even internalise informal and hidden corporate rules – provides a new perspective that is more pertinent to the organisational set-up of big corporations than conventional wisdoms. It shows how virtues such as recognition, loyalty and a sense of belonging could be the accomplices of a crime that is collectively committed in the name, and indeed for the benefits of, the organisation. ●

PROF. DR MARKUS POHLMANN is Professor of Organisational Sociology at Heidelberg University's Max Weber Institute for Sociology. His work focuses on organisational and management sociology, economic sociology and an internationally comparative investigation of organisational crime. In his publications, he explores the social significance of economic elites, and the generational change and associated change of values among top managers. His current research interests include interdisciplinary corruption research, which he conducts together with Heidelberg criminologists and lawyers in an internationally comparative approach.

Contact: Markus.Pohlmann@soziologie.uni-heidelberg.de

“The more abstract, remote and indirect the effects of their actions are, the higher the likelihood that people will underestimate or overlook even drastic consequences.”



PROF. DR. MARKUS POHLMANN ist Professor für Organisationssoziologie am Max-Weber-Institut für Soziologie der Universität Heidelberg. Zu seinen Schwerpunkten zählen die Organisations- und Managementsoziologie, die Wirtschaftssoziologie sowie die Erforschung von organisationaler Kriminalität im internationalen Vergleich. Seine Arbeiten befassen sich mit der gesellschaftlichen Bedeutung ökonomischer Eliten und mit dem Generationenwechsel und dem damit verbundenen Wertewandel im Top-Management. Zu seinen gegenwärtigen Forschungsschwerpunkten zählt die interdisziplinäre Korruptionsforschung, die er gemeinsam mit Heidelberger Kriminologen und Strafrechtlern international vergleichend untersucht.

Kontakt: Markus.Pohlmann@soziologie.uni-heidelberg.de

„Diejenigen, die zum Nutzen des Unternehmens hohe persönliche Risiken in Kauf nehmen, sind häufig sehr loyale, langjährig zugehörige Insider.“

von Unternehmens- und Umweltkriminalität – und es trifft auch auf die Manipulationen bei den Automobilkonzernen zu: Die höhere Krebswahrscheinlichkeit durch die Umgehung der Abgasvorschriften erscheint in diesem Zusammenhang als wenig greifbar und hinreichend fernliegend. Daran ändern auch Schätzungen von weltweit 38.000 Menschen, die wegen erhöhter Abgasbelastung allein im Jahre 2015 frühzeitig verstarben, nichts.

Wie beschrieben, handelt es sich in vielen Fällen regelwidriges Handeln um Insider mit langjähriger Konzernzugehörigkeit, die die ungeschriebenen Regeln verinnerlicht haben. Da niemals alle mitspielen, hebt sich der Kreis der Verschworenen von den anderen ab. Für eine soziologische Erklärung ist es dabei wichtig, dass häufig Prozesse des Einschleichens illegaler Handlungsweisen und ihre Rechtfertigung zum Beispiel durch den Konkurrenzdruck eine Rolle spielen. Die Vorstellung, dass sich die Täter an einem bestimmten Punkt nach Abwägung von Kosten und Nutzen für oder gegen eine regelwidrige Handlung entscheiden, ist dagegen empirisch häufig nicht haltbar. Täterinterviews und Fallstudien zeigen: Oftmals sind die Handlungen entweder intuitiv und unüberlegt oder das abweichende Verhalten schleicht sich langsam ein.

Tricksen ist nichts Ungewöhnliches

Zuletzt spielt in einer soziologischen Erklärung auch eine Rolle, dass die Handlungsweisen selbst im Kontext des

Wirtschaftens nicht ungewöhnlich sind, sondern nur in bestimmten Fällen regel- und rechtswidrig. Wie bereits eingangs geschildert, gehört die Herstellung des schönen Scheins beim Produktverkauf dazu. So wenden die Automobilhersteller zum Beispiel auch für die Ermittlung der Verbrauchswerte eine Reihe von Tricks an: Sie benutzen besonders gut eingefahrene Prüffahrzeuge, rollwiderstandarme Reifen oder Hochleistungsschmierstoffe oder entfernen sogar Teile der Basisausstattung und verkleben wegen des geringeren Luftwiderstands Türschlitze und Kühlergrill.

Eine solche Analyse regelwidriger Handlungsweisen darf allerdings nicht als Entschuldigung oder Rechtfertigung missverstanden werden. Sie entbindet die Manager und die Unternehmen nicht von ihrer Verantwortung für die Verstöße, trägt aber zu ihrer soziologischen Erklärung bei und stellt die Weichen für eine effektivere Prävention. Denn auch das abweichende Verhalten erscheint in dieser Perspektive als organisational mitbegründet – als ein kollektives Phänomen, das einer soziologischen Erklärung bedarf, damit es zu Veränderungen kommen kann. ●

LEITMOTIV

**CAMOU-
FLAGE**

LEITMOTIV CAMOUFLAGE

DIE WELT WILL BETROGEN SEIN

KARIN TEBBEN & FRIEDERIKE TEBBEN

Im Falle von Hochstapelei ist die Erweckung eines Scheins, der sich vom Sein wesentlich unterscheidet, eine kriminelle Handlung. Im Falle literarischer Produktion mit Realitätsbezug – also etwa in gesellschaftsgeschichtlich und autobiographisch grundierten Romanen – ist eben dieser Prozess ein künstlerischer Akt, der kulturell legitimiert ist und dem Autor Anerkennung einbringen kann. Diese engen Bezüge zwischen Hochstapelei und literarischer Produktion haben Thomas Mann so stark beunruhigt, dass er sie vielfach reflektierte, besonders offensichtlich mit den „Bekanntnissen des Hochstaplers Felix Krull“.

M

Mit der Familiensaga „Buddenbrooks“ (1901) und Erzählungen wie „Tonio Kröger“ (1903) berühmt geworden, begann Thomas Mann 1905 mit einem kleineren, heiter-parodistischen Werk. Dazu angeregt wurde er von den damals viel gelesenen Memoiren des rumänischen Hoteliebs und Heiratsschwindlers George Manulescu, die dieser nach seiner medienwirksamen Festsetzung im Städtischen Irrenhaus zu Dalldorf 1905 niedergeschrieben hatte. Es musste aber ein halbes Jahrhundert vergehen, bis Thomas Mann 1954, ein Jahr vor seinem Tod, die „Bekanntnisse des Hochstaplers Felix Krull“ zum Druck bringen konnte. Sie waren zu einem veritablen Roman angewachsen und zugleich eine Art Lebensbuch geworden, das bedeutungsvolle Bekanntnisse des Künstlers Thomas Mann offenbarte. Das Verhältnis von Sein und Schein spielt darin eine zentrale Rolle.

Dass Manulescu in Thomas Mann einen interessierten Leser fand, kommt nicht von ungefähr. Der kreuzbürgerliche Lübecker Kaufmannssohn haderte um diese Zeit mit seiner Bestimmung als Künstler, und dies verstärkte, als er in die angesehene Münchner Familie Pringsheim einzuheiraten gedachte. Dies spiegelt sich schon in „Tonio Kröger“ wider, in der eine russische Malerin den etwas formell wirkenden Schriftsteller im berühmten Atelier-Gespräch als „verirrte[n] Bürger“ bezeichnet. Dieser empfindet sich als Außenseiter der bürgerlichen Gesellschaft, der er sich als Aristokrat des Geistes überlegen fühlt. Durchschüttelt von „Erkenntnisekel“ analysiert er zwar deren Mediokrität, sehnt sich zugleich aber nach den „Wonnen der Gewöhnlichkeit“. Seine Leser jedoch ahnen nichts von den moralischen Abgründen und dem zweifelhaften Charakter desjenigen, von dessen literarischer Scheinwelt sie sich verzaubern lassen – geschweige denn, dass sie wissen, „dass es nötig sei, in einer Art Haftanstalt zu Hause zu sein, um zum Dichter zu werden“. In seiner dubiosen Existenzform gleicht der Künstler also dem Betrüger und Hochstapler per se. Sein und Schein treten auch bei ihm und seinem Werk weit auseinander und können sowohl in der Selbsteinschätzung als auch in der Fremdwahrnehmung zum Problem werden. „Dichter lügen“, sagte schon der griechische Philosoph Platon – aber ihr Lügen ist keine moralische Verfehlung, sondern Kunst.

Camouflage als Leitmotiv

Vorbereitet wurde Thomas Manns Auseinandersetzung mit dieser Problematik durch die Begegnung mit Arthur

„Konstitutiv für Thomas Manns künstlerische Verfahrensweise ist das sowohl von Auseinandertreten als auch von Verschmelzung bestimmte Verhältnis von Sein und Schein.“

Schopenhauers philosophischer Abhandlung „Die Welt als Wille und Vorstellung“. Deren Lektüre bedeutete „ein ‚seelisches‘ Erlebnis ersten Ranges und unvergeßlicher Art“, wie Thomas Mann in seinem „Lebensabriß“ betont. Die raum-zeitliche Welt in allen ihren Erscheinungen ist nach Schopenhauer nichtige Scheinhaftigkeit, die über das lebensbestimmende Gesetz des blinden Wollens und seiner zerstörerischen Triebenergie – das eigentliche „Sein“ – hinwegtäuscht. Allein der Künstler darf sich „lustvoll-sinnlich und sündig der Welt der Erscheinungen, der Welt der Abbilder verhaftet fühlen [...], da er sich zugleich der Welt der Idee und des Geistes zugehörig weiß, als der Magier, der die Erscheinung für diese durchsichtig macht. Die vermittelnde Aufgabe des Künstlers, seine hermetisch-zauberhafte Rolle als Mittler zwischen oberer und unterer Welt, zwischen Idee und Erscheinung, Geist und Sinnlichkeit kommt hier zum Vorschein“, gesteht der von seinen Kindern als „Zauberer“ bezeichnete Thomas Mann. Auch wenn er sich mit Friedrich Nietzsches Hilfe spätestens im „Zauberberg“ ausdrücklich zum „großen Lebensja“ bekennen und seinen Erkenntnisekel im Werk mit Humor und

**„Camouflage,
in welcher
Form auch
immer, bildet
ein integrales
Leitmotiv
von Thomas
Manns Werk.“**

Ironie austreiben wird: Camouflage, in welcher Form auch immer, bildet ein integrales Leitmotiv seines Werkes.

Auch das eloquente Glückskind Krull widmet sich ganz dem schönen Schein – und macht ihn sich unbekümmert zunutze. Krulls Leben erfüllt sich in Maskeraden und Betrügereien als rein ästhetische Existenz. Voraussetzung ist, dass die Welt betrogen sein ‚will‘. „Die Welt, diese geile und dumme Metze will geblendet sein – und das ist eine göttliche Einrichtung, denn das Leben selbst beruht auf Betrug, *und Täuschung*, es würde versiegen ohne die ‚Illusion‘. Beruf der Kunst“, heißt es in einer frühen Arbeitsnotiz Thomas Manns.

„Die Welt will betrogen sein“

„Mundus vult decipi, ergo decipiatur“ – die Welt will betrogen sein, also wird sie betrogen: Das ist der Leitgedanke, dem Krull folgt – notfalls, indem er vorgibt zu sein, was er nicht ist, und stiehlt, was er nicht besitzt. Genau hier erweist sich Felix Krull als Alter Ego seines Erfinders – ganz abgesehen davon, dass beide sich als bezaubernde

Sprachvirtuosen auszeichnen. Was Krull zum Ansehen verhilft – der Diebstahl von Schmuck –, das sind bei Thomas Mann die sogenannten Subsidia: jene, wie auch Goethe in „Lotte in Weimar“ gesteht, „Hilfsquellen, die Stimulanzien, die Mittel zur Eroberung gelehrter Welten zu produktivem Zweck“, konkret: die Fülle der von Thomas Mann für seine Romane ausgebeuteten literarischen und kulturgeschichtlichen Werke, Spezialstudien und Lexika. Und auch das fragwürdige Treiben des liebenswürdigen Schelms, der jeden über seine wahre Identität täuscht, ist dem seines Erfinders nicht unähnlich: „Ein Dichter“, so resümiert Thomas Mann in seinem Essay „Im Spiegel“, „ist, kurz gesagt, ein auf allen Gebieten ernsthafter Tätigkeit unbedingt unbrauchbarer, einzig auf Allotria bedachter, dem Staate nicht nur nützlicher, sondern aufsässig gesinnter Kumpan, der nicht einmal sonderliche Verstandesgaben zu besitzen braucht, sondern so langsamen und unscharfen Geistes sein mag, wie ich es immer gewesen bin, – übrigens ein innerlich kindischer, zur Ausschweifung geneigter und in jedem Betrachte anrühiger Charlatan, der von der Gesellschaft nichts anderes sollte zu gewärtigen haben – und im Grunde auch nichts anderes gewärtigt – als stille Verachtung.“

Dass Thomas Mann die Gunst des Publikums ebenso wenig gleichgültig war wie seinem Felix Krull, hat er allerdings nie bestritten. Freilich wird diese autobiographische Bekenntnishaftigkeit auch vielfach umspielt, erweitert und überlagert durch stoffliche und formale Motive, die den Text in Beziehung zu anderen Dimensionen setzen. Er bewegt sich gleichsam auf verschiedenen Ebenen, deren Identifizierung und Synthetisierung einer hermeneutischen Schulung bedarf, die bestimmte Textsignale zum Anlass für biographische und geistesgeschichtliche Erkundungen nimmt. Hierfür hat der Heidelberger Philosoph Hans-Georg Gadamer mit seinem Buch „Wahrheit und Methode“ (1960), das die Prozeduren und Bedingungen des Erkundens und speziell auch der Verschmelzung der verschiedenen Bedeutungshorizonte analysiert, eine weltweit beachtete und bis heute gültige Grundlage geschaffen. Sein Schüler Horst-Jürgen Gerigk hat diese in Werken wie „Entwurf einer Theorie des literarischen Gebildes“ (1975), „Lesen und Interpretieren“ (2001) und „Lesendes Bewusstsein“ (2016) in manchen Punkten ausgebaut und insbesondere durch die Betonung der „ästhetischen Differenz“, die methodische Grundlage zum Verständnis literarischer Texte ist, präzisiert. Der Heidelberger Literaturwissenschaftler geht von dieser Prämisse aus: Literarische Texte kann man „psychologisch“ oder „poetologisch“ lesen. Die psychologische Lesart obliegt dem naiven Leser; der liest, weil er auf unterhaltsame Weise über den Tellerrand seines eigenen Lebens hinaus schauen will, den literarischen Text wie eine durch die Wirklichkeit selbst gegebene Schilderung des Lebens. Der andere Leser begriff den Text als komponiertes Gebilde



PROF. DR. KARIN TEBBEN forscht und lehrt im Bereich **Neuere deutsche Literaturwissenschaft am Germanistischen Seminar der Universität Heidelberg**. Sie studierte Germanistik, Theologie und Bildende Kunst in Münster und Oldenburg, wo sie 1995 promoviert wurde. 2004 habilitierte sie sich an der Universität Heidelberg. Ihr besonderes Forschungsinteresse gilt der **deutschen Literatur vom 18. bis 20. Jahrhundert, die sie mit Blick auf Inhalte und Methoden benachbarter Disziplinen untersucht, beispielsweise Medizin/ Psychiatrie, Rechtswissenschaften, Theologie und Bildende Kunst**. Derzeit gibt sie die **Werke des Arztes, Romanciers, Kulturkritikers und Zionisten Max Nordaus** neu heraus, 2018 erscheinen im **Verlag de Gruyter** dessen **„Reden und Essays zum Zionismus“**.

Kontakt: karin.tebben@gs.uni-heidelberg.de

einer künstlerischen Intelligenz, dessen Machart beobachtet und dessen Demonstrationsabsicht erschlossen werden muss, wenn der Text im Verhältnis zum Leben richtig verstanden werden soll. An dieser bewährten hermeneutischen Tradition hält die Heidelberger Literaturwissenschaft fest und entwickelt sie weiter, ohne sich indessen neueren Ansätzen zu verschließen.

Sechs verschiedene Ebenen

Die „Bekenntnisse des Hochstaplers Felix Krull“ bewegen sich mindestens auf sechs verschiedenen Ebenen. Auf der literaturgeschichtlichen Ebene wird das Genre der Autobiographie parodiert, in welcher sich der Verfasser sowohl entblößt als auch verhüllt. Auf der erkenntniskritischen und ontologischen Ebene wird Schopenhauers Seinsauffassung exemplifiziert. Auf der psychologischen Ebene kommen Fragen der künstlerischen Kreativität, des nötigen Narzissmus' und der ebenfalls nötigen Tendenz zum Exhibitionismus ins Spiel. Auf der kunstphilosophischen Ebene wird das Postulat der grundsätzlichen Heiterkeit der Kunst zum Thema. Unter herrschaftssoziologischen Gesichtspunkten rückt das von dem Heidelberger Soziologen Max Weber beschriebene Phänomen des Charismas in den Blick. Auf die europäische Kulturgeschichte verweist die Organisation von Krulls Leben, indem das bereits in der Antike beschriebene fünfgliedrige Schema eines amourösen Prozesses auf seine Initiation zum Künstler übertragen wird.

Konstitutiv für Thomas Manns künstlerische Verfahrensweise ist das sowohl von Auseinandertreten als auch von Verschmelzung bestimmte Verhältnis von Sein und Schein. Krulls Lebensgeschichte liefert jene notwendigen Effekte, die dem Leser Wirklichkeit suggerieren: Charaktere, Handlungen, Gespräche, Schauplätze sowie Milieuschilderungen und zeit- und mentalitätsgeschichtliche Phänomene. Unter dieser von Realitätsvokabeln ausgewiesenen Textoberfläche – die eng verwandt ist mit Schopenhauers Begriff der Welt als „Vorstellung“ – verborgen sich weitere Bedeutungsebenen. Thomas Mann zufolge muss die sichtbare Welt durch den Autor „beseelt“ werden, sodass sich „die Welt der Realität von derjenigen der Kunst auf immer unterscheidet“, wie es in dem poetologisch bedeutsamen Essay „Bilse und ich“ (1906) heißt. Der Erzähler offeriert dem Leser also nur eine dünne Realitätsschicht, die man als Maske autonomer Bedeutungs- und Sinnzusammenhänge verstehen kann. Sie können transparent gemacht werden, indem die „Subsidia“ offengelegt und die hochkomplexe Leitmotivtechnik dechiffriert wird. Auf den Krull übertragen heißt das, dass auch auf der Rezeptionsebene Sein und Schein eine Bedeutung erlangt: Der Text bietet zum einen dem „naiven“ Leser eine unterhaltsame köstliche Lektüre, wenn er dem redege wandten Schelm auf seinem Lebensweg folgt – diesem Textverständnis tragen die Verfilmungen des Romans Rechnung. Zum anderen bieten die „Bekenntnisse“ aber



DR. FRIEDRIKE TEBBEN wurde 2015 am Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie der Universität Heidelberg mit einer Arbeit über Genie und Charisma im Werk Thomas Manns promoviert. Zuvor studierte sie an der Universität Würzburg und der Universität Mainz Germanistik sowie Ethnologie und Afrikastudien. Derzeit unterrichtet Friederike Tebben Neuere deutsche Literaturwissenschaft, Akademisches Schreiben und Deutsch als Fremdsprache am Internationalen Studienzentrum der Universität Heidelberg, im Rahmen des American Junior Year Program der Universität Heidelberg und am Middlebury College in Vermont (USA). Ihre Forschungsschwerpunkte umfassen die deutsche Literatur des 20. Jahrhunderts, nationale und internationale (Bürger-)Kriegsliteratur, Kinder- und Jugendliteratur sowie Motivgeschichte, insbesondere Medizin und Technik in der Literatur.

