

bild der wissenschaft plus

KLAUS TSCHIRA PREIS

für verständliche
Wissenschaft

Die Preisträger 2013

KlarText!
KlarText!
KlarText!
KlarText!





Entdeckerbücher für Neugierige



Schlau kochen
Für Neugierige ab 8 Jahren

Das gibt's zu entdecken:
Kinderleichte Rezepte
zum Ausprobieren
Anschauliche Erklärungen
der naturwissenschaftlichen
Vorgänge
Spannende Experimente
zum Nachmachen

ISBN 978-3-86528-608-6



Schlau gärtnern
Für Neugierige ab 8 Jahren

Das gibt's zu entdecken:
Praktische Anleitungen für eigenes
Gemüse auf Fensterbank, Balkon und
im Garten - Spannende Hintergründe
der Biologie von Pflanzen und Tieren
des Gartens - Erlebnisreiche Projekte
vom Minibeet bis zum Gemüseschungel
- Leckere Rezepte

ISBN 978-3-86528-733-5





ZUR SACHE

Wolfgang Hess, Chefredakteur

INHALT

Wie der Preis eine Laufbahn formt

Seine Welt ist das Meereis und der hohe Norden. Bereits einen Teil des Meteorologie-Studiums absolvierte er am University Centre in Svalbard (dem norwegischen Namen von Spitzbergen) in Longyearbyen. Einen Artikel über seine Doktorarbeit über die Dynamik des Salzgehaltes bei Meereis reichte er 2007 beim Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft ein, den er im Wettstreit mit vielen anderen Bewerbern im Fach Physik prompt gewann. Seit 2008 ist Dr. Dirk Notz Leiter der neun Mitarbeiter umfassenden Forschungsgruppe „Meereis im Erdsystem“ am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg.

Die Bewerbung um den Klaus Tschira Preis und die Auszeichnung sind für Notz alles andere als eine randständige Episode im Lebenslauf: „Beim Auswahlverfahren zur Leitung einer Max-Planck-Forschungsgruppe musste ich einem fachlich sehr gemischten Gremium in einer Viertelstunde erklären, worum es geht. Viele meiner Mitbewerber hatten spannende Projekte, konnten sie aber nicht so überbringen, dass sich das Spannende auf das Gremium übertrug. Wenn ich heute eine Forschungsgruppe leite, liegt das auch daran, dass ich durch meine Teilnahme am Klaus Tschira Preis erlernt habe, Forschung verständlich vorzustellen.“

Neben seinen wissenschaftlichen Ambitionen engagiert er sich bundesweit mehr denn je bei öffentlichen Veranstaltungen und an vielen Schulen. Allein in den letzten Monaten hielt er in Stuttgart, Frankfurt, Hamburg, Lübeck, Rendsburg und Kiel öffentliche Vorträge über die Rolle des Meereseis bei der aktuellen Klimaveränderung. Ende Juni bereicherte Dirk Notz „Explore Science“ in Mannheim, eine Veranstaltung – vor sieben Jahren von der Klaus Tschira Stiftung aus der Taufe gehoben und seither jährlich organisiert – zu der in diesem Jahr sage und schreibe 50 000 Kinder und Jugendliche mitsamt ihren Eltern kamen. Und ganz aktuell – im September – war der Familienvater (*1975) wissenschaftlicher Reisebegleiter der touristischen Arktis-Expedition „Eisbären erleben – Klimawandel erfahren“.

Schon dieser kurze Einblick in das Leben von Dirk Notz dokumentiert Nutzen und Wirkung des 1997 erstmals vergebenen Klaus Tschira Preises für verständliche Wissenschaft und offenbart jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, wie wesentlich es ist, sich neben der Fachsprache auch weiterhin allgemein verständlich auszudrücken. 1332 junge Wissenschaftler haben sich seit der Neuausschreibung 2006 um den Preis beworben. Allen gebührt dafür auch Jahre später noch Anerkennung. Denn wenn nur jeder Zehnte der Popularisierung von Wissenschaft ähnlich verbunden bleibt wie das bei Notz der Fall ist, hat diese Auszeichnung viel bewirkt in unserem Land, das sich den Wohlstand nur erhält, wenn Forschung und Technologie im internationalen Rahmen ganz vorne rangieren.

Foto: W. Scheible für bfw

Eines noch: Den Festvortrag „50 Jahre bild der wissenschaft“ am 6. Februar 2014 in Stuttgart hält Dirk Notz.

3 Zur Sache

4 Wider die Wortungetüme

Wie das 2012 gegründete Nationale Institut für Wissenschaftskommunikation (NaWik) Forscher unterstützt.

8 „Unsere Dozenten kommen an jede Institution“

NaWik-Chef Carsten Könneker will seine Einrichtung deutschlandweit bekannt machen.

10 Röntgenblick dank Mini-Magnet

Christiane Heinicke, Physik

14 Die Programmiersprache des Gehirns

Philipp Berens, Neurowissenschaften

18 Kinderarbeit bei Gottes Käfern

Peter Biedermann, Biologie

22 Ganz schnell raus!

Martin Strehler, Mathematik

26 Wann ist es zu voll?

Barbara Krausz, Informatik

30 Die Spiralgalaxie über Heidelberg

Das Haus der Astronomie setzt in der Wissensvermittlung neue Maßstäbe.

35 Impressum



Titelgrafik: Peter Kotzur

Einen tiefen und dennoch verständlichen Einblick in ihre Doktorarbeiten geben die zwei Preisträgerinnen und drei Preisträger des Klaus Tschira Preises 2013.

Wider die Wortungetüme

Ausbildungsangebote für Wissenschaftskommunikation sind an deutschen Universitäten Mangelware. 2012 hat das Nationale Institut für Wissenschaftskommunikation (NaWik) in Karlsruhe seine Türen geöffnet. Es bietet Studierenden und gestandenen Wissenschaftlern Schreib-, Präsentations- und Interviewtrainings an.



Fotos: T. Wegner für bdw

NaWik-Direktor Carsten Könneker weist Wissenschaftler stets darauf hin, wie wichtig es ist, sich vor einer Veranstaltung auf die Zielgruppe einzustellen.

Frontalunterricht ist nicht gefragt.
Die Seminarteilnehmer sollen sich direkt einbringen.



NACHEINERLEIDLICH misslungenen Auf-
führung eines seiner Theaterstücke no-
tierte Oscar Wilde übellaunig in seinem
Tagebuch: „My piece was a smashing
success, but the audience was a com-
plete failure.“ (Mein Stück war ein
schlagender Erfolg, aber das Publikum
hat komplett versagt.) Nicht anders er-
geht es manchem Wissenschaftler, der
mit Elan die Bühne der Öffentlichkeit
betritt. Seine Fachkompetenz ist unbe-
stritten, das Projekt innovativ, gar in-
ternational, seine Erkenntnisse dürfen

als bahnbrechend bezeichnet werden.
Doch welches Ergebnis bewirken guter
Wille und Engagement? Die Resonanz
erweist sich als niederschmetternd! Ein
dünner Artikel in der Zeitung, der sämt-
liche Inhalte verflacht. Ein Radiobei-
trag, der seine hochpräzisen Aussagen
geradezu karikativ verfälscht, und
schließlich ein TV-Interview, das all die
detailreichen Ausführungen auf zwei
stammelnde Sätze reduziert.

„Bereits bevor sich ein Wissen-
schaftler ins Gespräch mit Journalisten

begibt, bevor er Interviews oder auch
schriftliche Statements gibt, muss er
sich genau überlegen, welche Kern-
botschaften er transportieren möchte“,
betont Beatrice Lugger, stellvertretende
Wissenschaftliche Direktorin am Nati-
onalen Institut für Wissenschaftskom-
munikation (NaWik). Unter Forschern
gebe es das geflügelte Wort, dass Jour-
nalisten nichts verstünden und alles
verfälschten. „Doch das ist eine Ausre-
de! Als Experten sind sie gehalten, ihre
Kenntnisse zu kondensieren. Sie sollten

Die stellvertretende Institutsleiterin Beatrice Lugger erläutert, auf welchen
Bausteinen Wissenschaftskommunikation im Print beruht und wodurch sich
verschiedene Medienprodukte unterscheiden.