Kontakt: friederike.tebben@alumni.uni-heidelberg.de

eben auch tiefer liegende Bedeutungsschichten, die wir aus dem Blickwinkel unserer Forschung an einigen Beispielen aufzeigen wollen.

Bildnerinnen künstlerischer Existenz

Eine Grundüberzeugung Thomas Manns ist es, dass sich hinter gewissen und von uns als „typisch“ wahrgenommenen (psycho-logischen) Lebenssituationen jene existenziellen Grundmuster erkennen lassen, von denen der Mythos handelt. Diese mythologische Lesart lässt sich auch für die „Bekanntnisse“ reklamieren und gibt ihnen eine unvermutete literarische Dignität.

Krulls Lebensweg steht im Zeichen einer angestrebten Künstlerexistenz. Die großen Bildnerinnen künstlerischer Existenz sind – wie kann es anders sein, wenn man sich die Wertschätzung Thomas Manns für Goethes „Wilhelm Meister“-Romane vor Augen führt – die Frauen, von denen Felix aufgefordert, mitgenommen, unterwiesen, beglückt und schließlich – um eine entscheidende Erfahrung bereichert – entlassen wird. Strukturell wiederholt die Abfolge der erotischen Beziehungen ein literarisches Schema, das aus der Antike bekannt ist und fünf Stufen der Liebeshandlung andeutet: Anblick, Ansprache, Berührung, Kuss, Koitus. Jede neue Liebeserfahrung ist an einen Ortswechsel gebunden und bedient insofern das Motiv der Lebensreise. In fünf Liebeshandlungen vollzieht sich auch in den „Bekanntnissen“ die Klimax des Künstlers.

Im übertragenen Sinne verkörpert bereits im Elternhaus Krulls das Zimmermädchen Genovefa das Erblicken und Anschauen der Frau, also die Wahrnehmung der eigenen sinnlichen Existenz. In die Welt entlassen, richtet sich „die Achtsamkeit des sich bildenden Jünglings“ auf die zu jener „anrühlichen Schwärmerei“ gehörende Rosza, die der „menschlichen Sehnsucht berufsmäßig“ dient. Sie verkörpert den zweiten Schritt der antiken Erotik, die Ansprache. Diese beschränkt die kundige junge Dame „auf die sachlichsten Anweisungen und Verabredungen“ sowie „auf kurze Zurufe, welche dem [...] Ausdrucksbereich der Circusmanege entstammten“. Auf die Entwicklung zum Künstler bezogen bedeutet dieser Schritt: Krull, zur Liebe berufen, erlernt das Handwerk, ohne das kein Werk gelingen kann.

Gelegenheit, seine erworbenen Fertigkeiten unter Beweis zu stellen und sie mit großem ökonomischem Nutzen zu verbinden, findet sich bald im Liebesabenteuer mit Diane Houplé, in dem sich die sinnliche Kombination von Diebstahl und Liebeskunst schicksalhaft erfüllt. Diana, Göttin der Jagd, der Geburt und des Lichts, erfüllt die dritte Stufe, die Berührung, und ist das Zeichen des Erwählens und Erwählterwählens. Krulls Beine geben Diane Anlass zu philosophischen Betrachtungen: „Willst du mir glauben, Geliebter, dass ich nur dich, immer nur dich geliebt habe, seit ich empfinde. Will sagen, nicht dich, doch die Idee von

dir, den holden Anblick, den du verkörperst?“ Nichts anderes sieht Diane in ihrem schönen Liebhaber als die „mythische Existenz“ des Künstlers. Die Episode endet mit der Bezeichnung Krulls als Hermes – er ist in der griechischen Mythologie unter anderem der Schutzgott der Reisenden, der Diebe, der Redekunst und der Magie. Wie sehr diese mythische Gestalt Thomas Mann zusagte, verrät eine Notiz: „Künstlertum. Das Stehlen ist Passion, erotische Bethätigung und Beglückung. Der große Gewinn dabei ein angenehmes Accidenz, wie der Reichtum eines erfolgreichen Künstlers“. Krulls Eintritt in die Lissaboner Kuckuck-Familie, deren Familienvorstand ihn die Allsympathie lehrt, kommt schließlich einer Aufnahme in die Götterfamilie gleich; auf olympischen Höhen wird der Gott der Blender und Diebe freundlich aufgenommen bei Zeus, Hera und Kore. Der fünfstufige Weg der Liebe und des Lebens erreicht sein Ziel: Krull küsst die Tochter und vollendet in der Umarmung der Mutter Maria Pia seinen Initiationsritus als Künstler.

Charismatische Existenzen

Neben der mythologischen Lesart hat der Roman auch eine politische Bedeutungsebene. Von der 1911 entstandenen Novelle „Der Tod in Venedig“ bis zu den „Bekanntnissen“ zeigen sich in Thomas Manns Werken Wechselwirkungen zwischen Herrschendem und Beherrschten, die jenen Strukturen charismatischer (und faschistoider) Herrschaft ähneln, wie sie Max Weber ausarbeitete. Im literarischen Labor differenzierte Thomas Mann diese Wechselwirkungen sukzessive aus. Zweifellos besitzt Felix Krull Charisma. „Felix“ – der Glückliche – ist nicht nur ein sprechender Name, sondern zugleich auch der Name eines Märtyrers und Heiligen. Sein Träger steht also unter dem Patronat eines Mannes, der in der Nachfolge Christi eine höchst Stufe erreicht hat. „Warum ich aber Felix heiße, das weiß Gott allein“, gesteht der Glückliche seinem imaginären Publikum, das kultur- und religionsgeschichtlich besser geschult, darin einen Verweis auf charismatische Veranlagung des Helden erkennt. Und tatsächlich ist es so, dass der Sohn eines Schaumweinfabrikanten die ihm zuteilwerdende Gottesgnade bereits in der Kindheit geschickt zu nutzen versteht; „in dem geheimnisvollen, aber uner-schütterlichen Gefühl, ein Gunstkind der schaffenden Macht und geradezu von bevorzugtem Fleisch und Blut zu sein“, betört der verwandlungsfähige „Kostümkopf“ Frauen und verzaubert Männer. Stets profitieren beide Seiten: Zu den Betörten kommt Liebesglück und Aufwertung, zum Betörenden Ansehen und Geld. Die zwielichtige Herkunft des „Sonntagskindes“ stellt kein Hindernis auf seinem Weg zum Erfolg dar. Im Gegenteil – weiß doch die Charismaforschung, nicht zuletzt durch Thomas Manns frappierend hellsichtigen Essay „Bruder Hitler“, dass in der charismatischen Herrschaft die „außeralltäglichen Qualitäten einer Führerpersönlichkeit“ (Max Weber) nicht selten auf ein Stigma zurückgehen.

CAMOUFLAGE AS A LEITMOTIF

THE WORLD WANTS TO BE DECEIVED

KARIN TEBBEN & FRIEDERIKE TEBBEN

The projection of appearances that differ substantially from reality is a criminal act as far as impostors are concerned. In the case of literary works based in reality – such as novels addressing social history or autobiographical topics – the same process is an act of art that is culturally legitimised and may garner praise and recognition for the author. This paradoxical affinity between imposture and literary production caught Thomas Mann’s attention in 1905, when he read the then sensational memoirs of an impostor, and it agitated him to such an extent that he began to explore it in his own narrative the very same year.

His writing was frequently interrupted by other works and the historical upheaval of the following decades, but the story was too important to Thomas Mann to give up. Instead, he expanded on it and developed it into a novel that was published in 1954 under the title “Confessions of Felix Krull” (Bekenntnisse des Hochstaplers Felix Krull). These humorous “confessions” are often regarded as the “comic relief” from the historical atrocities that are the subject of other Thomas Mann novels, particularly “Doctor Faustus”, which was published immediately prior to the impostor’s tale. However, “Confessions of Felix Krull” also presents an astute observation of the means by which appearances are created and of people’s general willingness to be fooled. Finally, the novel gives readers a glimpse of the artist’s own workshop of appearance fabrication. ●

**“Camouflage in
any shape or form is an
integral leitmotif in
Thomas Mann’s works.”**

PROF. DR KARIN TEBBEN is a member of the “German studies: modern literature” unit at Heidelberg University’s Department of German Language and Literature. She earned a degree in German studies, theology and fine arts in Münster and Oldenburg, where she obtained her PhD in 1995. In 2004, she completed her habilitation at Heidelberg University. Prof. Tebben’s research focuses on German literature from the 18th to the 20th century, which she investigates with reference to the subjects and methods of related disciplines, such as medicine/psychiatry, law, theology and fine arts. She is currently preparing a new edition of the works of physician, novelist, cultural critic and Zionist Max Nordau; his “Speeches and Essays on Zionism” (“Reden und Essays zum Zionismus”) will be published by de Gruyter in 2018.

Contact: karin.tebben@gs.uni-heidelberg.de

DR FRIEDERIKE TEBBEN is a member of Heidelberg University’s Institute for German as a foreign language philology, where she earned her PhD in 2015 with a thesis on genius and charisma in the works of Thomas Mann. Before her transfer to Heidelberg, she studied at the universities of Würzburg and Mainz, graduating with a degree in German studies, ethnology and African studies. Friederike Tebben currently teaches modern German literature, academic writing and German as a foreign language at the International Study Centre and the American Junior Year Programme of Heidelberg University and at Middlebury College in Vermont, USA. Her research interests include German literature of the 20th century, national and international (civil) war literature, children’s and young adult literature and motif history, especially medicine and technology in literature.

Contact: friederike.tebben@alumni.uni-heidelberg.de

Ergänzt um die Erkenntnis, dass die „Willenskraft, diese geheimnisvolle und oft fast übernatürlicher Wirkungen fähige Macht“ Anerkennung und Gefolgschaft sichert, weiß Felix seine Gottesgabe zu instrumentalisieren und bis zur Perfektion den Schein zugunsten des bloßen Seins auszuarbeiten. Vor allem die Bekanntschaft mit dem Schauspieler Müller-Rosé, der hinter den Kulissen ein „unappetitlicher Erdenwurm“ ist, auf der Bühne aber zu einem glanzvollen, seinem Publikum leuchtende Lebensfreude beschierenden „Glühwurm“ wird, lehrt Krull, was die Welt im Inneren zusammenhält: täuschende Illusion und erotischer Lebenswille. Aus dem Glückskind wird ein Glücksbringer. Dazu bedarf es weniger Hilfsmittel, einer „Gentlemensgarderobe“ beispielsweise. Anders als bei Gottfried Keller machen in den „Bekanntnissen“ nicht die Kleider den Mann, sondern umgekehrt: „Der Mann macht das Kleid.“ Dass Felix Krull schließlich im Gefängnis seine Memoiren schreibt, tut seinem Charisma keinen Abbruch. Erstens gibt er den Grund für seinen unwirtlichen Aufenthalt nicht preis, und zweitens verzaubert er von dort aus mit seinen Memoiren seine Leser.

Der Hitler-Essay von 1939 ist in diesem Zusammenhang übrigens von weiterem Interesse; handelt er doch auch von einer Hochstapler- und Schauspieler-Existenz, die der des Künstlers gar nicht unähnlich ist – eine „peinliche Verwandtschaft“, wie Thomas Mann schreibt, Hitler sei, so gesehen, ein „etwas unangenehmer und beschämender Bruder“. Aber während der gewöhnliche Hochstapler im Bereich des privaten Lebens bleibt und der Dichter seine geistigen Höhenflüge durch die literarische Form und Existenzweise ihrer Verlautbarung als Hochstapeleien legitimiert und kenntlich macht, wirkt der politische Hochstapler in einem Bereich, in dem bloße Kompetenzbehauptungen, Anmaßlichkeiten und Lügen zu allgemeinem Unheil führen können. Die Hochstaperei zeigt hier ihre böse, verbrecherische Fratze, und die Welt muss für die Täuschung, der sie sich in der „Zustimmungsdiktatur“ des Dritten Reichs bereitwillig ergeben hat, teuer bezahlen.

Vom strengen hin zum heiteren Glück

Mit dem Titelzusatz „Der Memoiren erster Theil“, so gestand der Zauberer einem Brieffreund später, habe er die Leser gefoppt. Denn damit tue er so, „als ob die Fortsetzung dieser Scherze unterwegs wäre, während doch von Weiterem noch kein Wort auf dem Papier steht und ich im Grunde weiß, dass ich das Uning nie zu Ende führen werde“. Das „strenge Glück“, das Thomas Mann als Künstler erfahren durfte, weil er den Ruhm mit harter Arbeitsdisziplin erkämpfen musste, verwandelte er in seinem „Lebenserntedankfest“, als welches die „Bekanntnisse“ gelten dürfen, in ein heiteres Glück. Von der dunklen, bösen Seite der Hochstaperei hatte er sich mit „Bruder Hitler“, seinen Rundfunkreden an die Deutschen und seinem tiefgründigen Aufarbeitungsroman „Doktor Faustus“

(1947) abgewandt. Danach suchte er eine „Durchheiterung“ seiner Existenz und seines Schaffens. Dabei ging es nicht nur um psychische Entlastung, sondern auch um Rechtfertigung der künstlerischen Hochstaperei, der künstlerischen Verzauberung der Welt als Heilmittel gegen deren niederdrückende „Atrozitäten“, wie Thomas Mann zu sagen pflegte. In diesem Lichte gesehen ist die amüsante Hochstaplergeschichte doch auch wieder eine sehr ernste Angelegenheit. Thomas Mann führt mit seinem Felix Krull vor, was Friedrich Schiller in seinem berühmten Aphorismus festhielt: „Ernst ist das Leben, heiter sei die Kunst.“ ●

„Felix Krulls Leben erfüllt sich in Maskeraden und Betrügereien als rein ästhetische Existenz. Voraussetzung ist, dass die Welt betrogen sein will.“

ECHT

ODER

FALSCH?

ECHT ODER FALSCH?

KUNST DER TÄUSCHUNG UND TÄUSCHUNG IN DER KUNST

HENRY KEAZOR

Immer wieder wird die Kunstwelt in zum Teil spektakulären Fällen mit Fälschungen genarrt, wobei die Täter eine ungemeine Kreativität wie auch Perfidie bei Konzeption, handwerklicher Ausführung und Vertrieb ihrer Werke an den Tag legen können. Das Geschäft mit dem falschen Schein kann schwerwiegende und dauerhafte Schäden in der Kunstgeschichte anrichten – doch die Fachwelt kann den Umgang mit Fälschungen auch zu ihrem Vorteil nutzen.

S

„Sembrare e non essere“ – also „Scheinen und nicht Sein“ – ist ein 1993 in Mailand erschienenenes Buch betitelt, in dem es, wie der Untertitel schon ankündigt, um „Fälschungen in Kunst und Kultur“ („I Falsi nell' Arte e nell Civiltà“) geht. Der so angedeutete breite Horizont wird in dem Band anhand einer Fülle von Objekten entfaltet, die gefälschte Nachrichten und Briefe, Reliquien, wissenschaftliche Geräte, Fossilien, Tierpräparate, aber mit Gemälden, Zeichnungen, Stichen, Skulpturen und Druckgrafik auch Kunstwerke umfasst. Ebenso weit wie das Spektrum der Gegenstände selbst sind auch deren

tatsächliche oder vermeintliche Herkunftsländer und -kulturen, zu denen neben Europa und den USA auch Afrika, China oder Japan gehören. Der reale Entstehungszeitraum wiederum reicht zwar vom Mittelalter bis in die Gegenwart, jedoch werden dabei auch immer wieder Objekte imitiert, die aus der Antike, ja gelegentlich sogar schon aus der Ur- und Frühgeschichte zu stammen vorgeben. Das Buch, das auf eine 1990 am British Museum in London organisierte Ausstellung mit dem Titel „Fake? The Art of Deception“ („Fälschung? Die Kunst der Täuschung“) zurückgeht, macht so Verschiedenes deutlich:

Gefälscht wurde und wird zu allen Zeiten, was als wertvoll erachtet wurde und wird. Und: Dabei wird immer wieder eine ungemeine Kreativität an den Tag gelegt, was die Konzeption, die handwerkliche Ausführung und den Vertrieb der Fälschungen betrifft. Hierfür werden sowohl unschuldige, da von den Fälskern getäuscht, als auch mit Geld korrumpierte Experten in den Dienst genommen, welche wiederum unverdächtig erscheinende Medien wie etwa Publikationen als Vehikel nutzen, um die Fälschungen als vermeintliche Originale in Umlauf zu bringen: Eine vom 25. Mai 2016 bis zum 26. Februar 2017 an der Universitätsbibliothek Heidelberg in Kooperation mit dem Institut für Europäische Kunstgeschichte der Ruperto Carola gezeigte Ausstellung mit dem Titel „Fake: Fälschungen, wie sie im Buche stehen“ beleuchtete erstmals systematisch, wie Auktions- und Werkkataloge, Monographien und wissenschaftliche Studien von Fälschern genutzt wurden und werden, um ihre Kunst-Fälschungen darin zum Original „adeln“ zu lassen.