Beatrice Lugger analysiert den Text, den die Expertin für eine große Öffentlichkeit geschrieben hat ...

eine Sprache wählen, die ihr Gegenüber verstehen kann.“

Lugger arbeitete lange Jahre als freie Wissenschaftsjournalistin für die „Süddeutsche Zeitung“, die Technologiezeitschrift „Wired“, das Magazin „Focus“ sowie als Social-Media-Beraterin für die Lindauer Nobelpreisträgertagungen. Gemeinsam mit Carsten Könneker, Chefredakteur in der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft und Wissenschaftlicher Direktor des NaWik, war sie schon frühzeitig in die Planung des NaWik eingebunden (siehe Interview auf der nächsten Doppelseite). Ein wichtiger Ansatzpunkt war für beide ihre langjährige Erfahrung in der Wissenschaftskommunikation. Vor allem die veränderte Medienlandschaft stellt Forscher heute vor Herausforderungen:

„Dank zahlreicher neuer Medienformate gibt es immer mehr Möglichkeiten, wie sich Wissenschaftler direkt an Dialogen mit der Öffentlichkeit beteiligen können. Nur haben sie es an der Universität nie gelernt, ihre Forschung verständlich für verschiedene Zielgruppen herunterzubrechen. Das NaWik zeigt ihnen, wie sie dies schaffen“, sagt Könneker. Wer sich gleichwohl bewusst dieser Herausforderung stelle, dem eröffneten sich zahlreiche Chancen, ergänzt Lugger und nennt ein Beispiel: „Bei einem professionell geführten Bürger- und Patientendialog habe ich erlebt, wie fruchtbar der Austausch mit Wissenschaftlern auf Augenhöhe sein kann. Wie Ängste schwinden und komplexe Sachverhalte klar und angemessen vermittelt werden können. Auch wie sehr Social Media Wissenschaft beflügeln kann, ist hierzulande häufig noch nicht bekannt.“

GUT ZWEI JAHRE VORLAUFZEIT

Der Anstoß zur Gründung des NaWik ging von der Klaus Tschira Stiftung (KTS) aus. Nach rund zweieinhalb Jahren Vorlaufzeit eröffnete sie es als Gemeinschaftsvorhaben mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Oktober 2012. Als Kooperationspartner holte die Stiftung des SAP-Mitgründers Klaus Tschira Spektrum der Wissenschaft ins Boot. Bereits seit über 16 Jahren fördert die Stiftung mit unterschiedlichen Vorhaben die Kommunikationskompetenz von Wissenschaftlern. Die gewonnenen Erfahrungen werden künftig im NaWik gebündelt und institutionalisiert. Dabei stand zunächst nur fest, dass die Einrichtung an einer deutschen Hochschule angesiedelt werden soll. Für den Zeitraum

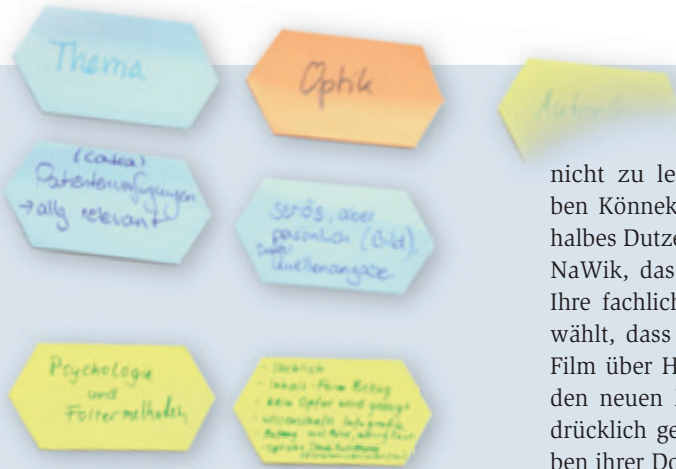
von fünf Jahren werden von der KTS bis zu zehn Millionen Euro Fördermittel bereitgestellt. Die Entscheidung des Landes Baden-Württemberg, in Karlsruhe einen Studiengang „Wissenschaft – Medien – Kommunikation“ einzurichten, spielte eine Rolle für die dortige Ansiedlung. Entscheidend war jedoch der Wunsch der Heidelberger Stiftung, den Aufbau des NaWik aktiv mitgestalten zu können. Zielgruppe des NaWik sind Studierende sämtlicher Fachrichtungen sowie Jungakademiker mit Abschluss. Aber auch erfahrene Forscher oder ganze Forschungseinrichtungen mit ihren oft sehr spezifischen Kommunikationsbedürfnissen erhalten ein maßgeschneidertes Training.

Angeboten werden Schreib- und Interviewseminare, Medien-, Social-Media-, Kommunikations-, Vortrags- und Publikationsseminare. „Das ist allerdings nur das Starterset. Unser Augenmerk liegt zuerst auf der Qualitätssicherung. Wir achten sehr darauf, valide Seminare zu entwickeln. In Phase zwei, nach dieser Selbstvergewisserung, werden wir das Spektrum erheblich ausweiten und auch englischsprachige Kurse anbieten. Geplant sind unter anderem Seminare in Risikokommunikation und im Medienrecht. Außerdem planen wir auch Angebote für Blended-Learning, eine Kombination aus E-Learning und Präsenzveranstaltungen“, skizziert die stellvertretende Direktorin.

Das NaWik ist keinesfalls als regionale Institution angelegt. Von ihm soll eine Signalwirkung ausgehen, wünscht sich die Klaus Tschira Stiftung. Durch sein Beispiel sollen Universitäten animiert werden, Wissenschaftskommunikation verbindlich in ihre Lehrpläne aufzunehmen. Daher bietet das NaWik

Das Nationale Institut für Wissenschaftskommunikation

Eröffnung:	Oktober 2012
Finanzierung:	bis zu 10 Millionen Euro über 5 Jahre von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH
Gesellschafter:	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Klaus Tschira Stiftung gGmbH
Rechtsform:	gemeinnützige GmbH
Internet:	nawik.de



seine Seminare nicht nur „inhouse“ an. Regelmäßig melden auch Akademien, Forschungseinrichtungen oder Stiftungen Bedarf an. Martina Pötschke-Langer vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) buchte in Heidelberg für ihre gesamte Abteilung ein Seminar zum Thema „Wissenschaftskommunikation online“. Ihre Aufgabe in der Krebsprävention ist es, Erkenntnisse aus der Forschung zu bündeln und die Öffentlichkeit sowie politische Entscheidungsträger knapp und verständlich zu informieren. „Für uns war die zweitägige Fortbildung bei Frau Lugger unschätzbar. Gemeinsam haben wir Fachtexte kritisch unter die Lupe genommen und sie fürs Internet aufbereitet. Dieses präzise Ausarbeiten von Kernbotschaften hat den Relaunch unserer Homepage enorm vorangebracht. Aus der Innenperspektive ist so etwas

nicht zu leisten.“ Derzeit arbeiten neben Könneker und Lugger mehr als ein halbes Dutzend weitere Dozenten für das NaWik, das Gros von ihnen in Teilzeit. Ihre fachliche Provenienz wurde so gewählt, dass sämtliche Fachbereiche von Film über Hörfunk und Print bis hin zu den neuen Medien vertreten sind. Ausdrücklich gewünscht ist es, dass sie neben ihrer Dozententätigkeit weiterhin als Wissenschaftsjournalisten tätig bleiben. Das soll sicherstellen, dass aktuelle Entwicklungen aufgegriffen werden und sich die Expertise der gesamten Einrichtung permanent weiterentwickelt.

Die Seminare werden nicht nur durch die Teilnehmer evaluiert – auch die Dozenten sitzen wechselseitig als Zuhörer im Raum und beratschlagen gemeinsam Verbesserungsmöglichkeiten. Besonders wichtig ist eine wertschätzende und offene Atmosphäre in den Seminaren. Sie soll es den Teilnehmern ermöglichen, ihre Fragen offen zu stellen oder bereits erlebte Problemsituationen frei zu schildern.

ÜBUNG AM SAMSTAGNACHMITTAG

Spürbar wird dies im Seminar „Wissenschaftskommunikation I“. Es findet im Rahmen des fachübergreifenden Fortbildungsangebots des „House of Competence“ des KIT statt. Neun Studentinnen und Studenten sitzen an diesem sommerlichen Samstagnachmittag in den Räumen des NaWik mit Gordon Boldun, dem Referenten, zusammen. Geübt

werden journalistische Darstellungsformen. Die Teilnehmer versuchen sich am Verfassen einer Meldung, analysieren in Gruppenarbeit en détail den Aufbau einer Pressemitteilung. Der Kampf mit dem Konjunktiv fällt dabei nicht jedem leicht, heikle Passivkonstruktionen im Plusquamperfekt schleichen sich über die Hintertür in manche Texte ein. Doch der guten Stimmung tut dies keinen Abbruch – in der Diskussion wird die Gefahr erkannt, das Wortungetüm gebannt.

An einer Pinnwand haben die Studierenden ihre Motive zur Teilnahme am Seminar festgehalten. Wichtig für alle ist, dass sie Leistungspunkte erhalten. Bei vielen reicht das Interesse weiter: So möchte Melissa Träger, Germanistik-Studentin, ihre Schreibfähigkeiten verbessern. Rebekka Schneider studiert Chemische Biologie, sie erwägt eine akademische Laufbahn – und nahm erste Übersetzungsversuche ihrer wissenschaftlichen Arbeit im Freundeskreis vor. „Das Ergebnis war niederschmetternd“, erinnert sie sich und folgert: „Heute sprechen wir über interdisziplinäre Forschung und wie unverzichtbar sie sei. Doch wie sollen sich Wissenschaftler über Fachgrenzen hinweg verständigen, wenn sie das nicht geübt haben? Jeder Forscher sollte verpflichtend ein Seminar wie dieses besuchen. Sonst enden ihre Gespräche eher in babylonischer Sprachverwirrung denn in innovativen Forschungsansätzen.“ ■

... wobei der Spaß bei den Teilnehmern nie zu kurz kommt.



„Unsere Dozenten kommen an jede Institution“

Carsten Könneker ist Wissenschaftlicher Direktor des von der Klaus Tschira Stiftung und dem Karlsruher Institut für Technologie ins Leben gerufenen NaWik. bild der wissenschaft hat ihn zu seinen Zielen befragt.

DAS GESPRÄCH FÜHRTE WOLFGANG HESS

bild der wissenschaft: Sie sind der Gründungsdirektor des Nationalen Instituts für Wissenschaftskommunikation, Herr Professor Könneker. Was macht man dort?

Ziel des NaWik ist es, Wissenschaftler mit praktischem Know-how auszurüsten, damit sie ihre Forschung Nichtspezialisten verständlich machen und mit ihnen in Dialoge treten können. Inhalte sind zum Beispiel verständliches Schreiben, anschauliches Präsentieren oder Wissenschaftskommunikation in sozialen Netzwerken. Dazu bietet das NaWik Präsenzseminare an. Perspektivisch wird begleitendes E-Learning dazukommen.

Sollen die bei Ihnen ausgebildeten Wissenschaftler zu Konkurrenten von Wissenschaftsjournalisten werden?

Nein, sie sollen Wissenschaftler bleiben! Sinn und Zweck ist es, Wissenschaftler so fit zu machen, dass sie sowohl einen wirklichen Bürgerdialog führen können als auch verstehen, wie Medien funktionieren und was die Bedürfnisse etwa von Journalisten sind.

Die Klaus Tschira Stiftung arbeitet seit fast zwei Jahrzehnten daran, dass Forscher sich auch in der Sprache des Volkes ausdrücken können.

Die Stiftung kennzeichnet, dass sie nicht nur wissenschaftliche Projekte fördert, sondern auch die öffentliche Kommunikation über Wissenschaft. Ich selbst halte seit 2009 im Rahmen des Klaus Tschira Preises für verständliche Wissenschaft Schreib-Seminare für frisch promovierte Naturwissenschaftler. Daneben bot die Stiftung weitere Seminare mit ähnlicher Zielsetzung an. Dann wollte die Stiftung diese Angebote in die Hochschulen bringen und forderte Universitäten auf, sich um Fördermittel für ein Institut für Wissenschaftskommunikation zu bewerben. Es traf sich, dass das Karlsruher Institut für Technologie KIT zeitgleich ein neues Studienfach etablieren wollte: „Wissenschaft – Medien – Kommunikation“. In diesem Fach werden Spezialisten für Wissenschaftskommunikation und Wissenschaftsjournalismus ausgebildet. Die parallele Entwicklung führte dazu, dass die Klaus Tschira Stiftung sich für Karlsruhe entschied und das NaWik gemeinsam mit dem zweiten Gesellschafter KIT gründete. Somit werden in Karlsruhe – das ist einzigartig an einer deutschen Hochschule – alle drei Wissenschaft kommunizierenden Berufsgruppen aus- beziehungsweise weitergebildet: Wissenschaftler, Öffentlichkeitsarbeiter und Wissenschaftsjournalisten – und zwar im Hinblick auf ihre jeweils unterschiedlichen Rollen im Medienbetrieb.

In Ihrer Eigenschaft als Chefredakteur der Mediengruppe um „Spektrum der Wissenschaft“ arbeiten Sie in

Heidelberg – dem Sitz der Klaus Tschira Stiftung. Andererseits haben Sie in den letzten Jahren mehrfach über moderne Wissenschaftskommunikation wissenschaftlich publiziert. Da lag es nahe, Sie zum Chef des NaWik zu berufen.

Erfahrungen und Ziele der Stiftung stimmten in diesem Fall mit meinen eigenen völlig überein. Die Idee für ein Institut dieser Art war reif.

Die finanzielle Unterstützung erfolgt ausschließlich durch die Stiftung?

Nahezu. Dazu kommen Erlöse durch die Seminare, die kostenpflichtig sind.

Das NaWik ist also eine wissenschaftsbezogene Dienstleistungseinheit, die gebucht werden kann?

Ja. Einige Seminare halten wir in Karlsruhe ab, vor allem für fortgeschrittene Studierende, Doktoranden und Postdoktoranden. Aber unsere Dozenten kommen auch an jede andere wissenschaftliche Institution im deutschsprachigen Raum. Sogar in Luxemburg waren wir bereits.

Welche Inhalte werden am stärksten nachgefragt?

Bis dato unser Schreibseminar. Auf großes Interesse stößt aber auch das Seminar „Verständliches Präsentieren“. Wir haben zudem seminarübergreifende Lehrinhalte, etwa das Denken in Zielgruppen. Wissenschaftler haben mitunter ein sehr einfaches Kommunikationsschema im Kopf: Selbst ist man Experte, alle anderen sind Laien. In Wirklichkeit gibt es aber vielfältige

Abstufungen. Das fängt beim Wissenschaftler in der Nachbarfakultät an und geht bis zum Kindergartenkind. In unseren Seminaren schärfen wir daher zunächst das Bewusstsein im Hinblick auf Fragen wie: Wen habe ich da vor mir? Was sind dessen Voraussetzungen, Erfahrungen, Interessen? Was möchte ich einer speziellen Zielgruppe vermitteln? Hierbei muss man sich thematisch oft stark einschränken. Das empfinden viele Wissenschaftler als schmerzhaft.