Als ebenso dreist wie kreativ, da von einem tiefen Verständnis der Abläufe zeugend, die in Kunstgeschichte und Kunsthandel bei der Überprüfung der Originalität eines Werks zum Tragen kommen, muss die Strategie des britischen Hochstaplers John Drewe erachtet werden: Dieser beauftragte in den 1990er-Jahren den Maler John Myatt mit der Fälschung von Gemälden der klassischen Moderne und verschaffte diesen daraufhin eine glaubwürdige Provenienz, also Herkunftsgeschichte, indem er Bücher in den Bibliotheken namhafter Galerien und Museen (ver)fälschte. Zu diesem Zweck stellte er sich selbst unter seinem wirklichen Namen „John Cockett“ Empfehlungsschreiben aus, die es ihm erlaubten, Zugang zu diesen Bibliotheken zu bekommen. Dort stahl er dann Ausstellungskataloge aus den 1950er-Jahren, die er zu Hause entweder um einzelne Einträge ergänzte, die sich auf die Fälschungen Myatts bezogen und diese als Originale von der Hand anderer Künstler auswiesen, oder aber er fälschte die Bücher gleich komplett. Diese manipulierten beziehungsweise gefälschten Verzeichnisse brachte er sodann in die entsprechenden Bibliotheken zurück und stellte sie dort anstatt der entwendeten Bände ein. Ließ er nun die Provenienz der von ihm auf dem Kunstmarkt angebotenen Fälschungen Myatts



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

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

überprüfen, griffen die Kunsthistoriker und Kunsthändler ahnungslos zu den von ihm ver- beziehungsweise gefälschten Ausstellungskatalogen und attestierten Myatts Werken eine respektable, da vermeintlich gut dokumentierte Herkunftsgeschichte.

Vom drittklassigen Gemälde zum Spitzenwerk

Mindestens genauso perfide nimmt sich der Fall des belgischen Sammlers Emile Renders aus, der zu Beginn des 20. Jahrhunderts in seinem Besitz befindliche zweit- bis drittklassige Gemälde von einem belgischen Restaurator zunächst so verfälschen ließ, dass sie als Spitzenwerke der niederländischen Malerei des Spätmittelalters gefeiert wurden. Sodann ließ er diese als unbezweifelte Originale naturwissenschaftlich untersuchen und veröffentlichte die Ergebnisse in Fachorganen des Kunsthandels und der Kunstgeschichte wie dem renommierten britischen „Burlington Magazine“ als angebliches naturwissenschaftliches Belegmaterial: Werke, die ähnliche Resultate aufwiesen, konnten anschließend ebenfalls als Originale gelten. Da hierbei aber schon verfälschte Bilder die Grundlage darstellten, konnte Renders davon ausgehen, dass auch weitere in seinem Auftrag verfälschte Gemälde dank eines solchen Vergleichs künftig für authentisch erklärt würden.

Gerade anhand dieses Falles wird auch deutlich, wie schwerwiegend und auch dauerhaft die Schäden sein können, die Fälschungen in der Kunstgeschichte anrichten können: Indem sie den Blick auf das tatsächliche Schaffen der Künstler verzerren, verfälschen sie die Sammlungen in Museen sowie Privatbesitz und damit auch die auf dieser Grundlage geschriebene Kunstgeschichte, deren Publikationen dann noch lange von solchen Fälschungen durchzogen bleiben. Zugleich destabilisieren sie den Kunstmarkt durch die so provozierte Verunsicherung und beschädigen zudem den Namen der gefälschten Künstler: Nachdem der deutsche Fälscher Wolfgang Beltracchi ab Mitte der 1980er-Jahre Werke des expressionistischen Malers Heinrich Campendonk nachgeahmt hatte und 2010 entlarvt worden war, lag für einige Zeit der Schatten des Zweifels auf sämtlichen neu auf dem Kunstmarkt angebotenen Gemälden Campendonks, selbst wenn sie von lückenlosen Herkunftsnachweisen begleitet wurden.

In der Heidelberger Ausstellung waren nicht nur erstmals zwei Fälschungen Beltracchis öffentlich ausgestellt (darunter auch einer seiner frühen „Campendonks“), sondern dem Publikum bot sich hier zugleich auch die einzigartige Gelegenheit, Original und Fälschung, also Sein und Schein, direkt zu vergleichen. Denn einer von Beltracchi 1985 gemalten und auf 1930 datierten Porträt-Fälschung nach Motiven des Duisburger Malers Johannes Molzahn war ein Originalbildnis von der Hand des Künstlers aus dem Jahre 1930 gegenübergestellt, was bei eingehender Betrachtung

„Indem man Fälschungen für Erkenntnisse und zur Schulung nutzt, kann man sie vielleicht künftig schneller entlarven.“

die Entdeckung durchaus erkennbarer Unterschiede ermöglichte. Solche direkten Gegenüberstellungen müssen Fälscher jedoch im Alltag eher selten fürchten, da die Werke der von ihnen gefälschten Künstler oftmals zu stark verstreut und für eine solche Konfrontation nicht so schnell verfügbar sind.

Drei Pfeiler der Entlarvung

Damit stellt sich jedoch die Frage nach den grundsätzlichen Möglichkeiten der Fälschungsentlarvung, die, als um Wissenschaftlichkeit bemühte Methode, inzwischen auf eine rund 160-jährige Geschichte zurückblicken kann: Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts gab es die ersten dahingehenden Bestrebungen vonseiten einiger Chemiker und Restauratoren. Wurden dabei zunächst Geistes- und Naturwissenschaften oftmals gegeneinander ausgespielt, so hat sich im Verlauf der Zeit erwiesen, dass nur eine Verschränkung verschiedener Methoden zielführend sein kann: Kennerschaftliche Stilkritik – das heißt der geschulte Blick der Experten –, die Erforschung der Herkunftsgeschichte sowie naturwissenschaftliche Untersuchungen bilden dabei die maßgeblichen Säulen eines Ansatzes, der von jedem dieser drei Pfeiler aus beginnen kann. Dass dabei nicht etwa naturwissenschaftliche Analysen die beiden anderen Säulen dominieren, ist zum einen darin begründet, dass diese nach wie vor sehr teuer und auch dahingehend aufwendig sind, dass zumeist eine Materialprobe aus dem zu untersuchenden Werk entnommen werden, dieses also – wenngleich nur minimal – „beschädigt“ werden muss. Daher sind es häufig zunächst einmal stilkritische Beobachtungen, die zu einem Eingangsverdacht führen, der sodann naturwissenschaftliche Prüfungen nach sich zieht. Zum anderen kann eine solche Untersuchung stets nur nachweisen, dass ein fragliches Objekt entweder vom Befund her unbedenklich oder aber auffällig ist – eine Entscheidung darüber, ob es sich dabei

um ein echtes oder falsches Werk handelt, ist damit noch nicht gegeben, denn: Fällt das Ergebnis materialtechnisch unbedenklich aus, kann es ebenso gut sein, dass der Fälscher einfach sehr gut und präzise gearbeitet hat; in Fällen hingegen, in denen das Resultat der Untersuchung Anlass zur Skepsis gibt, ist es durchaus möglich, dass die Analyse lediglich auf die Spuren einer am Original vorgenommenen Restaurierung gestoßen ist. Auch im Fall Beltracchis waren es zunächst einmal die geschulten Blicke der Kenner, die seine frühen Fälschungen aus der Mitte der 1980er-Jahre als auffällig einstufen. Eben der Fall Beltracchi hat jedoch auch gezeigt, dass einzelne Experten ebenfalls täuschbar sind, was Anlass dazu gab und gibt, über die Möglichkeiten und Grenzen des „Expertentums“ nachzudenken.

Trügerisches Sicherheitsgefühl

Dies zum einen, weil jeder Mensch nicht nur grundsätzlich fehlbar ist, sondern sich über das Maß seiner Fehlbarkeit auch regelmäßig selbst täuscht: In der Psychologie spricht man in diesem Zusammenhang vom sogenannten „Hindsight Bias“ (Rückschaufehler). Das bezeichnet die jedem Menschen eigene Neigung, sich systematisch falsch an frühere eigene Vorhersagen in Bezug auf ein Ereignis zu erinnern, nachdem man dessen tatsächlichen Ausgang erfahren hat. Dass das auch auf das Phänomen von Schein und Sein in der Kunst zutrifft, zeigt eine von dem Diplompsychologen Max Vetter vom Psychologischen Institut der Universität Heidelberg gemeinsam mit der Heidelberger Kunsthistorikerin Lena Marschall und mir im Sommer 2015 durchgeführte Untersuchung: Auch bei der Beurteilung von Kunstwerken als Originale oder Fälschungen tendieren Menschen dazu, ihre diesbezüglichen Fähigkeiten im Nachhinein überzubewerten. Eben dieses trügerische nachträgliche Gefühl des „Ich habe es eigentlich doch schon

„Oft ist es gerade die Materialität der gefälschten Objekte, die den Experten mit vom Fälscher gezielt gesetzten ästhetischen Reizen zu blenden und zu täuschen vermag.“

immer gewusst“ kann zu einer problematischen Selbstüberschätzung führen und ist möglicherweise, neben anderen Faktoren, auch dafür verantwortlich, dass es immer neue Fälschungsfälle gibt: Indem die Experten sich nach jedem aufgedeckten Skandal in der falschen Sicherheit wiegen, ein solcher Betrug werde sich nicht mehr wiederholen, da sie sich im Rückblick ja sicher sind, dass die Fälschungen tatsächlich einfach zu enttarnen gewesen wären, bereiten sie diesen gerade einen neuen Boden. Hier könnten eine stärkere Demut in Bezug auf die Fähigkeiten des Einzelnen und eine stärkere, gleichberechtigte Kooperation mehrerer Experten ein gewisses Korrektiv darstellen.

Zum anderen wurde und wird das Phänomen der Fälschung bislang fast durchgängig aus der akademischen kunstwissenschaftlichen Ausbildung als angeblich seltene und zudem anrühige Ausnahme ausgeblendet. Dies, im Verbund mit einer verstärkt theoretisch ausgerichteten Lehrplanung, hat dazu geführt, dass Kunsthistoriker zunehmend weniger auf den direkten Umgang mit materiellen Objekten vorbereitet sind. Wie jedoch ein Blick in die Geschichte der Kunstfälschung zeigt, ist es oft gerade die Materialität der gefälschten Objekte, die den Experten mit vom Fälscher gezielt gesetzten ästhetischen Reizen zu blenden und zu täuschen vermag. Demgegenüber sowohl den selbstverständlicheren Umgang mit dem physischen Objekt in der Kunstgeschichte als auch den kritischen Blick zu schulen, sind die Ziele eines am Institut für Europäische Kunstgeschichte verfolgten Projekts zur Gründung eines Fälschungsarchivs. Anhand der aus den Asservatenkammern von Landeskriminalämtern als Dauerleihgabe zur Verfügung gestellten Fälschungen können die Studierenden vieles lernen, das auch für die Auseinandersetzung mit den für die Lehre jedoch zu meist nicht verfügbaren Originalen wichtig ist – angefangen von der systematischen Beschreibung und Bestandserfassung eines Objekts bis hin zu Fragen der Sammlungsforschung, der ästhetischen Theorie und der Geschichte der Kunstgeschichte. Denn auch eine Fälschung ist, als materiell gefertigtes Werk, zunächst einmal ein „Original“, das erst dann zur „Fälschung“ wird, wenn seine Natur und Geschichte nicht korrekt kommuniziert werden. Zudem kann sie als Spiegel des jeweiligen Zeitgeschmacks und des betreffenden Blicks auf das Original verstanden werden, das heißt, Fälschungen geben immer auch Aufschluss über den jeweils zeitgebundenen Blick des Fälschers und seines Zielpublikums auf die Originale, deren Züge in der Fälschung quasi isoliert und zuweilen sogar übersteigert werden, um diese umso überzeugender erscheinen zu lassen.

Der Schein ist dem Sein zuweilen doch nützlich
Obwohl Fälschungen aus den hier dargelegten Gründen eigentlich ein Ärgernis für die Kunstgeschichte sind, sollte man sie, anstatt sie nur abzulehnen, auch zum Vorteil der eigenen Disziplin nutzen. Man wird ihre Existenz nicht ganz verhindern können, aber indem man sie

REAL OR FAKE?

THE ART OF FORGERY AND FORGERY IN ART

HENRY KEAZOR

The art world has been, is and most probably always will be confronted with spectacular cases of forgery. As an Italian book, published in 1993 and entitled “Sembrare e non essere” (“Seeming and not being”), shows: Throughout history, anything that was considered precious became subject to forgery. Forgers demonstrate an impressive creativity and perfidy in the conception, technical execution and distribution of their works. And it is exactly because of such cunning practices that forgeries can wreak immense damage: Not only do they distort the perspective on the original creation of the forged artist; they falsify the profiles of museums and private collections, and even art history itself, when it is based on fakes that may be long entrenched in scientific publications. Moreover, forgeries destabilise the art market because of the uncertainty that follows their exposure: Some artists’ reputations suffered irreparable damage after the discovery of fakes cast suspicion on all other works attributed to them.

Despite all these harmful and sometimes enduring effects of forgeries on art history, the discipline could also benefit from their existence if it were more willing to address this challenge. First, because forgeries can make us aware of the weaknesses of established methods and help us understand the limits of our ability to spot the difference between real and fake. Second, by including the study of actual forged objects in academic training – as an upcoming project at Heidelberg University aspires to do – we could sensitise art historians to the threat of fakes and allow them to reacquaint themselves with the physical object, something that has been rather neglected in the teaching of art history at universities. ●

PROF. DR HENRY KEAZOR joined the staff of Heidelberg University in autumn 2012 as Professor of Modern and Recent Art History. From 2008 to 2012, he held the Chair of Art History at Saarland University. His research interest include French and Italian painting of the 17th century, contemporary architecture, art forgery, music videos and the relationship between art and the media.

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

“Throughout history, anything that was considered precious became subject to forgery.”

für Erkenntnisse und zur Schulung nutzt, kann man sie vielleicht künftig schneller entlarven. Damit würde sich auch die These des amerikanischen Historikers Anthony Grafton bestätigen, der 1990 in seinem Buch „Forgers and Critics“ das Szenario eines den Fortschritt befördernden Wettlaufs als adäquate Beschreibung des Verhältnisses von Experten und Fälschern entwarf: Um den jeweiligen Gegner ein- und überholen zu können, muss man sich intensiv mit ihm auseinandersetzen und auf Strategien sinnen, besser zu sein als er: „Fälscher und Kritiker“, so Grafton, „waren durch die Zeiten miteinander verschlungen wie Laokoon und seine Schlangen; und die wechselhafte Natur ihres anhaltenden Kampfes gehört zu den zentralen Themen in der Entwicklung der historischen und philologischen Forschung.“ Und so kommt es, dass Fälschungen, wie der Historiker perplex kommentiert, „was das eigenartigste ist, (...) bedeutende Neuerungen in den wissenschaftlichen Forschungsmethoden“ gefördert haben. Der Schein ist dem Sein also zuweilen doch nützlich – wenn man ihn gegen sich selbst zu nutzen versteht.

Die an der Universitätsbibliothek gezeigte Ausstellung „Fake: Fälschungen, wie sie im Buche stehen“ ist als virtuelle Ausstellung online weiter verfügbar unter www.ub.uni-heidelberg.de/ausstellungen/fake2016/Welcome.html. ●

„Gefälscht wurde
und wird zu
allen Zeiten, was
als wertvoll
erachtet wurde
und wird.“

Herausgeber

Universität Heidelberg
Der Rektor
Kommunikation und Marketing

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Peter Comba (Vorsitz)
Prof. Dr. Beatrix Busse
Prof. Dr. Beate Ditzen
Prof. Dr. Markus Hilgert
Prof. Dr. Nikolas Jaspert
Prof. Dr. Marcus A. Koch
Prof. Dr. Carsten Könneker
Prof. Dr. Alexander Marx
Prof. Dr. Thomas Pfeiffer
Prof. Dr. Joachim Wambsganß
Prof. Dr. Reimut Zohlnhöfer

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
kum@uni-heidelberg.de

Das Magazin kann kostenlos unter
oben genannter Adresse abonniert
werden.

Im Internet ist es verfügbar unter
www.uni-heidelberg.de/rupertocarola
[http://heiuip.uni-heidelberg.de/journals/
index.php/rupertocarola](http://heiuip.uni-heidelberg.de/journals/index.php/rupertocarola)



VIROLOGIE
KLEIN UND GEMEIN
DIE PERFIDEN TRICKS DER VIREN
THOMAS JÄNISCH & RALF BARTENSCHLAGER

112



BOTANIK
FALSCHES VERSPRECHEN
LUG UND TRUG IN DER BLÜTENWELT
CLAUDIA ERBAR

120



ASTROPHYSIK
DIE SIGNATUR DER STERNE
LICHT AUF KRUMMEN WEGEN
JOACHIM WAMBSGANSS

128



MATHEMATIK
JENSEITS UNSERER VORSTELLUNG
DIE GEOMETRIE DER SCHEIBE
ANNA WIENHARD

136

KAPITEL

IV

KLEIN UND

GEMEIN

KLEIN UND GEMEIN

DIE PERFIDEN TRICKS DER VIREN

THOMAS JÄNISCH & RALF BARTENSCHLAGER

Viruserkrankungen sind eine Bedrohung für die Menschheit. Zu bekannten Erregern wie den in den Tropen weitverbreiteten Dengueviren gesellen sich immer wieder neue, beispielsweise die Zikaviren. Sie gerieten in die Schlagzeilen, weil man sie für schwere Missbildungen bei neugeborenen Kindern verantwortlich machte. Dieser Verdacht hat sich bestätigt und dazu geführt, dass die Weltgesundheitsorganisation zwischenzeitlich einen internationalen Gesundheitsnotstand ausgerufen hatte. Alle Viren sind Meister darin, das Immunsystem des Menschen zu überlisten – Dengue- und Zikaviren aber haben besonders perfide Tricks entwickelt.

„Dengue- und Zikaviren ertrotzen sich ihre erfolgreiche Vermehrung in der Zelle mit einer Art Mimikry.“

N

Neue Viruserkrankungen sind weltweit auf dem Vormarsch. Viele dieser Viren sind „Arboviren“. So werden fachsprachlich Viren genannt, die von Arthropoden – Gliederfüßern – übertragen werden, einer Gruppe von Lebewesen, zu denen die Stechmücken zählen. Von allen Arboviren am weitesten verbreitet ist das Denguevirus: In Gebieten, die von diesem Erreger bedroht sind, lebt nahezu die Hälfte der Weltbevölkerung; pro Jahr verursachen Dengueviren rund um den Globus circa 100 Millionen symptomatische Infektionen. Ein weiterer Vertreter der Arboviren ist das Zikavirus: Es geriet in den vergangenen zwei Jahren in die Schlagzeilen, weil es große Epidemien in Südamerika und in der Karibik auslöste und schwere Missbildungen bei neugeborenen Kindern verursacht.