Für die Wissenschaftler sind die Perspektiven dennoch besser geworden. Heute haben sie mehr Möglichkeiten als noch vor zwei Jahrzehnten, mit der Öffentlichkeit in Kontakt zu treten.

Überspitzt formuliert musste damals ein Wissenschaftler warten, bis ein Verlag an ihn mit der Bitte herantrat, ein populäres Sachbuch zu schreiben – oder eine Zeitung mit einem Interviewwunsch. Heute gibt es Blog, Social Media, Newsletter, Science Slam, Science Café, Lange Nacht der Wissenschaft und Kinderuni. In diesen und weiteren Formaten können Wissenschaftler selbst aktiv werden und sind nicht mehr auf die Türwächter des Medienbetriebs angewiesen. Mehr noch: Die Öffentlichkeit hat nicht erst seit heute ihrerseits großes Interesse, sich mit den Koryphäen direkt auszutauschen. Gerade deshalb sollten möglichst an allen Hochschulen Grundkurse angeboten werden, nach dem Motto „Das kleine ABC der Wissenschaftskommunikation“. Hier herrscht großer Nachholbedarf.

Warum bloggen Wissenschaftler?

Eine Umfrage unter bloggenden Wissenschaftlern auf dem von mir entwickelten Portal SciLogs.de ergab vor einem Jahr, dass die meisten dies aus ganz persönlichen Motiven machen: „Ich habe Spaß am Schreiben“. Motive wie „ich möchte der Gesellschaft etwas zurückgeben“ oder „ich beantworte gerne Fragen und gebe Rat“ wurden seltener genannt. Und ganz unten bei den Motiven stehen Angaben wie „ich mache das für meine Karriere“. Die Öffentlichkeit, die ein Wissenschaftler durch Beiträge bei SciLogs erreichen will, ist der Umfrage zufolge

in den meisten Fällen ein interessiertes Erwachsenenpublikum. Spannend sind auch die Angaben über den Zeitaufwand. Manche sagten, ihnen sei der letzte Beitrag in einer halben Stunde aus der Tastatur geflossen. Ein Blogger gab an, mehr als einen ganzen Tag gebraucht zu haben.

Ist ein guter Wissenschaftler heute nur einer, der auch in einen zeitgemäßen Bürgerdialog eintritt?

Nein! Ein guter Wissenschaftler ist weiterhin jemand, der saubere und gute Forschung macht. Wenn er an einer Hochschule tätig ist, sollte er zusätzlich ein guter Lehrer sein. Das ist auch für uns ein Ansporn: Wer am NaWik als Wissenschaftler Seminare besucht hat, sollte hinterher über seine Forschung verständlicher kommunizieren können. Das wirkt sich auch auf die Lehre aus. Vorlesungen werden verständlicher und motivierender.

Wie sieht die Infrastruktur des NaWik heute aus? Wie soll sie sich entwickeln?

Wir haben rund zehn Dozenten an Bord – teilweise fest angestellt, teilweise auf Honorarbasis. Diese Zahl wird sich erhöhen, weil wir schon jetzt, ohne besondere Werbung, eine hohe Nachfrage haben und noch zahlreiche neue Seminare entwickeln möchten, beispielsweise „Freie Rede und Dialog“, „Wissenschaft für Kinder“ und „Videos in der Wissenschaftskommunikation“. Auch wollen wir den Erfolg unserer Schulungen erforschen lassen und stellen uns einer Qualitätssicherung. Zudem wird es 2015 – also drei Jahre nach der NaWik-Gründung – eine Evaluation, eine externe Begutachtung, geben, die die Klaus Tschira Stiftung initiieren wird.

Wo soll das NaWik fünf Jahre nach seiner Gründung stehen?

Es soll eine namhafte Institution sein, der es deutschlandweit gelungen ist, in unterschiedlichste wissenschaftliche Einrichtungen und insbesondere Hochschulen Seminare in Wissenschaftskommunikation zu integrieren. ■

Prof. Dr. Carsten Könneker

ist seit einem Jahr Wissenschaftlicher Direktor des Nationalen Instituts für Wissenschaftskommunikation in Karlsruhe. Seit 2010 ist er Chefredakteur der Zeitschriftengruppe um „Spektrum der Wissenschaft“. Könneker (*1972) ist Diplom-Physiker und Literaturwissenschaftler. Er promovierte 2000 an der Universität zu Köln. 2007 gründete er das Blogportal SciLogs.de.

Röntgenblick dank Mini-Magnet

Die meisten Menschen kennen Stahl nur in seiner festen Form. Für die Verarbeitung muss er jedoch aufgeschmolzen werden, was ihn zu einer heißen und äußerst aggressiven Flüssigkeit macht. Dann ist er nur noch schwer kontrollierbar. Ein neues elektromagnetisches Messverfahren hilft, kritische Situationen zu verhindern.

VON CHRISTIANE HEINICKE

KURT IST STAHLARBEITER. Er überwacht die Temperatur und Zusammensetzung des Stahls, der als Schmelze aus der Stranggussanlage fließt. Meist sitzt Kurt vor einem Überwachungsmonitor. Manchmal nimmt er mit einem Keramikbecher eine Probe ab, bei knapp 2000 Grad Celsius, um sie dann zur chemischen Untersuchung zu bringen.

Als Kurt die Zusammensetzung der heutigen Schmelze sieht, runzelt er die Stirn. So viel Aluminiumbeimischung, ob das mal gut geht. Und tatsächlich, der Füllstand der Schmelze im Strang nimmt schon ab. Kurt beobachtet das Signal auf dem Bildschirm genau. Das Absinken verheißt nichts Gutes: Das Rohr, durch das der Nachschub aus der Gießpfanne kommt, setzt sich zu. Manchmal hilft es dann, Argon durch das Rohr zu blasen. Manchmal kann Kurt die Verengung durch erhöhten Zulauf aus der Gießpfanne ausgleichen. Wenn beides nichts bringt, muss Kurt das Rohr austauschen.

Was Kurt an diesem Morgen so sorgenvoll betrachtet, ist der Fachwelt als Clogging bekannt (zu Deutsch: Verstopfen). Dabei entmischen sich die Bestandteile des Stahls und erstarren. Es entstehen Klumpen, die sich an den Wänden des Tauchrohrs festsetzen. Die größer werdenden Ablagerungen verstopfen das Rohr zunehmend, bis zu dem Punkt, an dem der Stahl überhaupt nicht mehr abfließen kann. Wirksam verhindern kann man Clogging nur, indem man Stahlzusammensetzungen meidet, die erfahrungsgemäß zum

Clogging neigen. Bei neuen Stahlsorten fehlt dieses Erfahrungswissen. Vorhersagen sind nicht möglich, denn verstanden ist der Prozess des Cloggings bis heute nicht.

STILLSTAND IST TEUER

Was man dagegen sehr gut versteht, sind die Folgen des Cloggings: Wenn ein Rohr verstopft, muss die betroffene Anlage abgeschaltet werden. Das Rohr selbst kostet nur wenige Hundert Euro und ist schnell gewechselt. Aber schon eine Minute Stillstand kostet Tausende von Euro, denn in dieser Zeit könnten mehrere Tonnen Stahl gegossen werden. Wird das Rohr dagegen nicht ausgetauscht, können die Ablagerungen an den Wänden durch den fließenden Stahl mitgerissen werden und ihn verunreinigen. Im schlimmsten Fall muss der soeben hergestellte Stahl verschrottet werden. Das ist eine enorme Verschwendung von Ressourcen: Die Erzeugung von einer Tonne Stahl verbraucht etwa 1000 Kilowattstunden Energie – genug, um einen durchschnittlichen Haushalt ein Vierteljahr lang mit Strom zu versorgen. Fast die Hälfte dieser Energie stammt in Deutschland aus Kohlekraftwerken, sodass für jede produzierte Tonne Stahl ungefähr eine Tonne Kohlendioxid emittiert wird. Daher würde eine Reduzierung des Cloggings nicht nur zu einer effizienteren Energieverwertung führen, sondern auch einen wesentlichen Beitrag für den Umweltschutz leisten. Umso mehr, da Clogging nicht nur bei Stahl, sondern auch bei anderen Metallen auftritt.