Dengue- und Zikaviren werden von Stechmücken der Gattung „Aedes“ übertragen. Die Ausbreitung der Mücken – und mit ihnen die Ausbreitung der Viren – wird durch das Wachstum der Armenviertel in den Megastädten des Südens mit mangelhafter Wasserversorgung und fehlender Müllentsorgung begünstigt: Unter solchen Bedingungen finden Stechmücken ideale Brutbedingungen. Hinzu kommen eine zunehmende Mobilität und die globale Vernetzung, was beides dazu beiträgt, dass sich die Stechmücken weltweit verbreiten. Auch in Europa sind invasive Stechmücken-



DR. THOMAS JÄNISCH ist Tropenmediziner, Infektionsepidemiologe und Mikrobiologe im Zentrum für Infektiologie, Sektion Klinische Tropenmedizin, des Universitätsklinikums Heidelberg. Als Experte für Dengue- und Zikaviren gelten seine Aktivitäten in der Forschung der klinischen Charakterisierung der Viren sowie der Konzeption und wissenschaftlichen Koordination multinationaler Studien. Gemeinsam mit dem Team der Tropenmedizin koordinierte Thomas Jänisch zwei von der Europäischen Union geförderte Projekte zur Erforschung des Denguevirus. Seine Forschung hat die schweregradbasierte Klassifikation von Dengue maßgeblich beeinflusst, die von der Weltgesundheitsorganisation in die aktuellen Dengue-Guidelines übernommen wurde. Derzeit leitet er groß angelegte Studien zu Zika bei Schwangeren, die die Nachbeobachtung von deren Kindern einschließen, um die Auswirkungen der Zika-Infektion auf die Kindesentwicklung zu erforschen.

Kontakt: thomas.jaenisch@urz.uni-heidelberg.de

arten aufgetaucht, die Dengue- und Zikaviren übertragen könnten. Derzeit wird intensiv untersucht, unter welchen Bedingungen das der Fall sein könnte.

Das Ziel unserer Forschungsarbeiten ist es, die Biologie der Dengue- und Zikaviren zu erforschen. Das ist die Voraussetzung für die Entwicklung effektiver antiviraler Therapien. Darüber hinaus möchten wir die Epidemiologie der Virusinfektionen und die von ihnen verursachten Krankheitsverläufe, beispielsweise die Warnhinweise oder Risikofaktoren für schwere Krankheitsverläufe, besser verstehen. Das in der Forschung erarbeitete Wissen soll anschließend möglichst rasch in den klinischen Alltag übertragen werden, damit es den Patienten zugutekommen kann. Um diese Ziele zu erreichen, haben wir uns im Herbst 2016 mit über fünfzig Partnern aus Europa, Asien und Südamerika zur „ZIKAlliance“ zusammengeschlossen. Der Forschungsverbund wird von der Europäischen Union mit rund zehn Millionen Euro gefördert. Aufgrund bereits vorangegangener Forschungsprojekte zu diesem Thema ist der Standort Heidelberg schon in den vergangenen Jahren deutschlandweit zu einem Schwerpunkt der Dengue- und Zikavirus-Forschung geworden.

Die schweren Komplikationen, die nach Infektionen mit Dengue- beziehungsweise Zikaviren auftreten können, zählen zu den Problemen, die wir in erster Linie angehen wollen. Wenn wir dazu das Immunsystem des Menschen in den Blick nehmen, gibt es nach aktuellem Wissensstand vor allem zwei Gründe für die schweren Verläufe: Zum einen können die Viren das Immunsystem mit viruseigenen Faktoren gezielt ausschalten oder umgehen. Zum anderen kann es im menschlichen Körper zu einer paradoxen Reaktion der Immunabwehr kommen: Bei einer Erstinfektion produzieren die Immunzellen spezifische Antikörper – „Abwehrjäger“, welche die Viren neutralisieren können;

bei einer nachfolgenden zweiten Infektion aber sind die Antikörper nicht mehr imstande, die Infektion einzudämmen. Das Gegenteil ist der Fall: Sie begünstigen die Vermehrung der Viren. Daraufhin kommt es zu den schweren Krankheitsverläufen. Doch wie ist die widersinnige Reaktion des Immunsystems zu erklären?

Steckbriefe der Erreger

Das Zikavirus wurde im Jahr 1947 in einem Waldgebiet namens „Zika Forest“ in Uganda isoliert, daher sein Name. Über die Jahrzehnte hinweg wurde es kaum beachtet, weil es zumeist nur harmlose Infektionen verursachte. In den Jahren 2015/2016 aber erregten die Viren weltweite Aufmerksamkeit. Anlass waren Berichte aus Brasilien, die einen Zusammenhang herstellten zwischen dem Auftreten einer „Mikrozephalie“ bei Neugeborenen und einer Zikavirus-Infektion der Mutter während der Schwangerschaft. Bei der Mikrozephalie ist der Kopfumfang des Kindes deutlich verkleinert, und zwischen Hirn- und Gesichtsschädel besteht ein starkes Missverhältnis. Verantwortlich für die Fehlbildung ist ein vermindertes Wachstum des Gehirns. Mittlerweile gilt der Zusammenhang von Zikavirus-Infektion und Mikrozephalie als gesichert. Zusammen mit weiteren dabei auftretenden Fehlbildungen wird die angeborene Erkrankung deshalb heute als „kongenitales Zikasyndrom“ bezeichnet.

Das Krankheitsbild nach einer Denguevirus-Infektion ist schon lange bekannt: Es kommt zu grippeähnlichen Symptomen, die über ein bis zwei Wochen anhalten (Denguefieber). Bei schweren Verlaufsformen sind die Symptome deutlich gravierender. Es kann dann zudem zur Entgleisung des Blutdrucks und zu Blutungen kommen. Beide Komplikationen sind potenziell lebensbedrohlich. Ursächlich gegen das Virus wirkende Medikamente gibt es bisher nicht. Die Behandlung schwerer Verläufe besteht darin, Flüssigkeit zu verabreichen, um den Kreislauf der Infizierten zu stabilisieren, und darauf zu warten, dass der Körper die Viren selbst wieder in den Griff bekommt.

Ein auffälliger Zusammenhang

Warum es zu diesen schweren Krankheitsverläufen kommt, ist bis heute nicht abschließend geklärt. Einen auffälligen Zusammenhang aber hat man schon vor längerer Zeit erkannt: Die körpereigene Abwehr bildet nach einer Infektion mit Dengueviren naturgemäß spezifische Antikörper aus, die sich gegen die Viren richten und sie neutralisieren können. Insgesamt gibt es vier Untergruppen von Dengueviren, sogenannte Serotypen. Sie unterscheiden sich in ihrer Oberflächenstruktur. Diejenigen Antikörper, die das Immunsystem beispielsweise gegen das Denguevirus vom Serotyp 2 bildet, „zielen“ genau auf den Serotyp 2 und wehren genau diesen Virentyp ab. Erfolgt eine zweite Infektion mit dem Serotyp 2, sind die Betroffenen dank der im Organismus bereits vorhandenen Antikörper vor der



PROF. DR. RALF BARTENSCHLAGER ist Direktor der Abteilung Molekulare Virologie im Zentrum für Infektiologie des Universitätsklinikums Heidelberg, Leiter der Abteilung „Virus-assoziierte Karzinogenese“ im Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg sowie Mitglied des Exzellenzcluster CellNetworks der Universität Heidelberg. Im Jahr 2002 erhielt er die „Chica und Heinz Schaller-Stiftungsprofessur“ für Molekulare Virologie an der Medizinischen Fakultät Heidelberg. Der Virologe erforscht die Vermehrungsstrategien und die Immunbiologie medizinisch bedeutsamer Viren, etwa der Hepatitis- und Flaviviren. Ralf Bartenschlager wurde für seine Arbeiten unter anderem mit dem „Lasker-DeBakey Award“ für klinisch-medizinische Forschung, dem „Lautenschläger-Forschungspreis“ und dem „Hector Wissenschaftspreis“ ausgezeichnet.

Kontakt: Ralf_Bartenschlager@med.uni-heidelberg.de

Erkrankung geschützt. Erfolgt die zweite Infektion aber mit einer anderen Variante der Dengueviren, beispielsweise mit dem Serotyp 4, kommt es zur paradoxen Immunreaktion. Die bereits vorhandenen Antikörper bremsen den Verlauf der Erkrankung nicht – das Gegenteil ist der Fall: Sie begünstigen die Infektion, es kommt zum schweren Krankheitsverlauf. Man nennt diese Antikörper deshalb „infektionsverstärkende Antikörper“ und spricht von einem „Antibody Dependent Enhancement“, kurz ADE.

Molekular lässt sich das immunologische Phänomen „ADE“ anhand des von uns gewählten Beispiels wie folgt erklären: Die bei der ersten Infektion gegen den Serotyp 2 gebildeten Antikörper können bei einer zweiten Infektion mit dem Serotyp 4 zwar an die Oberfläche der Viren vom Serotyp 4 binden – es gelingt den Abwehrjägern aber nicht, die Viren zu neutralisieren. Die zwar mit Antikörpern beladenen, aber nicht neutralisierten Viren vom Serotyp 4 können nun über Rezeptoren, die auf den menschlichen Zellen für das Erkennen von Antikörpern zuständig sind, wesentlich leichter in diese Zellen eindringen. Die Folge davon ist, dass sich die Viren in genau diesen Zellen stärker vermehren und dadurch im Körper ausbreiten: Die Krankheit verläuft schwerer.

Warum aber produziert das Immunsystem bei einer zweiten Denguevirus-Infektion keine Antikörper gegen den tatsächlich vorhandenen Serotyp, sondern greift gleichsam auf Antikörper zurück, die sich gegen einen vorangegangenen, bereits überwundenen Erregertyp richten? Ein Grund ist, dass sich die Virus-Serotypen äußerlich zwar unterscheiden, sich aber immer noch sehr ähnlich sehen. Ein zweiter Grund ist, dass das Immunsystem offenbar seine Orientierung verloren hat und zwischen „Sein“ – dem tatsächlich vorhandenen Serotyp – und „Schein“ – dem vom Immunsystem angenommenen Serotyp – nicht unterscheiden kann. Die Frage ist nur, was das Immunsystem so orientierungslos gemacht hat.

Allianz gegen Dengue- und Zikaviren

Wir wollen mehr über das immunologische Phänomen ADE bei Infektionen mit dem Denguevirus herausfinden. In den letzten Jahren hatte die Erforschung des ADE an Attraktivität verloren, sie ist zwischenzeitlich aber wieder intensiviert worden – interessanterweise seit dem Auftreten der Zikavirus-Epidemie. Denn dabei wurde beobachtet, dass die Mikrozephalie regional sehr unterschiedlich auftrat: Im Nordosten Brasiliens wurden beispielsweise deutlich mehr Fälle von Mikrozephalie verzeichnet als in anderen Teilen Brasiliens oder in anderen Ländern Lateinamerikas. Wie ist das zu erklären? Könnte es einen Zusammenhang zwischen beiden Viruserkrankungen geben?

Die Vermutung: Eine Infektion mit dem Denguevirus, die vor einer Zikavirus-Infektion stattgefunden hat, erhöht das

Risiko von schwangeren infizierten Frauen, Kinder mit kongenitalem Zikavirus-Syndrom zur Welt zu bringen. Und womöglich ist es ein ADE-ähnlicher Mechanismus, der dazu führt: Erste Laborversuche haben mittlerweile gezeigt, dass Antikörper gegen Dengueviren die Dynamik einer Infektion mit Zikaviren steigern. Allerdings scheint der zeitliche Abstand zwischen den beiden Infektionen eine große Rolle zu spielen: Wenn die vorangegangene Denguevirus-Infektion sehr lange oder sehr kurz zurückliegt, verstärkt sich die nachfolgende Zikavirus-Infektion offenbar nicht – ein mittlerer zeitlicher Abstand aber könnte mit Schäden einhergehen. Diese Überlegung deckt sich mit den Ergebnissen epidemiologischer Studien.

**„Unser Ziel ist es,
die Biologie der
Dengue- und Zikaviren
zu erforschen, damit
effektive antivirale
Therapien entwickelt
werden können,
sei es Medikamente
oder Impfstoffe.“**

Um der Frage weiter nachzugehen, ob Antikörper, die sich gegen Dengue- beziehungsweise Zikaviren richten, die Infektion verstärken (ADE) oder ob die Antikörper die Infektion hemmen, werden Systeme benötigt, mit denen die Vermehrung der Viren in lebenden Zellen im Labor nachgestellt werden kann. Diese „Infektionssysteme“ sind auch die Voraussetzung für die Entwicklung von Medikamenten oder Impfstoffen. Dabei sind gentechnische Methoden, die es erlauben, in das Erbgut der Viren Gene einzubauen, nach deren Bauanleitung ein leuchtendes (fluoreszierendes) Protein gebildet wird, von besonderer Hilfe. Betrachtet man die Zellen, die von solchen gentechnisch veränderten Viren befallen sind, mit dem Fluoreszenzmikroskop, erscheint die Zelle in der Farbe grün (oder in einer anderen Farbe, je nach Wahl des Gens). Die Intensität der Farbe geht unmittelbar einher mit der Stärke der Virusmehrung. Deshalb können wir mit dieser Methode schnell und einfach die Wirkung von Antikörpern bestimmen: Ein Antikörper, der die Infektion verstärkt, wird die Zelle „grüner“ machen – ein Antikörper, der die Infektion blockiert, verhindert die Grünfärbung. Unsere Untersuchungsmethoden setzen wir sowohl im Forschungsverbund „ZIKAlliance“ ein als auch in unserer Kooperation mit Wissenschaftlern des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung in Braunschweig. Gemeinsam wollen wir die Eigenschaften von Antikörpern im Serum von Patienten charakterisieren, die mit Dengue- beziehungsweise Zikaviren infiziert sind. Dafür werden neben Infektionsmodellen auch immer die Daten von genau charakterisierten Patienten aus klinisch-epidemiologischen Studien gebraucht. Eine der wichtigsten Fragen, die wir beantworten wollen, ist, ob die fehlende Unterscheidung des Immunsystems zwischen „Schein“ und „Sein“ die Produktion der Antikörper beeinflusst und wie die fehlende Unterscheidung zum jeweiligen Krankheitsbild und zur Schwere des Krankheitsverlaufs beiträgt.

Das Versteckspiel der Viren

Neben den mehr anwendungsbezogenen Aspekten unserer Forschung interessieren wir uns auch für eine sehr grundlegende Frage: Wie gelingt es den Viren, ihre Erbinformation in der menschlichen Zelle zu vermehren, ohne vom Abwehrsystem eliminiert zu werden? Während unserer Untersuchungen haben wir eine sehr interessante Beobachtung gemacht: Dengueviren und Zikaviren – und alle Viren, die mit ihnen verwandt sind – ertrotzen sich ihre erfolgreiche Vermehrung in der Zelle mit einer Art Mimikry: Die Viren basteln ihre eigenen Vermehrungsfabriken aus Bestandteilen der Zelle zusammen – was äußerlich wie eine zelleigene Struktur erscheint, ist in Wahrheit die täuschend ähnliche Produktionsstätte für neue Viren.

Als wir uns die Architektur dieser Vermehrungsfabriken genauer anschauten, erkannten wir folgendes Bauprinzip: Dengue- wie Zikaviren nutzen das Membrannetzwerk im Innern der menschlichen Zellen, sie stützen die Membranen

SMALL AND MEAN

THE PERFIDIOUS TRICKS OF VIRUSES

THOMAS JÄNISCH & RALF BARTENSCHLAGER

All over the world, new viral diseases are on the rise. Many of them are caused by so-called arboviruses, which are transmitted by arthropods. The most widespread virus in this group is the dengue virus (DENV), which causes approximately 100 million symptomatic infections per year. Another representative is the Zika virus (ZIKV), which has made headlines in the last two years and caused major epidemics in South America and the Caribbean. As a result, the WHO called for a public health emergency of international concern.

Both DENV and ZIKV are transmitted by mosquitoes of the genus *Aedes*. Nearly 50% of the world's population lives in areas where dengue can be transmitted. The growth of slums in southern megacities, where both clean water and waste disposal facilities are scarce, favours the spreading of mosquitoes and ensures ideal breeding conditions. The problem is compounded by increased global networking and mobility. In Europe, populations of invasive mosquito species that could potentially transmit DENV or ZIKV are also growing – fortunately, infections are still rare. To counter this new threat, researchers have begun intensive investigations into the conditions that would enable DENV and ZIKV to be transmitted across Europe.

The main problem is that both infections can lead to serious health complications. According to current knowledge, this is primarily due to two reasons: first, virus-specific factors that eliminate or circumvent the host's immune defences, and second, antibodies that are produced after an initial infection and enhancing a subsequent infection instead of inhibiting it. In this case, our immune system can no longer distinguish between appearance (i.e. a suspected pathogen) and reality (the actual pathogen), which can have severe consequences with respect to disease outcome. Our research aims at restoring our immune system's sense of orientation – and thereby its ability to defend us against these dangerous invaders. ●

DR THOMAS JÄNISCH is a specialist in tropical medicine, infectious disease epidemiology and microbiology, in the Department of Infectious Diseases, Section Clinical Tropical Medicine, of Heidelberg University Hospital. As an expert in dengue and Zika viruses, his research activities focus on the clinical characterisation of the viruses and on the development and scientific coordination of multinational studies. Together with the tropical medicine team, Thomas Jänisch coordinated two EU-funded projects to investigate the dengue virus. His research provided key evidence for the severity-based classification of dengue which has been adopted by the WHO into the current dengue guidelines. Dr Jänisch is currently directing large-multicentre studies on Zika in pregnant women, including the follow-up observation of their children, in order to investigate the effects of a Zika infection on child development.

Contact: thomas.jaenisch@urz.uni-heidelberg.de

PROF. DR RALF BARTENSCHLAGER is Director of the Molecular Virology Unit in the Department of Infectious Diseases of Heidelberg University Hospital, Director of the Division Virus-associated Carcinogenesis at the German Cancer Research Center in Heidelberg and a member of the steering committee of the CellNetworks Cluster of Excellence of Heidelberg University. In 2002, he was awarded the Chica and Heinz Schaller endowed professorship of Molecular Virology at the Medical Faculty Heidelberg. Prof. Bartenschlager investigates the immunobiology and replication strategies of medically important viruses, such as hepatitis and flaviviruses. He has received numerous awards for his work, among them the Lasker-DeBakey Award for clinical-medical research, the Lautenschläger Research Prize and the Hector Science Award.

Contact: Ralf_Bartenschlager@med.uni-heidelberg.de

“The immune system apparently can no longer distinguish between ‘reality’ – the actual serotype present in the body – and ‘appearance’ – the serotype the immune system assumes to be present.”