DR. CHRISTIANE HEINICKE

1985 geboren in Wolfen (Sachsen-Anhalt)

2005 Abitur

2005 bis 2008 Bachelorstudium der Technischen Physik an der Technischen Universität Ilmenau

2008 Forschungsaufenthalt am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (USA)

2008 bis 2010 Masterstudium der Geophysik an der Uppsala Universität (Schweden) und der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich (Schweiz)

2010 Master in Physik

2010 bis 2013 Doktorandin am Institut für Thermo- und Fluidodynamik an der Technischen Universität Ilmenau

25.2.2013 Promotion zum Dr.-Ing.

seit 2010 Wissenschaftliche

Mitarbeiterin am Institut für Thermo- und Fluidodynamik an der Technischen Universität Ilmenau

Infos: www.tu-ilmenau.de/lorenz-force

Kontakt: christiane.heinicke@tu-ilmenau.de

Teststrecke für Metall: Durch den Strömungskanal lässt Christiane Heinicke eine Speziallegierung fließen. Vorher stellt sie die Höhe des Messgeräts ein, das einen kleinen Magnetwürfel enthält.

Warum aber ist es so schwer vorherzusagen, ob und wann in einer Schmelze Clogging auftreten wird?

Bisher mussten Forscher das Rohr nach dem Verstopfen ausbauen und aufschneiden, um die erkalteten Ablagerungen zu untersuchen. Um das Clogging zu verstehen, muss man es jedoch „auf frischer Tat“ ertappen. Nur dann kann man den Prozess verfolgen und analysieren. Idealerweise nimmt man dafür ein Geschwindigkeitsmessgerät und überwacht, wie viel Metall durch das Rohr strömt. Setzen sich Ablagerungen an die Rohrwand, nimmt der Durchfluss ab.

Bestünde die Strömung nicht aus Stahl, sondern aus Luft, könnte man einfach ein Windrad nehmen, um die Strömung im gesamten Rohr zu messen. Flüssiger Stahl ist jedoch so aggressiv, dass er das Windrädchen in Sekundenbruchteilen zerfressen würde. Und hier steckt das grundsätzliche Problem, das den Ausgangspunkt für meine Dissertation bildet: Es gibt bisher kein geeignetes Messgerät für die Geschwindigkeit von Flüssigstahl.

Doch es gibt Ansätze. Ein neuartiges Messverfahren aus dem Fachgebiet

Thermo- und Magnetohydrodynamik der Technischen Universität Ilmenau nutzt die hohe elektrische Leitfähigkeit von Metallen: Setzt man ein bewegtes Metall einem Magnetfeld aus, wird das Metall abgebremst, und zwar umso stärker, je schneller das Metall sich bewegt und je besser es elektrische Ströme leitet. Das ist das Prinzip einer Wirbelstrombremse, und es funktioniert auch, wenn das Metall geschmolzen ist.

KONTAKTFREIE MESSUNG

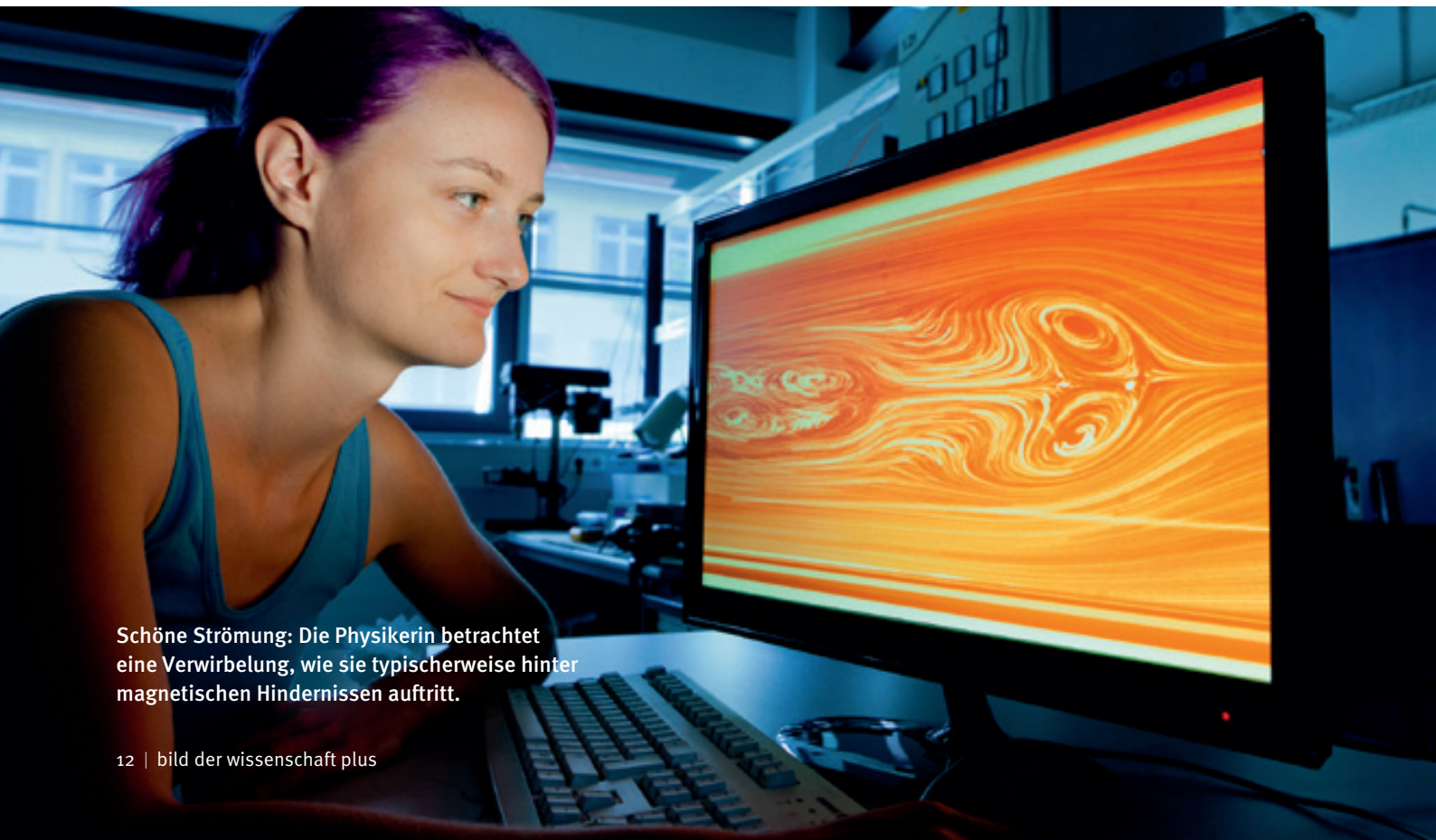
Magnet und Strömung beeinflussen sich aber wechselseitig: Nicht nur die Strömung reagiert auf das Magnetfeld, sondern der Magnet reagiert auch auf die Strömung. Er erfährt gewissermaßen einen Rückstoß, der der Bremskraft entgegen gerichtet ist. Anders formuliert: der Magnet wird von dem Metall umso stärker mitgezogen, je schneller es fließt. Misst man die mitziehende Kraft, kann man die Geschwindigkeit der Metallschmelze völlig kontaktfrei ermitteln.

Da die Fachwelt ein Geschwindigkeitsmessgerät als „Anemometer“ bezeichnet (von altgriechisch *anemos*, „Wind“, und *métron*, „Maß“) und die

Bremskraft schon vor 100 Jahren von Hendrik A. Lorentz entdeckt wurde, heißt das eben beschriebene Messverfahren „Lorentzkraft-Anemometrie“.

Das Besondere an einem Lorentzkraft-Anemometer ist, dass es die Fließgeschwindigkeit vollkommen berührungslos misst. Damit ist es nicht nur unabhängig von den chemischen Eigenschaften, sondern auch von den hohen Temperaturen einer Metallschmelze. Denn heutige Magnete aus Neodym sind zwar stark, halten aber bestenfalls Temperaturen bis 120 Grad Celsius aus. Stahl schmilzt bei etwa 1600 Grad Celsius. Da der Magnet aber keinen Kontakt zur Strömung haben muss, kann man das gesamte Messgerät getrost in ein Gehäuse mit einer guten Kühlung einbauen.

Allerdings hatte die Messung mit einem Lorentzkraft-Anemometer bisher einen Nachteil: Sie erfolgte mit Magnetensystemen, die das Rohr vollständig umschließen und deren Einfluss bis weit in die Schmelze reicht. Daher misst das Anemometer den Durchfluss durch das gesamte Rohr. Für das Clogging heißt das, dass man zwar erfährt, wie viel Stahl durch das Rohr strömt, aber nicht



Schöne Strömung: Die Physikerin betrachtet eine Verwirbelung, wie sie typischerweise hinter magnetischen Hindernissen auftritt.

MÄNNERDOMÄNE? KEIN THEMA

Christiane Heinicke im bdw-Gespräch

Die Stahlindustrie ist nach wie vor eher Männersache. Wie sind Sie zu Ihrem Forschungsgebiet gekommen?

Bei der Wahl meines Themas waren mir drei Punkte wichtig: Erstens wollte ich meine Arbeit in Deutschland anfertigen, da mir der gute Ruf der deutschen Ausbildung im Ausland bereits mehrfach zugute kam.

Zweitens wollte ich sicher sein, gut mit meinem Betreuer auszukommen. Und drittens wollte ich unbedingt experimentell arbeiten, am liebsten in der Strömungsmechanik. An dem Thema hat mich die Kombination von Strömungen mit Magnetfeldern gereizt, aus der sich viele interessante Phänomene ergeben. Dass auf diesem Gebiet überwiegend Männer arbeiten, ist mir gar nicht weiter aufgefallen, da ich schon während meines Studiums meist mit Männern zu tun hatte.

Gibt es potenzielle Abnehmer für Ihre Messtechnik?

Die ersten werden Forschungsinstitute sein, die an Metallen arbeiten, die bei nur wenigen hundert Grad schmelzen. Dann erst wird die Industrie folgen, angefangen bei der Aluminiumindustrie. Denn das Messverfahren ist nicht auf Stahl beschränkt. Die Anwendung auf Stahlschmelzen stellt dann den krönenden Abschluss dar.

Sie waren bereits zweimal für Forschungsaufenthalte in den USA. Wie haben Sie dort die Bedingungen im Vergleich zu Deutschland erlebt?

Mir ist aufgefallen, dass die Institute dort deutlich kleiner sind. Gleichzeitig waren die wenigen Leute, die dort zusammen gearbeitet haben, stärker motiviert. Die kleinen Gruppen waren jedoch zugleich von Nachteil: Alle haben in einem recht eng umgrenzten Gebiet gearbeitet.

unterscheiden kann, ob die Schmelze gemächlich durch das armdicke Rohr strömt oder mit hoher Geschwindigkeit durch einen nur noch fingerdicken Spalt gepresst wird.

Hier setzt meine Dissertation an: Verwendet man statt des Magnetrings einen kleinen Magnetwürfel, dessen Einfluss stärker abfällt, sollte der Magnet bevorzugt den Teil der Metallschmelze „spüren“, der ihm am nächsten ist. In diesem Fall könnte man mit dem Magnet erkennen, wie weit die Strömung von den Ablagerungen in das Innere des Rohrs zurückgedrängt wurde.

Um diese Hypothese zu testen, habe ich ein Modellexperiment aufgebaut, bei dem ein kleiner Magnetwürfel dicht neben eine Metallströmung platziert wird. Allerdings benutzte ich nicht Stahl, sondern eine Speziallegierung, die schon bei Raumtemperatur flüssig ist. So konnte ich ein Lorentzkraft-Anemometer vorerst ohne aufwendige Kühlung so abwandeln, dass es auch die winzigen Kräfte messen konnte, die der kleine Magnet erzeugt.

Der Magnet selbst wiegt 8 Gramm, was einer Gewichtskraft von etwa 78 Millinewton entspricht. Die Kräfte, die der Magnet erzeugt und die das Lorentzkraft-Anemometer messen muss, sind nur ein Zehntausendstel so stark wie die Gewichtskraft des Magneten. Ein solch empfindliches Messgerät gibt es nicht zu kaufen, daher habe ich es gemeinsam mit den Mitarbeitern des Instituts für Prozessmess- und Sensortechnik der TU Ilmenau entwickelt. Zwei Jahre dauerten der Aufbau des Experiments und die Vorversuche. Dann erst konnte ich mich der Frage widmen, die mich eigentlich interessierte: Kann man das Clogging mit einem Magneten „live“ verfolgen?

Physikalisch formuliert lautet die gleiche Frage, ob man mit dem Magneten erkennen kann, wenn sich die strömende Metallschmelze von der Rohrwand und damit vom Magneten entfernt. Ich rückte ihn daher schrittweise von der Rohrwand weg. Und tatsächlich, durch das stark abfallende Magnetfeld ließ die Kraft auf den Magneten mit zunehmendem Abstand zur Schmelze stark nach. Meine Hypothese war also bestätigt.

Damit aber nicht genug. Ich platzierte gezielt Hindernisse in der Schmelze, die den Verlauf der Strömung veränderten. Obwohl sich mein Lorentzkraft-Anemometer außerhalb der Schmelze befand, konnte ich mit seiner Hilfe nicht nur genau sagen, wo das jeweilige Hindernis zu finden war. Ich konnte mit dem kleinen Magneten von außen auch den Verlauf der Strömung hinter dem Hindernis rekonstruieren. Auf das Clogging übertragen, ließe sich mit dieser Information sowohl die Lage der beginnenden Ablagerungen identifizieren, als auch deren aktuelles Ausmaß. Man könnte also schon viel früher als bisher eingreifen und das Rohr mit Argon freiblasen. Rohrwechsel wären dann viel seltener fällig.

Bis Stahlarbeiter Kurt mit einem ähnlichen Gerät das Zusetzen des Tauchrohrs erkennen kann, ist es noch ein weiter Weg. Verschiedene ingenieurtechnische Probleme müssen gelöst werden, wie zum Beispiel der Schutz des Magneten vor der großen Hitze. Aber der physikalische Grundstein für die berührungslose, punktuelle Messung von Geschwindigkeiten in heißen Stahlschmelzen – mit den damit einhergehenden Rohstoff- und Energieeinsparungen – ist jetzt gelegt. ■

So dynamisch wie ihr Fachgebiet: Die junge Forscherin war bereits viel in der Welt unterwegs. Derzeit ist sie beruflich an der TU Ilmenau zu Hause.

Die Programmiersprache des

Unsere Wahrnehmung basiert auf den Aktivitätsmustern tausender Nervenzellen in der Großhirnrinde. Doch wie das genau funktioniert, ist noch weitgehend unklar. Um eines Tages aber verloren gegangene Funktionen des Gehirns wiederherstellen zu können, müssten wir diese „Programmiersprache des Gehirns“ entschlüsseln.