„Das Immunsystem scheint nicht mehr zwischen ‚Sein‘ – dem tatsächlich vorhandenen Virustyp – und ‚Schein‘ – dem vom Immunsystem angenommenen Virustyp – unterscheiden zu können.“

ein und verbergen in den Einstülpungen ihre Vermehrungsfabriken. Auf diese Weise sind die viralen Vermehrungsfabriken vor äußeren Angriffen geschützt, etwa vor zelleigenen Enzymen, die normalerweise virales Erbgut abbauen. Darüber hinaus erkennt das zelluläre Abwehrsystem erst sehr spät die in den zelleigenen Membranen versteckten viralen Vermehrungsfabriken. Das Versteckspiel scheint den Viren genau den zeitlichen Vorsprung zu verschaffen, den sie brauchen, um weitere zelluläre Abwehrreaktionen lahmzulegen. Das Ergebnis der viralen Tricks: Die infizierte Zelle reagiert nicht mehr auf körpereigene Botenstoffe, die sich natürlicherweise gegen Viren richten, beispielsweise auf Interferon. Nicht mehr fähig, die Viren abzuwehren, produziert die Zelle Tausende von Virennachkommen – so lange, bis sie daran zugrunde geht. Die Viren suchen unterdessen weitere Zellen heim.

Die Zeit, die zwischen dem Eindringen der Viren in die Zelle und dem Abschalten der frühen Immunantwort vergeht, entscheidet also darüber, wie die Infektion verläuft: Gewinnt das Immunsystem den Wettlauf, kann die Infektion kontrolliert werden – gewinnen die Viren das Rennen, verläuft die Infektion unkontrolliert und mit hoher Virusproduktion.

Um noch mehr über die perfiden Tricks der Viren zu erfahren, haben wir uns in Heidelberg mit Systembiologen zusammenschlossen. Systembiologen entwickeln auf der Grundlage von Messungen und Beobachtungen am realen Objekt im Labor mathematische Modelle. Diese Modelle sollen uns vorhersagen lassen, an welchen Stellen die Vermehrung der Viren gezielt blockiert und wie dem orientierungslos gewordenen Immunsystem wieder dazu verholfen werden kann, zweifelsfrei zwischen Schein und Sein zu unterscheiden.

Interessanterweise werden die mathematischen Modelle bei unserer Forschung im Kleinen wie im Großen eingesetzt: „Im Kleinen“ versuchen wir mit den Modellen, dem Zikavirus als „Moving Target“ immer einen Schritt voraus zu sein; „im Großen“ berechnen wir gemeinsam mit unseren Partnern im ZIKAlliance-Projekt, welche Gebiete in Lateinamerika aufgrund der dort gegebenen Voraussetzungen von einem Zikavirus-Ausbruch bedroht sind: Dort konzentrieren wir dann unsere Anstrengungen. ●

FALSCH

VER

SPRECHEN

FALSCHES VERSPRECHEN

LUG UND TRUG IN DER BLÜTENWELT

CLAUDIA ERBAR

Pflanzen locken mit ihren Blüten Insekten an und bieten den Tieren Nahrung in Form von Nektar und Pollen. Im Gegenzug übernehmen die Insekten den Pollentransport, also die Bestäubung. Um den Fortpflanzungserfolg zu sichern, scheint jedes Mittel recht zu sein. So haben sich im Laufe der Evolution bei den Blütenpflanzen auch betrügerische Anwerbemethoden entwickelt.

B

Blüten und Insekten blicken auf eine rund 140 Millionen Jahre währende Partnerschaft zurück. Diese erfolgreiche Beziehung ist geprägt von wechselseitigen Anpassungen oder fachsprachlich „Coadaptationen“ und wechselseitigem Nutzen, dem „Mutualismus“. Besonders eindrücklich zeigt sich das am Beispiel der Bestäubung: Insekten verhelfen den ortsfesten Blütenpflanzen zur Bestäubung, indem sie die Pollenkörner vom Ort der Produktion – den Staubgefäßen einer Blüte – auf das empfangende Gewebe – die Narbe – einer (möglichst) anderen Blüte derselben Art transportieren. Ohne Bestäubung keine Befruchtung: In dem erfolgreich platzierten Pollenkorn wächst eine Zelle des darin enthaltenen männlichen Organismus zu einem Pollenschlauch aus; dieser transportiert die beiden männlichen Geschlechtszellen zur

Samenanlage der bestäubten Pflanze. In der Samenanlage – genauer: in dem dort befindlichen weiblichen Organismus – findet die eigentliche Befruchtung statt: Eine der beiden männlichen Geschlechtszellen befruchtet die Eizelle; sie wird dadurch zur sogenannten Zygote, aus der durch zahllose Teilungen der komplette Pflanzenorganismus hervorgeht. Die zweite männliche Geschlechtszelle verschmilzt mit einer anderen Zelle des weiblichen Organismus, woraus das Nährgewebe entsteht. Mit der Bildung der Früchte ist die Samenreife abgeschlossen.

Sowohl die Bestäubung als auch die Befruchtung sind komplexe Vorgänge, deren Details längst nicht vollständig bekannt sind. Zu den offenen Fragen zählen beispielsweise, welche Faktoren eine effiziente Bestäubung und Befruchtung bestimmen, wie Narben optimal beladen werden oder welcher Pollenschlauch aus welchen Gründen schnell genug wächst, um „das Rennen“ zu gewinnen. Andere interessante Fragen sind, wie Pflanzen die Insekten zum Blütenbesuch animieren und wie erfolgreich ihre Locksignale sind. Lassen sich solche Signale auch fälschen und sind dann mehr Schein als Sein? Und wie unterscheidet sich das Original vom Plagiat? Antworten auf diese Fragen wollen wir mit unseren Arbeiten in der Forschergruppe „Blütenbiologie und Evolution“ im „Centre for Organismal Studies“ (COS) der Universität Heidelberg geben.

„Erfindungen“ der Evolution

Die stammesgeschichtlichen Vorläufer der Blütenpflanzen (Angiospermae = Bedecktsamer) sind die Nacktsamer (Gymnospermae), zu denen unsere heute noch existierenden Nadelgehölze zählen. Bei den Nacktsamern sind die Pollen produzierenden und die Samenanlagen tragenden Organe weit voneinander entfernt angeordnet; der Wind übernimmt die Bestäubung, wobei die Pollenkörner direkt auf den offen präsentierten Samenanlagen landen. Bei den Bedecktsamern sind die Samenanlagen in ein geschlossenes Fruchtblatt eingeschlossen – daher ihr Name – und die Pollenkörner müssen auf den Narben der Fruchtblätter landen.

In den Verdauungsorganen von fossilen Käfern wurden Pollen gefunden, was zeigt, dass Käfer und andere Insekten schon vor Jahrmillionen Pollenkörner fraßen – die Tiere standen aber zunächst in einem rein parasitären Verhältnis zu den Pflanzen und erbrachten keine „Bestäubungs-Dienstleistungen“ für sie. Das parasitäre Verhältnis der Insekten wandelte sich vermutlich erst dann zu einem mit gegenseitigem Nutzen für Tier und Pflanze um, als die „Zwitterblüte“ entstand, also die Zusammenfassung von Staubgefäßen und Fruchtblättern in unmittelbarer Nachbarschaft. Besuchen die Insekten eine zwittrige Blüte, um Pollen zu fressen, können sie zugleich die Übertragung der an ihrer Oberfläche haftenden Pollenkörner besorgen. Wahrscheinlich war es der Selektionsdruck der Pollen fressenden Insekten, der der zufällig entstandenen Zwitterblüte zu ihrem Erfolg verhalf. Genetisch ist es relativ simpel, die männlichen mit den weiblichen Organen zu einer Zwitterblüte zusammenzulegen: Dazu muss nur ein „Ein/Aus-Schalter“ für die männliche Funktion betätigt werden. Nicht so einfach ist der genetische Hintergrund für den Einschluss der Samenanlagen. Erst nach einer Verdopplung des gesamten Erbguts konnten neue Genfunktionen entstehen.

Die Entstehung der Zwitterblüte hängt also mit der „Nutzung“ von Insekten als neues Transportmittel bei der Übertragung der Pollenkörner zusammen. Wenn auch die Insekten die Pollenkörner auf ihrer Oberfläche völlig unbeabsichtigt transportieren, so ist doch durch das gezielte Aufsuchen der Blüten zur Nahrungsaufnahme die Wahrscheinlichkeit, dass Pollenkörner auf der Narbe landen, höher als bei Windbestäubung. Als die Blütenpflanzen mit Zwitterblüten entstanden, existierten in der Gruppe der Insekten neben Käfern auch bereits Fliegen, Grabwespen, Motten ohne Saugrüssel (sogenannte Urmotten) und Fransenfliäger. Alle diese Insekten waren fähig, Pollenkörner sowie zuckerige Sekrete der Narbe aufzunehmen. Sie kommen deshalb als frühe Bestäuber infrage. Bienen (und Hummeln) sowie Schmetterlinge mit Saugrüsseln sind erst später aufgetreten: Wie Fossilfunde zeigen, gibt es sie erst seit 100 beziehungsweise 70 Millionen Jahren.

„Die zufällig während der Evolution entstandenen Strategien gehen für Pflanzen und Tiere stets einher mit Vorteilen im Sinne eines ökonomischen Erfolgs.“



Abbildung 1a



Abbildung 1b

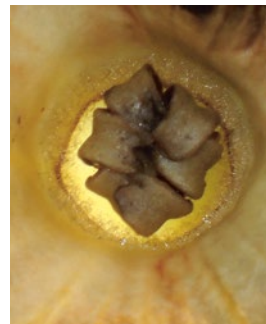


Abbildung 1c

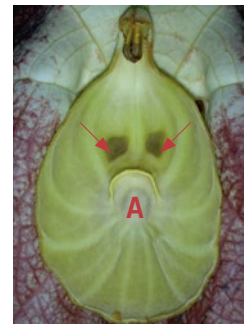


Abbildung 1d

Abbildung 1a–d

Riesens-Pfeifenwinde *Aristolochia gigantea*

COS: Von Molekülen zu lebenden Systemen

Das Centre for Organismal Studies (COS) ist das größte lebenswissenschaftliche Forschungszentrum an der Universität Heidelberg. Ziel der Wissenschaftler am COS ist es, die komplexen biologischen Mechanismen lebender Systeme über alle Größenskalen und Organisationsstufen hinweg zu erforschen: von der molekularen Analyse über die Ebene der Zelle bis hin zur Gesamtheit eines Organismus im Kontext mit seiner Umwelt. 2010 wurde das Zentrum aus einem Zusammenschluss der beiden Heidelberger Institute für Zoologie und Pflanzenwissenschaften gegründet; es gehört zu den zentralen wissenschaftlichen Einrichtungen der Universität.

Das COS besteht derzeit aus 16 Abteilungen und neun unabhängigen Nachwuchsgruppen. Insgesamt arbeiten hier aktuell 46 Forschungsgruppen mit rund 350 Mitarbeitern, sie alle leisten wichtige Beiträge in der Grundlagenforschung und in der Lehre. Der Botanische Garten Heidelberg ist mit einer eigenen Organisationsstruktur ebenfalls am COS eingebunden.

www.cos.uni-heidelberg.de

Die Werbestrategien der Pflanzen

Die auffälligen Farben der Blütenhüllblätter und die Duftstoffe wurden im Laufe der Evolution zu unverwechselbaren Werbemitteln der Blütenpflanzen. Die verschiedenen Blüten besuchenden Insektengruppen wiederum haben Vorlieben für bestimmte Farben und Düfte. In ihrer Fähigkeit zu sehen, unterscheiden sich die Insekten: Nach heutigem Forschungsstand können wohl alle Insekten ultraviolette Licht wahrnehmen; die Wahrnehmung von Rot hingegen ist nicht einheitlich. Käfer und Tagschmetterlinge sehen die Farbe Rot, manche Fliegen nehmen den roten Farbbereich zumindest als eigene Qualität wahr, die bislang untersuchten Bienen aber sind alle rotblind.

Das ursprüngliche optische Signal, mit dem Blütenpflanzen Insekten anlocken, war wahrscheinlich der gelbe Pollen beziehungsweise die gelbe Farbe der Staubgefäße im Kontrast zur Blütenhülle. Die gelbe Farbe beruht auf Farbstoffen (Flavonoide und/oder Carotinoide), die als schützende Pigmente schädliche UV-Strahlen abschirmen – schließlich finden in den Staubbeutel vor und während der Pollenkornentwicklung wichtige Zellteilungen bis hin zum befruchtungsfähigen Pollenkorn statt. Während der Evolution reduzierte sich die Zahl der Staubgefäße und damit auch die Menge an Pollenkörnern. Darüber hinaus wurde die „Belohnung“ mit wertvollen proteinreichen Pollenkörnern wohl schon früh durch den vergleichsweise „billigen“ zuckerreichen Nektar ersetzt oder ergänzt. Das ursprüngliche optische Signal der realen Lockspeise ging ganz verloren, als während der Evolution die Staubgefäße und der Nektar in Röhren verborgen wurden: Dies hatte den Schutz vor Pollenfraß durch nicht bestäubende Besucher zum Vorteil; zudem wurde der Nektar vor dem Austrocknen oder Verwässern bewahrt. Je tiefer Pollen und Nektar verborgen wurden, desto länger wurden – in gegenseitiger Anpassung – die Mundwerkzeuge der Insekten, um Nahrung in den Röhren zu erreichen.

Damit Bestäuber trotz dieser evolutiven, vom Zufall geprägten Veränderungen auch weiterhin angelockt werden können, musste der Verlust der ursprünglichen optischen Signale kompensiert werden. Dies erfolgte beispielsweise mit „Blütenmalen“, optisch auffallenden Regionen einer Blüte, die als Punkt-, Flächen- oder Strichmale, aber auch als dreidimensionale Strukturen auftreten können.

Schon der Vater der Blütenökologie, Christian Konrad Sprengel (1750 bis 1816), deutete die Blütenmale als Hinweise für Nektar, der Zoologe und Evolutionsbiologe Günther Osche (1926 bis 2009) interpretierte sie als Staubbeutel- oder Pollenattrappen. Man betrachte unter diesem Aspekt einmal die Farbzeichnung vieler Blüten, beispielsweise die hell umrandeten Flecken auf der Blüte des Fingerhutes, die auffälligen Aufwölbungen auf der „Unterlippe“ der Blüten von Löwenmäulchen oder die

„Die Meister des Sexualbetrugs sind manche Orchideen – und diejenigen, die auf den Betrug hereinfliegen, sind die Männchen solitärer Bienen und Wespen.“

„Haarbüschel“ auf den Blüten von Bart-Iris-Arten. Letztere sind nichts anderes als dreidimensionale Kopien von Staubgefäßen. Blütenmale sind vergleichbar mit vielversprechenden Wirtshausschildern, die Besucher nach innen in den Gasträum locken sollen. In gewisser Weise handelt es sich bei den Blütenmalen um ein Vortäuschen der ursprünglichen Signale. „Mehr Schein als Sein“ sind Blütenmale aber dennoch nicht: Die Insekten, die der Einladung der Blütenmale folgen, erhalten als Gegenleistung im Innern der Blüten das, was sie brauchen: Pollen und Nektar als Nahrung für ihre Brut und/oder für sich selbst.

Die Frage ist, kommt in der Natur auch ein echter Betrug vor? Verweigern Pflanzen den Insekten beispielsweise Nahrung trotz erbrachter Bestäubung? Oder rauben Insekten den Pflanzen Nektar und bleiben ihnen den Transport von Pollen schuldig? Die Antwort auf die zugegebenermaßen anthropozentrischen Fragen ist ein eindeutiges Ja. Von den vielen Beispielen, die sich in der Natur finden und die wir in unserer Forschergruppe näher untersuchen, seien die nachfolgenden ausführlicher beschrieben.

Nektarräuber und Täuschblumen

Die „Belohnung“, die Insekten von Pflanzen für die Dienstleistung des Pollentransports gewährt wird, besteht meist in Nahrung in Form von Pollen und Nektar. Insekten gehen immer wieder ein Pollen- oder Nektarraub, da sie sich ja aktiv an und in den Blüten bewegen können. Pflanzen, die jedwede Belohnung trotz Pollentransports „verwehren“, sind äußerst selten. Im Sinne von „mehr Schein als Sein“ täuschen einige Pflanzen jedoch mit allerlei Tricks mehr Pollen und Nektar vor, als sie in Wahrheit zu bieten haben.

Zu diesen „Täuschblumen“ zählen die Königskerzen-(Verbascum-)Arten: Sie tragen auf ihren Staubfäden Haare, die den Blüten besuchenden Bienen (und Hummeln) mehr Staubgefäße „vorgaukeln“ als tatsächlich vorhanden sind. Das Studentenröschen (*Parnassia palustris*) lockt seine Bestäuber (Fliegen) mit einem „Froschkönig-Krönchen“ an, dessen kugelige Spitzen wie dicke Nektartropfen glänzen (siehe Abbildung 2a). Der verführerische Glanz wird aber nicht vom Nektar hervorgerufen, sondern von Licht, das sich an parallel angeordneten Längsstreifen der Kügelchen seidensatinartig bricht: Das Rasterelektronenmikroskop macht die bogig verlaufenden Strukturen auf der Oberfläche der Kügelchen deutlich sichtbar (siehe Abbildung 2c). Wie unsere Untersuchungen weiterhin zeigen, erwartet die Fliegen statt der vorgetäuschten dicken Nektartropfen eine lediglich geringe Nektarmenge auf den breiteren Flächen des Krönchens (siehe Abbildung 2b – Pfeil).

Bienen (und Hummeln) lassen sich nur schwer um ihre Nahrung betrügen, weil sie sehr lernfähig sind. Beim Lernen spielt bei ihnen „Frustration“ eine große Rolle: Wenn die Pflanze Signale aussendet, die den Futtertrieb von Bienen und Hummeln zwar ansprechen, das gewünschte Futter dann aber doch nicht gewährt wird, modifizieren die Tiere angeborene Nahrungspräferenzen. Durch Lernen weniger zu beeinflussen ist der „angeborene Auslösemechanismus“, ein Instinktverhalten der Tiere, das von bestimmten Schlüsselreizen ausgelöst wird und immer gleich abläuft. Wenn eine Pflanze solche Schlüsselreize setzt – es handelt sich vor allem um Sexualreize oder Reize, die den Bruttrieb der Insekten ansprechen –, wird das Verhalten vom Empfänger gleichsam zwanghaft immer und immer wieder ausgeführt: Instinkt-Täuschblumen haben sich an bestimmte Verhaltensmuster des Sexual- oder Bruttriebs der Insekten einseitig angepasst. Sie parasitieren sozusagen auf echten Schlüsselreizen.

Die Meister des Sexualbetrugs sind Orchideen – und diejenigen, die auf den Betrug hereinfliegen, sind die Männchen solitärer Bienen und Wespen. Die Blüten der Ragwurz-(*Ophrys*-)Arten etwa ahmen den Duft, den Glanz und den Haarstrich von Bienen- und Wespenweibchen so gekonnt nach, dass die Blüten häufig von Männchen besucht werden: Während ihrer fruchtlos bleibenden Kopulationsversuche



Abbildung 2a

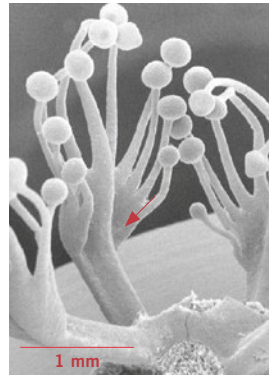


Abbildung 2b

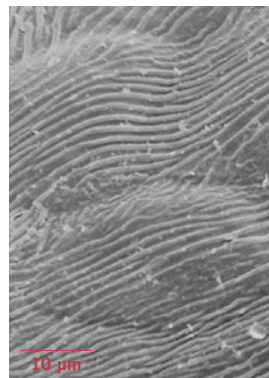


Abbildung 2c

Abbildung 2 a-c
Studentenröschen *Parnassia palustris*

„Die erfolgreiche Beziehung zwischen Blüten und Insekten ist geprägt von wechselseitiger Anpassung und wechselseitigem Nutzen.“

bewerkstelligen die Männchen die Pollenübertragung. Fälle von „Brutplatz-Betrug“ treten bei einer ganzen Reihe von Pflanzengattungen auf. Vor allem die Weibchen von Käfer- oder Fliegenarten, die ihre Eier natürlicherweise in Aas, Kot, Dung oder Pilze legen, sprechen auf die fälschlicherweise einen Brutplatz versprechenden Signale der Pflanzen an.

EMPTY PROMISES

LIES AND DECEPTION IN THE WORLD OF FLOWERING PLANTS

CLAUDIA ERBAR

Flowers and insects maintain a successful partnership that has lasted at least 140 million years and is characterised by coadaptation and mutualism: The flower receives the service of pollination (unintended by the animals, but due simply to their behaviour in the flowers), while the animal pollinator is rewarded with pollen and/or nectar. Optical and olfactory signals in the form of striking colours and scents have become distinctive advertising media of the flowers. The signal of the original lure in the flowers, the pollen, has been lost as, in the course of evolution, the number of stamens were reduced and the few remaining stamens and the nectar were hidden in tubes. To compensate for this signal loss, the plants developed pollen and anther dummies (e.g. in *Digitalis* and *Antirrhinum*).

Sometimes, however, insects are cheated out of their reward. Although total food deception is rare, plants sometimes simulate the presence of more pollen and nectar than they really have to offer (e.g. in *Parnassia*, Fig. 2a). In reproductive mimicry (sexual deception in *Orchidaceae*, e.g. in *Ophrys*, brood-site deception, e.g. in *Aristolochia gigantea*, Fig. 1a), the triggers act directly on the pollinator's instinct to provoke a pattern of innate behaviour.

How does “appearance over substance” or even deception fit into the otherwise mutualistic pollination system? First, we must consider that, whether they display traits of mutualism or deception, plants and animals do not act consciously. Their behaviour developed by chance during the organismic evolution. Since pollinators compete for food and sexual partners and flowers compete for pollinators, there is selection pressure on the formation of efficient signals. The effective attraction of pollinators is directly related to a plant's reproductive success. The energetic costs of deceptive signals may often be higher than the savings in pollen and nectar as an energy source. However, the instinct-based, reliable attraction of pollinators remains the key to success. ●

PROF. DR CLAUDIA ERBAR heads the research group "Flower biology and evolution" at Heidelberg University's Centre for Organismal Studies (COS).

Following her studies of biology and chemistry, she obtained her doctorate from the University of Bonn and her teaching credentials in Heidelberg. She was awarded the Konrad Adenauer Foundation Prize for Students of Botany for her state examination thesis. In her current position as an adjunct professor, Claudia Erbar investigates the development of flowers against the background of morphological-functional questions and the ways in which flowering plants are related. Her second focus is flower ecology, i.e. the functions of flowers during pollination and fertilisation, and their interaction with insects.

Contact: claudia.erbar@cos.uni-heidelberg.de

“In an effort to ‘keep up appearances’, plants use a number of tricks to simulate the presence of more pollen and nectar than they really have to offer.”

„Im Sinne von ,mehr Schein als Sein‘ täuschen die Pflanzen mit allerlei Tricks mehr Pollen und Nektar vor, als sie in Wahrheit zu bieten haben.“

Ein besonders ausgeklügeltes Täuschungsmanöver findet sich bei der häufig in Gewächshäusern der Botanischen Gärten kultivierten *Aristolochia gigantea*, der Riesen-Pfeifenblume. Deren Blüte imitiert in verblüffender Weise verwesendes Fleisch (siehe Abbildung 1a auf Seite 122). Setzt sich eine davon angelockte Fliege auf das gelbe Mal inmitten der *Aristolochia*-Blüte, rutscht das Insekt auf der glatten Oberfläche ab und fällt in einen siphonartigen Kessel (siehe Abbildung 1b auf Seite 122). In der engen Kesselfalle befinden sich nach unten gerichtete Reusenhaare. Sie verschließen den Eingang und lassen dem Tier nur den Weg nach innen (siehe Abbildung 1c auf Seite 122).

Es wird an das Ende des Kessels gelockt, da sich dort ein sogenanntes Ringfenster befindet: In einer ringförmigen Zone ist das Gewebe fast frei von Luft und daher durchscheinend. Im Zentrum des Ringfensters befindet sich der Narbenkopf der Pflanze, der mit den jetzt noch verschlossenen Staubbeuteln verbunden ist. Hat das gefangene Insekt von einer anderen Blüte, die es besucht hat, Pollen mitgebracht, kann die Narbe bestäubt werden. Am Tag nach der Bestäubung öffnen sich die Staubbeutel, und das Insekt wird mit blüteneigenen Pollen gepudert. Wie aber kann die Fliege der Kesselfalle entkommen, um eine andere Blüte zu besuchen und zu bestäuben? Mittlerweile sind die Reusenhaare, die den Eingang verschlossen haben, verwelkt – das Insekt könnte nun unbehindert von innen nach außen gelangen. Das Licht des Ringfensters übt auf das Insekt aber immer noch seine stark anziehende Wirkung aus. In unseren Untersuchungen konnten wir folgendes Phänomen aufzeigen: Bei den *Aristolochia*-Arten sind die Drüsengewebe, die den Nektar ausscheiden, in der Nähe des Ausgangs („A“ in Abbildung 1d auf S. 122) angeordnet. Und zwar genau dort, wo der zunächst weite in den schmalen Abschnitt des Kessels übergeht (siehe Pfeile in Abbildung 1d auf Seite 122). Die kleine Menge Nektar, die abgesondert wird, verhindert zunächst, dass die Fliege in der Gefangenschaft verhungert, und wird dann zum Signal, das die Fliege vom Licht des Ringfensters ablenkt und ihr den Weg in die Freiheit zeigt, wo sie eine weitere *Aristolochia*-Blüte anfliegen wird. Denn von den Signaltrappen der nächsten Blüten ebenso unwiderstehlich ange-lockt, gerät die mit Pollen beladene Fliege alsbald erneut in eine Kesselfalle und wird zum Bestäuber – und dies ohne nennenswerte Gegengabe vonseiten der Pflanze in Form von Nahrung beziehungsweise dem geeigneten Brutplatz.

„Mehr Schein als Sein“ oder gar „Lug und Trug“ bei der Bestäubung – wie lässt sich das biologisch bewerten? Dem Versuch einer Wertung ist vorzuschicken, dass Pflanzen und Tiere selbstverständlich nicht bewusst über ihr Verhalten entscheiden. Phänomene wie Parasitismus, Mutualismus, „Täuschung“ oder „Betrug“ sind nach den Gesetzen der Evolution entstandene Phänomene: Eine „Blumen-Moral“ oder eine „Insekten-Ethik“ gibt es nicht. Die zufällig entstandenen „Strategien“ gehen für Pflanzen und Tiere stets einher mit Vorteilen im Sinne eines ökonomischen Erfolgs. Da Bestäuber um Nahrung und Sexualpartner konkurrieren und Blüten wiederum um ihre Bestäuber, ist der Selektionsdruck groß, dass zufällig entstandene Locksignale erfolgreich funktionieren. Vermutlich ist der Energieaufwand, komplexe Täuschungssignale zu generieren, größer, als die Einsparung von Pollen und Nektar mit sich bringt. Der Mehrwert der von der Pflanze benutzten Täuschungsmanöver besteht darin, Bestäuber zuverlässig anzulocken – und dient damit unmittelbar ihrem Fortpflanzungserfolg und dem Erhalt der Art. ●



PROF. DR. CLAUDIA ERBAR ist Forschungsgruppenleiterin („Blütenbiologie und Evolution“) im Centre for Organismal Studies (COS) der Universität Heidelberg. Nach ihrem Biologie- und Chemiestudium wurde sie an der Universität Bonn promoviert, anschließend habilitierte sie sich in Heidelberg. Für ihre Staatsexamensarbeit erhielt sie den Preis der Konrad-Adenauer-Stiftung für Studierende der Botanik. Die aktuellen Forschungsarbeiten der außerplanmäßigen Professorin gelten der Entwicklung der Blüten vor dem Hintergrund morphologisch-funktionaler Fragestellungen und der Verwandtschaft der Blütenpflanzen. Ein zweiter Fokus liegt auf der Blütenökologie, also den Blütenfunktionen bei Bestäubung und Befruchtung und der Interaktion mit Insekten.

Kontakt: claudia.erbar@cos.uni-heidelberg.de

**DIE
SIGMUND
DIDER
STERNE**

DIE SIGNATUR DER STERNE

LICHT AUF KRUMMEN WEGEN

JOACHIM WAMBSGANSS

Neue technische Entwicklungen machen es möglich, die Helligkeit vieler Millionen Sterne nahezu lückenlos zu vermessen. Auf diese Weise können Astrophysiker äußerst seltene Signale der Planeten aufspüren. Die Dauer-messungen bestätigen nicht nur den bereits von Einstein vorausgesagten Gravitationslin-seneffekt. Sie führten auch zu einem spekta-kulären Ergebnis: Jeder Stern der Milchstraße wird von Planeten umkreist – Planeten sind die Regel, nicht die Ausnahme.

A

Am 29. Mai des Jahres 1919 schob sich der Neumond langsam vor die Scheibe der Sonne. Mitten am Tag wurde es dunkel, und für wenige Minuten waren die Sterne am dunklen Taghimmel zu sehen. Die Sonnenfinsternis kam den Wissenschaftlern der britischen Royal Society gerade recht, um die Sternpositionen nahe der Sonne zu vermessen. Das ist nur während einer totalen Sonnenfinsternis möglich: Normalerweise ist der blaue Himmel so hell, dass – bekannterweise – tagsüber keine Sterne zu sehen sind. Mit ihren Messungen wollten die britischen Astronomen die Allgemeine Relativitätstheorie bestätigen, die Albert Einstein im Jahr 1915 fertiggestellt hatte. Viele Experten waren von Einsteins Theorie seinerzeit sofort begeistert, sie war von großer mathematischer Schönheit und Eleganz – aber beschrieb sie unser Universum auch richtig?

Nach Einstein beeinflussen Planeten, Sterne, Galaxien – alle Objekte im Universum – den Raum: Aufgrund ihrer Masse „verbiegen“ sie ihn sozusagen. Im Gegenzug gibt der verbogene Raum den Planeten, Sternen und Galaxien vor, wie sie sich zu bewegen haben. Schon im Jahr 1905 hatte Einstein mit seiner berühmten Formel $E = mc^2$ gezeigt, dass Materie („m“) und Energie („E“) äquivalent zueinander sind. Daraus folgt, dass sich Licht ähnlich wie Materie verhält: Lichtstrahlen werden ebenfalls von der Schwerkraft angezogen und müssen der Krümmung des Raumes folgen. Das war ein radikaler Bruch mit der vorherigen Sichtweise, dem „Newtonschen Universum“. In ihm ziehen sich die Objekte aufgrund ihrer Schwerkraft in einem dreidimensionalen Euklidischen Raum gegenseitig an, und Lichtstrahlen breiten sich immer kerzengerade aus. Beschrieb Einstein das Universum besser als Euklid und Newton?

Das war die Frage, die von beiden großen Expeditionen der britischen Royal Society während der Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 beantwortet werden sollte. Nach Einsteins Theorie „verbiegt“ auch die Sonne aufgrund ihrer Masse den Raum um sich herum. Die Sterne, die von der Erde aus gesehen knapp neben der Sonne stehen, sollten demzufolge „nach außen“ verschoben erscheinen. Einstein selbst war es, der solche Messungen während einer Sonnenfinsternis vorgeschlagen hatte, um seine Vorhersage zu bestätigen.

Die Ergebnisse der beiden mittlerweile berühmten Sonnenfinsternis-Expeditionen wurden im Herbst des Jahres 1919 veröffentlicht und waren eine Sensation: Die Positionen der Sterne erwiesen sich als exakt so „nach außen“ verschoben, wie von Einstein vorhergesagt, jeweils weg vom Zentrum der Sonne, umgekehrt proportional zum Abstand vom Sonnenzentrum, bei doppeltem Abstand also um den halben Winkelwert. Die Verschiebungen der Sternpositionen nahe der Sonne entsprachen genau Einsteins Berechnungen, die Resultate der beiden großen Messkampagnen bestätigten somit die Allgemeine Relativitätstheorie durch Beobachtung: Dies war der Beginn von Einsteins Weltruhm.

Objekte, die den Raum verbiegen

Die Ablenkung von Lichtstrahlen durch die Schwerkraft hat noch eine weitere Wirkung: Die Allgemeine Relativitätstheorie sagt nämlich voraus, dass uns weit entfernte Sterne auf diese Weise heller erscheinen. Nehmen wir an, ein kugelrunder Stern strahlt in alle Richtungen gleich viel Licht ab, etwa so, wie eine altmodische Milchglas-Glühbirne, die in den von der Fassung abgewandten Raum strahlt. Wenn man sich den Stern aus einer festgelegten Entfernung anschaut, hat er eine bestimmte Helligkeit. Diese Helligkeit sollte bei konstanter Entfernung exakt die gleiche sein – unabhängig davon, aus welcher Richtung man den Stern betrachtet. Man könnte sich eine Kugelschale mit sehr großem Radius um diesen Stern herum vorstellen: Jeder Quadratzentimeter der Kugelschale würde von innen beleuchtet, und jeder Quadratzentimeter würde genau gleich viele Lichtstrahlen empfangen. Diese Vorstellung ist auch nach Einstein richtig – allerdings nur unter der Voraussetzung, dass der (Welt-)Raum zwischen dem Stern und der Kugelschale völlig leer ist.

Aber das Weltall ist nicht leer. Es ist bevölkert von Staub und Gas, von Planeten und Monden, von Sternen und Galaxien. Und alle diese Objekte verbiegen den Raum, wenn auch meist nur um einen winzig kleinen Betrag. Stellen wir uns nun in diesem Szenario einen einzigen Stern auf halber Strecke zwischen dem Zentralstern und der Kugelschale vor: Der einzelne Stern verbiegt den Raum. Die ursprünglich gleichmäßig ausgesandten Lichtstrahlen des Zentralsterns spüren die Anwesenheit dieses zweiten Sterns, sie werden von ihm angezogen und abgelenkt. Die Folge: Vom Zentralstern aus gesehen kommen direkt hinter dem als Fokussier-Linse wirkenden Stern mehr Lichtstrahlen pro Quadratzentimeter auf der Kugelschale an – und weit weg davon kommen weniger Lichtstrahlen an. Denn es werden ja keine neuen Lichtstrahlen erzeugt, sie verteilen sich nur anders auf der Kugelschale.

Physikalisch ausgedrückt heißt das: Verschiedene Beobachter messen in gleicher Entfernung unterschiedliche Helligkeiten des Zentralsterns. An manchen Positionen

kommen mehr Lichtstrahlen an: Der Zentralstern erscheint heller. An anderen Positionen kommen weniger Lichtstrahlen an: Entsprechend schwächer erscheint der Zentralstern. In der Summe müssen die helleren Messungen exakt durch die schwächeren Messungen kompensiert werden, das folgt allein schon aus dem Gesetz der Energieerhaltung. Das Interessante daran ist, dass Positionen mit helleren und schwächeren Messungen sehr unterschiedlich verteilt sind: Es gibt wenige Stellen, von denen aus der Zentralstern (teilweise sehr viel) heller erscheint; im Gegensatz dazu erscheint der Zentralstern von den allermeisten Positionen aus und verglichen mit einer „leeren“ Kugelschale nur minimal schwächer.

Was das für eine praktische Bedeutung für die Erforschung des Weltalls hat, illustriert ein astrophysikalisches Phänomen, das Einstein in den 1930er-Jahren vorhergesagt: Von der Erde aus betrachtet kann uns ein weit entfernter Stern heller oder sogar als Doppelstern erscheinen, wenn zwischen ihm und uns ein anderer Stern steht. Der Vordergrundstern wirkt dann als „Schwerkraft-Linse“: Er fokussiert das Licht des Hintergrundsterns wie eine konvexe Glaslinse auf uns zu. Nach diesem Effekt erhielt das Phänomen auch seinen heutigen Namen: „Mikrogravitationslinsen-Effekt“.

Stellen wir uns nun folgende Szene vor: Der Vordergrundstern ist am Himmel zunächst relativ weit vom Hintergrundstern entfernt, dann läuft er vor ihm vorbei und zieht auf der anderen Seite davon. Wenn das geschieht, verändert sich die Helligkeit des Hintergrundsterns in charakteristischer Weise. Zu Einsteins Zeiten war es noch nicht möglich, diese Veränderungen zu messen, zumal ein derart präzises Zusammentreffen von Hintergrund- und Vordergrundstern ein extrem seltenes Ereignis ist. Selbst Einstein war skeptisch und befürchtete, dass es keine wirkliche Chance gebe, den Mikrogravitationslinsen-Effekt jemals zu messen.

Damit behielt er ausnahmsweise einmal nicht Recht: Die technische Fortentwicklung der Teleskope, CCD-Kameras, Analyse-Software und Computerleistung haben Astronomen ab Mitte der 1990er-Jahre in die Lage versetzt, solche „Mikrolinsen“-Ereignisse routinemäßig anhand der charakteristischen Lichtkurven zu entdecken und zu vermessen: Die Helligkeit des Hintergrundsterns erhöht sich, erreicht ein Maximum und fällt auf symmetrische und mathematisch exakt vorbestimmbare Weise wieder ab. Das ist nicht nur ein interessantes optisches Kuriosum – es ist auch – ein sehr nützlicher und erkenntnisreicher astrophysikalischer Effekt.