VON PHILIPP BERENS

IM FRÜHJAHR 1958 verbringen zwei junge Wissenschaftler Stunde um Stunde in einem Labor der amerikanischen Johns Hopkins Universität in Baltimore. Sie versuchen einer Nervenzelle in der Großhirnrinde einer narkotisierten Katze Antworten zu entlocken, indem sie runde Lichtflecken mit einem Lichtprojektor ins Auge des Tieres senden. Sie haben großen Aufwand betrieben, um ihre Elektroden nahe an die Zelle zu bringen. Doch dann die Enttäuschung: Die Zelle bleibt stumm. Dabei aktivieren solch runde Lichtflecken die Nervenzellen in der Netzhaut ausgesprochen gut – Zellen, die fast direkt mit der Nervenzelle verbunden sind, die die beiden Wissenschaftler an diesem Tag mit der Spitze ihrer Elektrode getroffen haben. Sie sind kurz davor aufzugeben, da fängt die Zelle plötzlich an zu antworten, gerade als die Wissenschaftler das Dia im Lichtprojektor auswechseln. Schnell finden die beiden heraus: Der dunkle Schatten, den der Rahmen des Dias wirft, bringt die Nervenzelle zum Antworten. Nach vielen weiteren Stunden im Labor haben die

beiden eine fundamentale Entdeckung gemacht: Jede Zelle in diesem Teil der Großhirnrinde antwortet stark, wenn sie einen Lichtbalken mit bestimmter Ausrichtung sieht. Dabei gibt es Zellen, die senkrechte Reize bevorzugen, während andere besonders stark auf waagrechte oder schräge Lichtbalken reagieren. Dieser Fund bringt David Hubel und Torsten Wiesel 1978 den Nobelpreis ein.

EIN PHÄNOMEN, DAS FRAGEN AUFWIRFT

Die Entdeckung aus dem Frühjahr 1958 löste eine wahre Flut von Studien aus, die diese sogenannte Orientierungsselektivität der Nervenzellen in der Großhirnrinde immer genauer beschrieben. Und doch wirft das Phänomen immer noch neue Fragen auf. Am besten lässt sich das nachvollziehen, wenn man sich überlegt, wie schwierig es wäre, einen Computer zu verstehen, ohne seine Funktion und seinen Aufbau zu kennen. Einige Wissenschaftler würden versuchen, das Gerät zu untersuchen, indem sie verschiedene Tasten drückten und aufzeichneten, was auf dem Bild-

schirm passiert oder welche Töne aus dem Lautsprecher kommen. Andere würden die Hardware untersuchen und versuchen herauszubekommen, was die Prozessoren, Chips und elektrischen Verbindungen wohl tun. Doch selbst wenn sie ihr ganzes Wissen auf diesen beiden Gebieten kombinierten, wären sie noch nicht in der Lage, ein solches Gerät nachzubauen – ihnen fehlte schlicht das Wissen um die Programmiersprachen, Codes und Algorithmen.

Ähnlich ist die Situation bei der Erforschung des Gehirns: Wir wissen heute, welche Aufgaben bestimmte Bereiche des Gehirns ausführen – wo die „Soundkarte“ und wo die „Grafikkarte“ des Gehirns zu finden sind. Wir wissen auch einiges darüber, wie Nervenzellen verschaltet sein müssen, damit diese ausschließlich auf Kanten (zum Beispiel Lichtbalken) bestimmter Ausrichtung antworten. Das heißt, wir kennen die wichtigsten elektronischen Bauelemente, die das Gehirn verwendet, und haben eine Vorstellung davon, wie wir sie verbinden müssten, um das beobachtete Antwortverhalten zu erklären.

Gehirns

Der Informatiker Philipp Berens sitzt vor Korrelationsfunktionen mehrerer Nervenzellen. Die Diagramme zeigen die Wahrscheinlichkeit, mit der eine bestimmte Zelle aktiv wird.

DR. PHILIPP BERENS

1981 geboren in Freiburg im Breisgau
2001 Abitur, Zivildienst
2002 bis 2008 Studium der Bioinformatik an der Eberhard Karls Universität Tübingen
2003 bis 2009 Studium der Philosophie an der Eberhard Karls Universität Tübingen
2008 Diplom in Informatik
2009 Bachelor in Philosophie
2008 bis 2012 Doktorand am Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik in Tübingen und am Baylor College of Medicine in Houston (USA)
29.01.2013 Promotion zum Dr. rer. nat.
seit Juli 2012 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Bernsteinzentrum für Computational Neuroscience in Tübingen
seit August 2013 ein Jahr Elternzeit
Infos: philippberens.wordpress.com
Kontakt: philipp.berens@uni-tuebingen.de

Unklar ist aber weitgehend, wie die Programmiersprache des Gehirns aufgebaut ist, welche Codes und Berechnungsverfahren das Gehirn benutzt, um Reize aus der Außenwelt wie die orientierten Lichtbalken zu verarbeiten. Zwar glauben wir, dass die gemeinsamen Aktivitätsmuster tausender Nervenzellen unserer Wahrnehmung, unserem Denken und unseren Bewegungen zugrunde liegen. Doch die Prinzipien, nach denen dies geschieht, haben wir selbst für ganz einfache Lichtreize noch nicht verstanden. Wenn wir aber eines Tages verloren gegangene Funktionen des Sehsystems wiederherstellen wollen, wäre es von Vorteil diese Programmiersprache und Codes zu kennen.

Mit diesem Problem habe ich mich im Rahmen meiner Dissertation am Max-Planck-Institut für Biologische Kybernetik in Tübingen beschäftigt.

Ich habe untersucht, wie Nervenzellen gemeinsam die Ausrichtung eines Lichtbalkens kodieren. Da die einzelnen Zellen jeweils bei verschiedenen orientierten Lichtbalken besonders stark antworten, sollte es möglich sein, die Ausrichtung des gezeigten Reizes aus der Aktivität der Zellen zu rekonstruieren. Wir vermuteten, dass weder eine rein experimentelle Untersuchung noch eine rein mathematische Analyse reichen würde, um diese Frage beantworten zu können. Wir arbeiteten deswegen in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe aus Neurophysiologen, Physikern und Informatikern aus Tübingen und Houston in den USA zusammen. Andreas Tolias, mein amerikanischer Betreuer, hatte mehrere Jahre damit verbracht, eine Technik zu entwickeln, mit der sich nicht nur die Aktivität einzelner Nervenzellen messen ließ, sondern viele Nervenzel-

len gleichzeitig aufgenommen werden konnten. Für unsere Experimente arbeiteten wir mit Rhesusaffen. Diese Tiere eignen sich besonders gut für unsere Experimente, da sie ein sehr gut ausgebildetes visuelles System haben.

MEHRERE ATLANTIK-ÜBERQUERUNGEN

Um meine Experimente durchführen zu können, reiste ich mehrmals in die USA. Bis wir unsere ersten Erfolge vermelden konnten, verging allerdings einige Zeit. Einmal etwa gelang es uns, die Elektroden erfolgreich in die Großhirnrinde einzuführen, nur um wenige Tage später beobachten zu müssen, wie die Signale der Elektroden immer schwächer wurden und schließlich ganz verschwanden. Doch nach einigen vergeblichen Versuchen konnten wir die Aktivitätsmuster von Dutzenden von Nervenzellen endlich auf den Computerbildschirmen vor

Serverraum im Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik. Jede Woche kommt allein durch das Team um Philipp Berens ein Terabyte hinzu – eine Datenmenge, die eine handelsübliche Festplatte füllt.



uns sehen und über unsere Kopfhörer hören. Wenn wir Lichtbalken unterschiedlicher Orientierung präsentierten, konnten wir zuschauen, wie Aktivitätswellen durch die abgeleiteten Nervenzellgruppen liefen: ein ähnlich beeindruckendes Erlebnis, wie es 50 Jahre zuvor David Hubel und Torsten Wiesel gehabt haben müssen.