Auf der Suche nach Exoplaneten

Ursprünglich war der Mikrogravitationslinsen-Effekt in den 1980er-Jahren von dem polnischen, an der Universität

„Für die
Sterne gilt:
Schein
ist Sein.“

„Von der Erde aus betrachtet kann uns ein weit entfernter Stern heller oder sogar als Doppelstern erscheinen, wenn zwischen ihm und uns ein anderer Stern steht. Der Vordergrundstern wirkt dann als ‚Schwerkraft-Linse‘.“

Princeton arbeitenden Astrophysiker Bohdan Paczyński als Methode vorgeschlagen worden, um nach der sogenannten Dunklen Materie zu suchen. Er ging dabei von folgenden Überlegungen aus: Ein Objekt der Dunklen Materie strahlt – wie es der Name schon sagt – selbst kein Licht aus. Würde ein solches „unsichtbares“ Objekt zwischen der Erde und einem weit entfernten Stern hindurchlaufen, dann sollte ein Beobachter den Hintergrundstern dennoch auf die beschriebene charakteristische Weise heller werden und alsdann wieder verblassen sehen. Auf diese indirekte Weise, vermutete Paczyński, könnte man die Dunkle Materie nachweisen, wenn sie in Form von kompakten Objekten vorliegt. Die Experimente waren jedoch nicht erfolgreich.

Inzwischen nutzen Astronomen den Mikrogravitationslinsen-Effekt auf andere Weise mit sehr viel Erfolg: Sie suchen damit nach Planeten bei anderen Sternen – und

entdecken mit dieser Methode auch solche „Exoplaneten“. Wenn der „vorüberziehende“ Stern nämlich von einem Planeten begleitet wird, wirkt der Planet als zusätzliche (aber deutlich schwächere) Gravitationslinse. Der typische Helligkeitsverlauf, die sogenannte Lichtkurve, kann ein weiteres charakteristisches Maximum oder sogar mehrere Maxima enthalten. Das sind die eindeutigen Signaturen von Exoplaneten.

Meine Arbeitsgruppe am Astronomischen Rechen-Institut (ARI) des Zentrums für Astronomie der Universität Heidelberg (ZAH) ist innerhalb eines großen internationalen Teams seit mehr als einer Dekade an einem Beobachtungsprogramm beteiligt, das die Helligkeit von vielen Millionen Sternen immer wieder misst. Unser Ziel ist es, sehr seltene Mikrogravitationslinsen-Ereignisse zu entdecken, die durch ein weit entferntes Planetensystem hervorgerufen werden. Dazu nutzen wir Teleskope in



PROF. DR. JOACHIM WAMBSGANSS studierte Physik und Astronomie in Heidelberg, München und Princeton (USA) und wurde 1990 an der Ludwig-Maximilians-Universität München promoviert. Nach Stationen an der Princeton University in New Jersey (USA), am Max-Planck-Institut für Astrophysik Garching, am Leibniz-Institut für Astrophysik in Potsdam sowie an der Universität Potsdam folgte er 2004 einem Ruf an die Universität Heidelberg und wurde Direktor des Astronomischen Rechen-Instituts (ARI). Von 2005 bis 2015 war er zudem Direktor des Zentrums für Astronomie der Universität Heidelberg (ZAH). Seit Herbst 2017 ist er Präsident der Astronomischen Gesellschaft. Zu seinen Forschungsinteressen gehören neben dem Gravitationslinseneffekt unter anderem extrasolare Planeten, Dunkle Materie und Galaxienhaufen.

Kontakt: jkw@ari.uni-heidelberg.de

„Um ein einziges Planetensignal zu entdecken, muss man immer wieder die Helligkeit von 100 Millionen Sternen vermessen.“

Chile, Südafrika und Australien. Wir beobachten deshalb von der Südhalbkugel aus, weil von dort der Zentralbereich der Milchstraße sichtbar ist, in dem eine sehr hohe Sterndichte besteht – so bekommt man stets sehr viele Sterne in das Messfeld der Kamera. Die Standorte der Teleskope sind darüber hinaus so gewählt, dass zu jedem Zeitpunkt an mindestens einem Beobachtungsort Nacht ist. So können wir die Helligkeiten der Sterne tatsächlich rund um die Uhr messen: Wir arbeiten gleichsam jeden Tag in einer 24-Stunden-Nachtschicht. Das ist erforderlich, um das Signal eines Planeten auf keinen Fall zu verpassen. Denn die Chance, auf diese Weise einen Exoplaneten zu entdecken, steht eins zu 100 Millionen. Mit anderen Worten: Um ein einziges Planetensignal zu entdecken, muss man immer wieder die Helligkeit von 100 Millionen Sternen vermessen.

Noch vor wenigen Jahren sind Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler zu den Beobachtungsorten gereist, um dort für zumeist zwei Wochen Messungen durchzuführen. Seit drei Jahren können wir dafür die robotischen Teleskope des „Las Cumbres Observatory“ in Santa Barbara, Kalifornien, nutzen. Mit ihnen lassen sich Messreihen nahezu vollautomatisch erstellen. Seither haben wir eine ganze Reihe von Exoplaneten entdeckt. Arnaud Cassan,

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. Die Geschichte des Astronomischen Rechen-Instituts geht zurück bis zur Erteilung des Kalenderpatents im Jahr 1700. Auch heute noch gehören zu seinen Aufgaben astronomische Dienstleistungen wie Kalendergrundlagen und Jahrbücher. Das ARI ist in verschiedene lokale, europäische und weltweite Forschungsnetzwerke eingebunden. Es spielte eine führende Rolle bei der Vorbereitung der Satellitenmission „Gaia“ der Europäischen Raumfahrtorganisation ESA und betreibt einen Höchstleistungsrechner zur Berechnung gravitativer Wechselwirkungen.

www.zah.uni-heidelberg.de

THE SIGNATURE OF STARS

BENT OUT OF SHAPE

JOACHIM WAMBSGANSS

A solar eclipse almost 100 years ago proved: light rays do not always follow a straight path. With his General Theory of Relativity, Albert Einstein predicted that stars and galaxies deform space, and that light rays follow the resulting curvature. In May 1919, a British expedition measured the positions of stars near the eclipsed sun and showed that they appeared offset during the eclipse – the confirmation of Einstein’s prediction!

In the 1930s, Einstein showed that a background star can become brighter or even appear to be double when a foreground star passes in front of it as seen from Earth. Einstein knew that this would be an extremely rare coincidence, so he was sceptical that this phenomenon would ever be observed. Due to enormous technological advances in telescopes, CCD cameras and analysing software, this “gravitational lens effect” – whereby massive objects like planets, stars or galaxies focus light like an optical lens – has become a very versatile tool in today’s astronomy.

Here at Heidelberg University, we are part of an international team searching for planets around distant stars using this method, which is called “gravitational microlensing”. By monitoring the brightnesses of about 100 million background stars, we occasionally detect an extrasolar planet when we measure the very rare characteristic magnification of a background star that is caused by the planetary system in the foreground. Our statistical analysis has proved that, on average, every star in the Milky Way has at least one planet. In other words: planets around other stars are the rule rather than the exception! ●

**“Where stars are
concerned,
appearance is reality.”**

**PROF. DR JOACHIM
WAMBSGANSS** studied physics
and astronomy in Heidelberg,
Munich and Princeton, USA,
and earned his doctorate at
Ludwig-Maximilians-Universität
in Munich in 1990. His career
took him to Princeton University
in New Jersey, USA, the Max
Planck Institute for Astrophysics in
Garching, the Leibniz Institute for
Astrophysics in Potsdam and the
University of Potsdam; in 2004,
he accepted a chair at Heidelberg
University and became director of
the Astronomisches Rechen-In-
stitut (ARI). From 2005 to 2015,
he also served as director of the
Centre for Astronomy of Heidel-
berg University (ZAH). In autumn
of 2017, Prof. Wambsganß was
elected president of the German
Astronomical Society. Besides
the gravitational lens effect, his re-
search interests include extrasolar
planets, dark matter and galaxy
clusters.

Contact: jkw@ari.uni-heidelberg.de

damals Mitglied meiner Heidelberger Arbeitsgruppe, war in dem internationalen Team federführend bei der statistischen Analyse jenes Mikrolinsen-Beobachtungsprogramms, das mit einem spektakulären Ergebnis endete: Jeder Stern der Milchstraße hat im Schnitt mindestens einen Planeten. Aufgrund des Mikrogravitationslinsen-Effektes und seiner erfolgreichen Nutzung in der Forschung wissen wir heute, dass Planeten um andere Sterne nicht die Ausnahme sind – sie sind der Normalfall, die Regel!

Was ist die wahre Helligkeit?

Was ist die wahre Position?

Wenn ein Stern zu manchen Zeiten heller leuchtet als „im Durchschnitt“, dann muss er zu anderen Zeiten schwächer sein, als es der Mittelwert vorgibt. Die Verteilung von „heller“ und „schwächer“ ist, wie bereits beschrieben, sehr ungleich. Für relativ kurze Zeit kann der Stern sehr viel heller leuchten – wir haben Mikrolinsen-Ereignisse gefunden, die dreimal, 60 Mal oder sogar 1.000 Mal heller waren als normal. Für die allermeiste Zeit aber erscheint der Stern dann ein klein wenig schwächer als im Durchschnitt. Es stellen sich also die Fragen: Was ist die „wahre Helligkeit“ des Hintergrundsterns? Was ist die „wahre Position“ eines Sterns hinter der Sonne?

Man ist geneigt zu antworten: Die wahre Helligkeit und die wahre Position eines Hintergrundsterns sind die, wenn kein anderer Stern oder keine Sonne vor ihm steht und Licht ablenkt. Mathematisch ist das aber nicht korrekt: Es handelt sich – verglichen mit der mittleren Helligkeit eines weit entfernten Sterns – um eine leicht unterdurchschnittliche Helligkeit. Die Antwort auf die Frage nach dem Schein oder Sein der Sterne lautet: Es gibt keine „wahre“ oder „falsche“ Helligkeit, und es gibt auch keine „wahre“ oder „falsche“ Position. Wir messen zu jedem Zeitpunkt und aus jeder Richtung immer die Helligkeit und die Position der Sterne in der gerade gegebenen Raum-Zeit-Materie-Konfiguration des Universums – beschrieben durch die Allgemeine Relativitätstheorie von Albert Einstein. In diesem Sinne zeigt die Messung also immer die wahre Helligkeit und die wahre Position, sodass für die Sterne gilt: Schein ist Sein. ●

„Alle Objekte im Weltall – Staub und Gas, Planeten und Monde, Sterne und Galaxien – verbiegen den Raum, wenn auch meist nur um einen winzig kleinen Betrag.“

JENSEITS UNSERER

VORSTELLUNG

JENSEITS UNSERER VORSTELLUNG

DIE GEOMETRIE DER SCHEIBE

ANNA WIENHARD

Die Entdeckung der „hyperbolischen Geometrie“ hat die Mathematik revolutioniert, eine neue Welt tat sich auf. Die Forscher führten dabei neue Geometrien ein, die so wie die hyperbolische Geometrie selbst fern von Anschauung sind. Am mathematischen Institut der Universität Heidelberg beschäftigen sich Wissenschaftler mit Räumen beliebiger Dimension und deren Eigenschaften, wobei sich die geometrischen Eigenschaften dieser Räume gehörig von den Eigenschaften des „Euklidischen Raums“ unterscheiden, den wir aus der Schulmathematik kennen.

V

Viele Jahrtausende lang glaubten die Menschen, sie lebten auf einer flachen Scheibe und an deren Rand sei das Ende der Welt. Dass wir auf der Oberfläche einer Kugel existieren könnten, war jenseits ihrer Vorstellungskraft. Heute wissen wir, dass wir auf einem Erdball leben – obwohl die Welt um uns herum flach erscheint. Unser Dasein auf einer zweidimensionalen Fläche in einem dreidimensionalen Raum erscheint uns ganz normal. Die „Stringtheorie“, ein Teilgebiet der theoretischen Physik, vermutet sogar noch weitere Dimensionen: Die Theorie besagt, dass wir nicht in einer vierdimensionalen Raum-Zeit leben – also in drei Dimensionen des Raumes und einer weiteren Dimension für die Zeit –, sondern in einem zehndimensionalen Universum mit neun Dimensionen im Raum und einer Dimension für die Zeit, wobei sechs der Raumdimensionen so klein sind, dass wir sie im Alltag nicht bemerken. Die Modelle für eine solch unvorstellbare zehndimensionale Raum-Zeit sind in der Mathematik entstanden. Unsere Forschungsarbeiten in der Arbeitsgruppe „Differentialgeometrie“ des Mathematischen Instituts der Universität Heidelberg beschäftigen sich mit Räumen beliebiger Dimension und deren Eigenschaften.

„Viele Jahrtausende lang glaubten die Menschen, sie würden auf einer flachen Scheibe leben. Dass wir tatsächlich auf der Oberfläche einer Kugel leben, lag jenseits ihrer Vorstellungskraft.“

wobei sich die geometrischen Eigenschaften dieser Räume gehörig von den Eigenschaften des „Euklidischen Raums“ unterscheiden, den wir aus der Schulmathematik kennen.

Die Geometrie der flachen Welt

Die Geometrie der Euklidischen Ebene ist die Geometrie der flachen Welt. Die Vorstellung geht zurück auf den griechischen Mathematiker Euklid, der wahrscheinlich im dritten Jahrhundert vor Christus lebte. Euklid prägte die Geometrie bis in das 19. Jahrhundert hinein. Er führte beispielsweise die Begriffe „Punkt“ und „Gerade“ ein, und er formulierte fünf Postulate (Axiome), die die euklidische Geometrie charakterisieren. Das fünfte Axiom – das Parallelenaxiom – ist das interessanteste von allen. Es besagt: Zu einer gegebenen Gerade und einem gegebenen Punkt, der nicht auf dieser Geraden liegt, existiert eine parallele Gerade, die durch den Punkt geht.

Für Jahrhunderte war es eine offene Frage, ob das Parallelenaxiom als fünftes Axiom gefordert werden muss, oder ob es bereits aus den ersten vier Axiomen gefolgert werden kann. Viele Mathematiker haben versucht, diese Frage zu beantworten. Sie nahmen zum Beispiel einen Raum an, in dem das Parallelenaxiom nicht erfüllt ist, und versuchten zu zeigen, dass dann auch eines der ersten vier Axiome nicht gelten kann. Das gelang den Wissenschaftlern nicht – aber sie fanden zahlreiche Eigenschaften, die ein Raum

Mathematische Methoden für andere Disziplinen erschließen

Das traditionell starke Fach Mathematik an der Universität Heidelberg hat aufgrund seiner engen Querverbindungen zur Physik und Chemie, zu den Biowissenschaften und der Informatik ein hohes Potenzial für interdisziplinäre Zusammenarbeit. Im Rahmen der Exzellenzinitiative wurden daher fünf mathematische Forschungsschwerpunkte als MATHematics Center Heidelberg (MATCH) ausgebaut: „Algebra und Arithmetik“, „Topologie und Geometrie“, „Angewandte Analysis und Mathematische Modellierung“, „Numerik und Optimierung“ sowie „Statistik und Stochastik“.

MATCH soll die Internationalität in der Mathematik und die interdisziplinäre Zusammenarbeit stärken. Dabei besteht auch eine enge Zusammenarbeit mit dem anwendungsorientierten Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) an der Universität Heidelberg, in dem Fragestellungen aus Natur-, Technik- und Geisteswissenschaften mit dem Methodenrepertoire des Wissenschaftlichen Rechnens bearbeitet werden.

www.match.uni-heidelberg.de

hätte, in dem das Parallelenaxiom nicht gelten würde. Im 19. Jahrhundert entdeckten die Mathematiker Nikolai Iwanowitsch Lobatschewski und János Bolyai schließlich einen Raum, in dem die ersten vier Axiome Euklids erfüllt sind – das Parallelenaxiom aber nicht gilt: die „hyperbolische Ebene“. Dies war die Geburtsstunde der hyperbolischen Geometrie – eine Revolution, der Beginn eines neuen Verständnisses der Geometrie.

Das Gegenstück der hyperbolischen Geometrie ist die zweidimensionale sphärische Geometrie. „Sphäre“ ist der mathematische Begriff für die Oberfläche einer Kugel. Die „Geraden“ in der sphärischen Geometrie sind Großkreise. Sie bilden die kürzesten Verbindungsstrecken zwischen zwei Punkten. In der sphärischen Geometrie lässt sich das Parallelenaxiom niemals erfüllen, da sich zwei Großkreise immer schneiden. Dies wirkt sich auch auf andere geometrische Eigenschaften aus, die uns aus der euklidischen Geometrie unumstößlich erscheinen. So ist auf der Sphäre die Summe der Innenwinkel eines Dreiecks niemals 180 Grad, sondern immer größer. In der hyperbolischen Geometrie ist die Summe der Innenwinkel im Unterschied zur sphärischen Geometrie immer kleiner als 180 Grad. Das Parallelenaxiom wird auf diese Weise verletzt: Zu einer gegebenen Gerade und einem gegebenen Punkt, der nicht auf dieser Geraden liegt, gibt es nun nicht nur eine parallele Gerade, sondern unendlich viele parallele Geraden, die durch den Punkt gehen. Dies ist schwer vorstellbar, wenn man an die Sichtweise der Euklidischen Geometrie gewöhnt ist.

Der hyperbolische Fußball

Um die Geometrie auf der Sphäre zu verstehen, hilft es uns, dass sie als Kugeloberfläche auf natürliche Weise in den dreidimensionalen euklidischen Raum eingebettet ist. Die hyperbolische Ebene hingegen lässt sich nicht in den dreidimensionalen euklidischen Raum einbetten. Mathematiker betrachten daher verschiedene Modelle der hyperbolischen Ebene, die mit der euklidischen Geometrie beschrieben werden können. Jedes Modell stellt nur einige Größen der hyperbolischen Ebene richtig dar; weitere erscheinen anders, als sie es in der Realität der hyperbolischen Ebene sind.

Das bekannteste Modell der hyperbolischen Ebene ist das Kreisscheiben-Modell des französischen Mathematikers Henri Poincaré. Viele haben dieses Modell schon einmal gesehen, ohne es zu wissen: Die berühmten „Kreislimit-Bilder“ des niederländischen Künstlers Maurits Cornelis Escher illustrieren das Modell von Poincaré. Die Punkte der hyperbolischen Ebene sind die Punkte im Inneren einer Kreisscheibe von Radius eins. Die Geraden sind hier Kreissegmente oder Geraden, die senkrecht auf dem Rand der Kreisscheibe stehen. Der euklidische Winkel, den wir mit dem Geodreieck zwischen zwei Kreissegmenten messen würden, ist der hyperbolische Winkel zwischen den Geraden.

„Unsere Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit Räumen beliebiger Dimension und deren Eigenschaften.“

Aber die Abstände werden in diesem Modell verzerrt. Der euklidische Abstand, den wir mit dem Lineal messen, ist nicht der Abstand der Punkte in der hyperbolischen Ebene. Je näher wir an den Rand der Kreisscheibe kommen, desto weiter liegen die Punkte in der hyperbolischen Ebene auseinander – selbst, wenn es für unser euklidisches Auge so aussieht, als würden sie nah beieinanderliegen. Der Kreis von Radius eins am Rand der Kreisscheibe ist nicht mehr Teil unseres Raumes: Er ist unendlich weit von jedem Punkt im Innern der Kreisscheibe entfernt. Die zum Rand der Kreisscheibe immer kleiner werdenden Formen in den Escher-Bildern sind in der hyperbolischen Geometrie der Kreisscheibe alle gleich groß.

Es hilft, mit der hyperbolischen Ebene zu spielen, um ein Verständnis dafür zu entwickeln, wie sie „aussieht“ und was es bedeutet, in einer hyperbolischen Ebene zu leben. Der US-amerikanische Mathematiker Jeff Weeks hat dafür einige Computerspiele programmiert. Man kann sich aber auch einfach aus Papier einen hyperbolischen Fußball basteln, der die hyperbolische Ebene annäherungsweise beschreibt: Die euklidische Ebene kann mit regelmäßigen Sechsecken gepflastert werden. In diesem Bienenwabemuster ist jedes regelmäßige Sechseck von sechs weiteren Sechsecken umgeben. Wenn wir nun immer wieder ein Sechseck durch ein regelmäßiges Fünfeck ersetzen, das dann von fünf regelmäßigen Sechsecken umgeben ist, biegt sich das Papier nach oben. Wenn wir dies fortsetzen,

„Von besonderem Interesse ist es, alle Möglichkeiten zu finden, wie eine gegebene Form mit einer gegebenen geometrischen Struktur versehen werden kann.“

erhalten wir einen Fußball, der aus flachen Fünf- und Sechsecken zusammengeklebt ist. Dieser klassische Fußball entspricht annäherungsweise der Sphäre.

Was aber passiert, wenn wir immer wieder ein Sechseck durch ein regelmäßiges Siebeneck ersetzen, das dann von sieben regelmäßigen Sechsecken umgeben ist? Bastelt man dies aus Papier, sieht man, dass sich das Papier immer wieder nach oben und unten biegen muss. Um jedes Siebeneck herum entsteht mehr Fläche als in der euklidischen Ebene. Je größer man den hyperbolischen Fußball baut, desto schwieriger wird es, die zusätzliche Fläche unterzubringen: Der hyperbolische Fußball zeigt sehr anschaulich, dass in der hyperbolischen Ebene in einem Kreis viel mehr Fläche enthalten ist als in einem Kreis des gleichen Radius in der euklidischen Ebene.

Neue Geometrien

Die Entdeckung der hyperbolischen Geometrie hat die Geometrie revolutioniert. Es tat sich eine neue Welt auf. Man führte neue Geometrien ein, die so wie die hyperbolische Geometrie selbst fern unserer Anschauung sind.

Makroskopische Eigenschaften von geometrischen Räumen

Mit speziellen Forschungsfragen der Geometrie beschäftigt sich das Graduiertenkolleg „Asymptotische Invarianten und Limiten von Gruppen und Räumen“, das von Mathematikern der Universität Heidelberg gemeinsam mit Fachkollegen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) getragen wird. Im Mittelpunkt steht die sogenannte asymptotische Geometrie, die makroskopische Eigenschaften von geometrischen Räumen erforscht. Indem diese gleichsam aus weiter Ferne betrachtet werden, verschwindet der Unterschied zwischen einem kontinuierlichen Raum und seiner diskreten Annäherung. So ermöglicht die asymptotische Geometrie eine einheitliche Untersuchung kontinuierlicher und diskreter geometrischer Strukturen. Dem Wechselspiel verschiedener Methoden der Mathematik kommt dabei eine wichtige Bedeutung zu.

Mit dem im Oktober 2016 gestarteten Kolleg soll national und international die erste systematische und institutionalisierte Doktorandenausbildung auf dem Gebiet der asymptotischen Geometrie etabliert werden. Sprecher des Graduiertenkollegs, das die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) über einen Zeitraum von viereinhalb Jahren mit rund vier Millionen Euro fördert, sind Prof. Dr. Anna Wienhard (Heidelberg) und Prof. Dr. Roman Sauer (Karlsruhe).

www.groups-and-spaces.kit.edu

Die euklidische, die sphärische und die hyperbolische Geometrie basieren darauf, dass man den Abstand zwischen zwei Punkten messen und bestimmen kann. Die „projektive“ oder „affine“ Geometrie aber basiert jeweils auf anderen Größen. In der affinen Geometrie existieren eine Längen mehr, es gibt nur noch den Begriff der Parallelität. Die projektive Geometrie, die Geometrie des perspektivischen Zeichnens, ist allein durch sogenannte Inzidenzrelationen bestimmt: Man kann keine Längen messen, es gibt keinen Begriff der Parallelität, man kann nur sagen, ob sich zwei Geraden schneiden oder nicht.

Der deutsche Mathematiker Felix Klein versuchte im Jahr 1872, all diese neuen Geometrien in ein einheitliches Konzept zu fassen. Er veränderte dazu den Blickwinkel und stellte nicht die geometrischen Eigenschaften, sondern die Symmetrien eines Raumes in den Vordergrund. Statt geometrische Begriffe wie Abstand, Winkel, Flächeninhalt oder Parallelität zu definieren, richtete er das Augenmerk auf alle Bewegungen, die gegebene Größen nicht verändern. Was das bedeutet, lässt sich gut an der zweidimensionalen Ebene beschreiben. Alle Symmetrien der euklidischen Ebene sind Bewegungen, die Abstände, Winkel, Flächeninhalte oder Parallelen nicht verändern; jede Bewegung ist ein Produkt von Spiegelungen, Verschiebungen und Drehungen. Um die affine Geometrie zu beschreiben, betrachtet man den gleichen Raum und alle Punkte der euklidischen Ebene – aber man lässt mehr Bewegungen des Raumes als Symmetrien zu. Ein Beispiel sind Streckungen, die zwar Längen verändern, aber die Parallelität von Objekten erhalten. Felix Kleins neuer Zugang über die Symmetrien ist der moderne Zugang, den Mathematiker und theoretische Physiker heute nehmen, um hochdimensionale Objekte und deren Geometrie zu untersuchen.

Geometrie und Form

Unsere Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit den abstrakten Strukturen, die in diesem modernen Zugang eine Rolle spielen. Insbesondere sind das die sogenannten Lie-Gruppen, die als Symmetriegruppen der Geometrien auftreten. Ein weiterer Schwerpunkt unserer Forschung gilt der Frage, wie die sehr abstrakt beschriebenen Geometrien konkret Form annehmen können. Die sphärische Geometrie ist auf einer endlich ausgedehnten Form – einer Fläche – realisiert. Euklidische und hyperbolische Ebenen sind unendlich ausgedehnte Räume. Aber auch endlich ausgedehnte Flächen können mit diesen beiden Geometrien versehen werden. Mit anderen Worten: Es gibt endlich ausgedehnte Flächen, in denen die Umgebung eines jeden Punktes so aussieht wie eine Umgebung in der euklidischen oder hyperbolischen Ebene. Für eine Person, die auf dieser Fläche lebt, scheint es also so, als würde sie in der euklidischen Ebene oder hyperbolischen Ebene leben. Wir sagen dann, dass die Fläche eine euklidische oder eine hyperbolische Struktur trägt.



PROF. DR. ANNA WIENHARD leitet seit dem Jahr 2012 die Arbeitsgruppe Differentialgeometrie am Mathematischen Institut der Universität Heidelberg und seit 2015 die Arbeitsgruppe „Gruppen und Geometrie“ am Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS). Sie ist geschäftsführende Direktorin des Mathematischen Instituts und Mitglied des Direktoriums des MAThematics Center Heidelberg (MATCH) sowie Mitglied des Interdisziplinären Zentrums für Wissenschaftliches Rechnen (IWR). Nach ihrer Promotion an der Universität Bonn und Aufenthalt an der ETH Zürich und der Universität Basel in der Schweiz verbrachte sie prägende Jahre in den USA, am Institute for Advanced Study in Princeton, an der University of Chicago sowie an der Princeton University. Für ein Forschungsprojekt an der Universität Heidelberg zu Symmetrien und sogenannten Deformationsräumen geometrischer Strukturen erhielt Anna Wienhard einen Consolidator Grant des Europäischen Forschungsrats (ERC) mit Fördermitteln in Höhe von knapp 1,6 Millionen Euro.

Kontakt: wienhard@uni-heidelberg.de

Die euklidische, sphärische und hyperbolische Geometrie sind die Modellgeometrien in Dimension 2, da jede Fläche entweder eine sphärische, euklidische oder hyperbolische Struktur tragen kann. Mathematiker klassifizieren Flächen durch ihr Geschlecht. Das Geschlecht einer Fläche ist die Anzahl von Henkeln, die man auf eine Kugel kleben muss, sodass die Oberfläche der Kugel mit Henkeln die gegebene Fläche ergibt. Flächen von Geschlecht null sind Sphären; Flächen von Geschlecht eins sind Oberflächen eines Donuts, sie werden Tori genannt; die Oberfläche einer Brezel ist eine Fläche vom Geschlecht drei. Ein Torus kann mit einer euklidischen Struktur versehen werden. Dies lässt sich veranschaulichen, klebt man einen Torus aus einem rechteckigen Stück Papier zusammen: Erst verklebt man zwei gegenüberliegende Seiten des Rechtecks und erhält einen Zylinder, dann verklebt man die Enden des Zylinders und erhält einen Torus. Die Umgebung eines Punktes auf dem Torus sieht dann so aus wie die Umgebung eines Punktes im Rechteck. Global ist die Struktur aber verschieden.

Alle Flächen von Geschlecht zwei und größer können mit einer hyperbolischen Struktur versehen werden – die meisten Flächen sind also hyperbolisch. In Dimension 3 stellte der US-amerikanische Mathematiker William Thurston die „Geometrisierungsvermutung“ auf: Jeder dreidimensionale Körper kann in einfachere Stücke zerschnitten werden, sodass jedes dieser einfacheren Stücke in Dimension 3

Grundlagenforschung zur Interpretation großer Datenmengen

Das Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS gGmbH) wurde 2010 von SAP-Mitgründer Klaus Tschira und der Klaus Tschira Stiftung als private, gemeinnützige Forschungseinrichtung ins Leben gerufen. Das HITS betreibt mit mittlerweile zwölf Forschungsgruppen Grundlagenforschung in den Naturwissenschaften, der Mathematik und der Informatik, dabei werden große Datenmengen verarbeitet, strukturiert und analysiert. Die Forschungsfelder reichen von der Molekularbiologie bis zur Astrophysik.

Die Gesellschafter der HITS gGmbH sind die HITS-Stiftung, die Universität Heidelberg und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Das HITS arbeitet außerdem mit weiteren Universitäten und Forschungsinstituten sowie mit industriellen Partnern zusammen. Die größte Unterstützung erhält das HITS über die HITS-Stiftung von der Klaus Tschira Stiftung, die wichtigsten externen Mittelgeber sind das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Europäische Union.

www.h-its.org

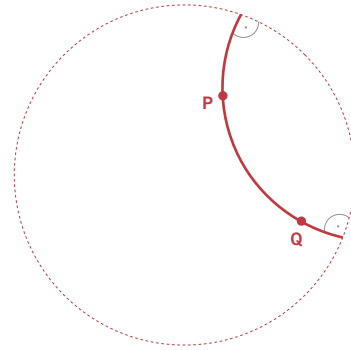


Abbildung 1
Hyperbolische Geometrie: Die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten ist ein Kreis senkrecht zum Rand

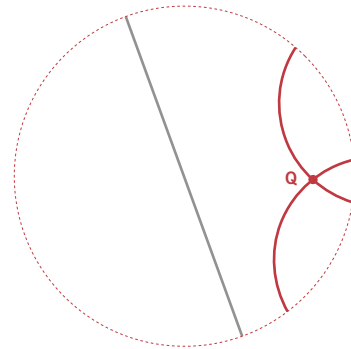


Abbildung 2
Hyperbolische Geometrie: Gegeben ein Kreissegment und einen Punkt Q, existieren unendlich viele parallele Kreissegmente durch Q

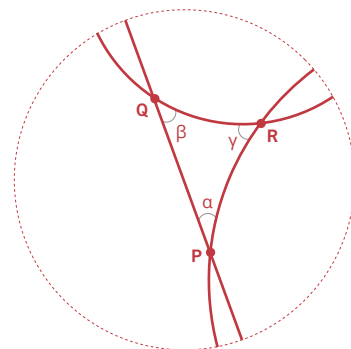


Abbildung 3
Hyperbolische Geometrie: Dreiecksbeziehungen. Die Winkelsumme im Dreieck ist kleiner als 180°
 $\alpha + \beta + \gamma < 180^\circ$

mit genau einer von acht Modellgeometrien versehen werden kann. Die Geometrisierungsvermutung war eines der Millenniumsprobleme, für deren Lösung die amerikanische „Clay Foundation“ eine Million Dollar ausgelobt hat. Die Vermutung Thurstons wurde im Jahr 2003 auf spektakuläre und unerwartete Weise von Grigory Perelman bewiesen, einem russischen Mathematiker. Es ist bis heute das einzige Millenniumsproblem, das gelöst wurde. Von William Thurston, von dem die Idee der Geometrisierung stammt, wird übrigens erzählt, dass er aufgrund eines Sehfehlers nicht imstande war, räumlich zu sehen. Er musste sich die dritte Dimension also vorstellen. Warum sollte er bei drei Dimensionen haltmachen und sich nicht auch höhere Dimensionen vorstellen? Vielleicht ist das der Grund für Thurstons einzigartige geometrische Intuition und Vorstellungskraft.

In höheren Dimensionen ist die Situation viel komplexer: Verallgemeinerungen der Geometrisierungsvermutung gibt es hier nicht. In unserer Arbeitsgruppe in Heidelberg beschäftigen wir uns mit Geometrisierungsfragen in höheren Dimensionen und mit allgemeinen Geometrien im Sinne Felix Kleins. Von besonderem Interesse ist es für uns, alle Möglichkeiten zu finden, wie eine gegebene Form mit einer gegebenen geometrischen Struktur versehen werden kann. Anschließend untersuchen wir, wie diese geometrische Struktur kontinuierlich verändert werden kann. Diese kontinuierlichen Veränderungen beschreiben sogenannte Deformations- oder Modulräume. Ein Modulraum von zentraler Bedeutung für Mathematik und Physik ist der „Teichmüllerraum“. Er beschreibt alle Möglichkeiten, eine Fläche von Geschlecht größer gleich zwei mit einer hyperbolischen Struktur zu versehen.

Vor etwa fünfzehn Jahren entdeckten wir gemeinsam mit anderen Forschern, die sich mit Verallgemeinerungen des Teichmüllerraumes beschäftigten, die „höheren Teichmüllerräume“. Dies war sehr unerwartet und hat ein gänzlich neues Forschungsgebiet erschlossen. In jüngerer Zeit haben wir neue geometrische Strukturen gefunden, mit denen wir neue Beispiele diskreter Untergruppen von Lie-Gruppen definieren können. Alle unsere bisherigen Erkenntnisse sind aber nur die „Spitze des Eisbergs“ der Struktur und der Eigenschaften höherer Teichmüllerräume: Es gibt in ihnen noch viel zu entdecken. ●

„Ein Modulraum von zentraler Bedeutung für Mathematik und Physik ist der Teichmüllerraum. Vor etwa 15 Jahren haben wir ‚höhere Teichmüllerräume‘ entdeckt.“

BEYOND IMAGINATION

THE GEOMETRY OF THE DISC

ANNA WIENHARD

For centuries, people believed that they lived on a two-dimensional flat disc that ended at the rim, with nothing beyond. It was unbelievable to them that they might live on the surface of a sphere. Today we are comfortable with the idea of living on the surface of our round earth. However, string theorists now predict that our universe is not four-dimensional (three dimensions for space and one dimension for time), but actually ten-dimensional, with six dimensions being so small that we cannot perceive them in daily life. This is unimaginable for most of us. As mathematicians, we investigate the space of arbitrarily high dimensions, whose geometric properties are often quite different from the properties of the Euclidean space we learned about in school.

In the 19th century, mathematicians discovered that there is another geometry besides Euclidean geometry, which they named hyperbolic geometry. Hyperbolic geometry satisfies all the axioms that define Euclidean geometry except the postulate of parallelism, which states that for a given line and a given point not on the line, there is a unique parallel line through that point. In hyperbolic geometry, there are infinitely many parallel lines. This leads to other intriguing geometric properties, such as the fact that the sum of the inside angles of a triangle in hyperbolic space is strictly less than 180 degrees.

The discovery of hyperbolic geometry was a mathematical revolution that led to other new geometries and a completely new understanding of what geometry actually is. The modern view, based on concepts developed by Felix Klein, defines geometry through the symmetries of a space, not through its geometric quantities.

In our research, we investigate geometries in the sense of Felix Klein. In particular, we want to find out if a given topological shape can be endowed with a specific geometry, and then describe all the ways in which this might be possible. The result is a phenomenon known as moduli spaces. Through our cooperation with other researchers over the past 15 years, we were able to identify a new family of moduli spaces, the “higher Teichmüller spaces”. ●

PROF. DR ANNA WIENHARD has been heading the “Differential Geometry” research group at Heidelberg University’s Mathematical Institute since 2012 and the “Groups and Geometry” research group at the Heidelberg Institute for Theoretical Studies (HITS) since 2015. She is Managing Director of the Mathematical Institute, a member of the directorate of MATCH – the MAThematics Center Heidelberg – and a member of the Interdisciplinary Center for Scientific Computing (IWR). After earning her doctorate at the University of Bonn and working at both ETH in Zurich and the University of Basel in Switzerland, she spent defining years in the USA, at the Institute for Advanced Study in Princeton, the University of Chicago and Princeton University. Anna Wienhard received a European Research Council (ERC) Consolidator Grant in the amount of nearly 1.6 million euros for a research project at Heidelberg University that deals with symmetries and so-called deformation spaces of geometric structures.

Contact: wienhard@uni-heidelberg.de

“For many thousands of years, people believed that they lived on a flat disc. To them, the fact that we live on the surface of a sphere was simply beyond imagination.”



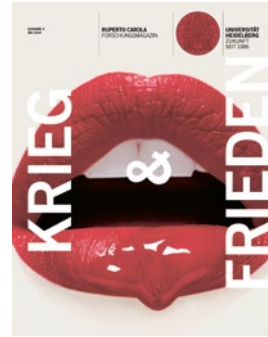
ALT & JUNG
AUSGABE 1
OKTOBER 2012



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