Mit einigen Festplatten voll frisch aufgenommener Daten reiste ich zurück nach Deutschland. Wie sollte man die Aktivitätsmuster der Nervenzellen am besten interpretieren? Mathematisch gesehen handelt es sich dabei um hochdimensionale Zeitreihen, die schwierig zu visualisieren und zu verstehen sind. Wir nutzten dafür etablierte statistische Verfahren und passten sie auf unsere Fragestellungen an: Wir taten so, als ob wir nicht wüssten, welche Orientierung der Lichtbalken in welchem Versuchsdurchgang hatte. Dann versuchten wir, mithilfe statistischer Berechnungen aus den Aktivitätsmustern der Nervenzellen die richtige Orientierung zu schätzen. Die Häufigkeit, mit der wir uns dabei irrten, gab uns Auskunft darüber, wie genau die Aktivitätsmuster der Nervenzellen, die wir aufgezeichnet hatten, die Orientierung des Lichtbalkens repräsentierten. Wir entdeckten, dass die Nervenzellen diese Information bemerkenswert schnell bereitstellten: Nach weniger als einer Zehntelsekunde hatte unser Schätzverfahren den geringsten Fehler bereits erreicht.

DAS ENTARNTTE AKTIVITÄTSMUSTER

Der eigentliche Vorteil unserer Methode war aber, dass wir die errechneten Werte nutzen konnten, um zu überprüfen, ob bestimmte Aspekte der Aktivitätsmuster wichtig sind. Sind sie es nicht, sollte es möglich sein, diese beim Schätzen zu ignorieren, ohne dass die Aussage über die Orientierung ungenauer wird. So fanden wir beispielsweise heraus, dass es nicht entscheidend ist, ob man sich genau merkt, wie häufig benachbarte Zellen gleichzeitig aktiv sind. Es reicht aus, sich die Aktivität jeder Zelle einzeln für sich anzuschauen.

Wir nutzten unsere Methode dann, um zu untersuchen, ob unser Auslesemechanismus auch bei anderen Licht-

SELTEN SO VIEL GELERNT

Philipp Berens im bdw-Gespräch

Sie haben ein Praktikum bei der Süddeutschen Zeitung gemacht. Ist an Ihnen ein Journalist verloren gegangen?

Vielleicht. Ich habe selten in so kurzer Zeit so viel gelernt. Aber ich finde es nicht ganz leicht, eine geeignete journalistische Haltung zur Wissenschaft einzunehmen: An den Neurowissenschaften bin ich zu nah dran, bei vielen anderen Themen habe ich das Gefühl, zu wenig zu wissen. Aber auch als Wissenschaftler hat man ja Möglichkeiten, für die Öffentlichkeit über Wissenschaft zu schreiben.

Inwiefern können Ihre Erkenntnisse dazu beitragen, Blinden zum Sehen zu verhelfen?

Wenn man visuelle Wahrnehmung etwa mit einer Neuroprothese künstlich erzeugen will, ist es wichtig zu verstehen, wie Nervenzellen im Sehsystem Sinnesreize kodieren. Bei meiner Doktorarbeit ging es um Grundlagenforschung, aber in meinem aktuellen Forschungsprojekt klassifizieren wir die unterschiedlichen Typen von Zellen in der Netzhaut. Das Ergebnis könnte man nutzen, um Neuroprothesen wie den Retinachip so einzustellen, dass sie unterschiedliche Typen von Nervenzellen möglichst gut und spezifisch aktivieren.

Sie sind Geschäftsführer beim „Wohnprojekt Vier-Häuser GmbH“. Was ist das für ein Projekt und warum beteiligen Sie sich daran?

Das Vier-Häuser-Projekt ist ein selbstorganisiertes Wohnprojekt, bei dem etwa 100 Menschen unterschiedlichen Alters zusammen wohnen. Die GmbH ist die Rechtsform, die es uns ermöglicht, unser Haus langfristig dem Immobilienmarkt zu entziehen. Wir wollen gemeinschaftlich leben – das heißt: Auch wenn meine Familie und ich in einer eigenen Wohnung wohnen, verbringen wir viel Zeit mit unseren Mitbewohnern.



Berens zeigte, dass der neuronale Code schnell und einfach auszulesen ist.

bedingungen gut funktioniert. Dazu änderten wir den Kontrast des Lichtreizes, machten also helle Bereiche weniger hell und dunkle weniger dunkel. Das gezeigte Bild wirkt dadurch matter. Unsere Analyse zeigte, dass wir in der Tat das gleiche statistische Verfahren auf Lichtreize mit hohem und niedrigem Kontrast anwenden und eine vergleichbare Genauigkeit erreichen können. Eine solche kontrastunabhängige Repräsentation erlaubt es dem Gehirn, Bilder unabhängig von den genauen Lichtbedingungen zu analysieren – eine nützliche Eigenschaft, denn schließlich wollen wir ja in der Lage sein, einander nicht nur im Sonnenschein, sondern auch bei Nacht zu sehen.

Durch die Kombination von neuen experimentellen Techniken und modernen mathematischen Verfahren konnte ich in meiner Dissertation zeigen, dass der neuronale Code zumindest im untersuchten Gehirnteil überraschend schnell und einfach auszulesen ist. Damit sind wir einem besseren Verständnis der Verarbeitung von Lichtreizen näher gekommen. Meine Arbeit hat dazu beigetragen, ein vollständigeres Bild der Arbeitsweise von Nervennetzen zu erhalten und besser zu verstehen, welche Codes und Berechnungsverfahren das Gehirn benutzt. Wenn wir verloren gegangene Funktionen des Sehsystems wiederherstellen wollen, indem wir einzelne Nervenzellverbände gezielt stimulieren, könnten wir nun eine Programmiersprache verwenden, die das Gehirn versteht. ■

Kinderarbeit bei Gottes

DR. PETER BIEDERMANN

1981 geboren in Leoben (Österreich)
1999 Abitur, Wehrdienst
2000 bis 2005 Studium der Physik
und Biologie an der Karl-Franzens-
Universität Graz
2005 Bachelor in Zoologie
2005 bis 2007 Masterstudium
der Ökologie und Evolution an der
Universität Bern
2007 Master in Biologie
2008 Wissenschaftlicher Assistent
am Institut für Ökologie und Evolution
der Universität Bern
2009 bis 2012 Doktorand am Institut
für Ökologie und Evolution der
Universität Bern
20.03.2012 Promotion zum
Dr. phil. nat.
seit 2012 Post-Doc am Max-Planck-
Institut für chemische Ökologie in Jena
Infos: [behav.zoology.unibe.ch/
index.php?p=59](http://behav.zoology.unibe.ch/index.php?p=59)
Kontakt: pbiedermann@ice.mpg.de

Käfern

Die natürliche Selektion begünstigt Egoismus. Dennoch sind soziale Verhaltensweisen in der Natur allgegenwärtig. Studien an sozialen, pilzzüchtenden Ambrosiakäfern ermöglichen Einblicke in die Evolution von Kooperation.

VON PETER BIEDERMANN

MIT GESCHULTEM AUGE untersucht der Augustiner Chorherr seine toten Apfelbäume. Wird er wieder auf diese eigenartigen Käfer treffen? Viele Experten hat er schon zu Rate gezogen, doch niemand kennt die winzigen schwarzen Tiere. Und wirklich – wieder findet er ihre ins Holz genagten Gänge mit den eigenartigen, nach Honig duftenden Belägen, die den Käfern offensichtlich als Nahrung dienen. Er ist sich sicher: Niemals zuvor hat jemand diese Käfer erforscht. Daher ist es auch gänzlich unbekannt, dass sie durch Gottes Gnaden ernährt werden! Ein wunderbares Beispiel für die Kreativität der Schöpfung: Gleich den Blumen, denen Gott die Fähigkeit geschenkt hat, Nektar für die Bienen zu produzieren, versorgen die Bäume diese Käfer mit Nahrung: eine göttliche Nahrung – gleich Ambrosia – denkt der Chorherr. Unter dem Namen „Ambrosiakäfer“ wird Josef Schmidberger, der Obstbaumeister des Stifts St. Florian bei Linz (Österreich), daher die Tiere 1836 erstmals in den Klosterschriften beschreiben.

Doch was hatte der Chorherr gefunden? Natürlich keine Käfer, die direkt von Gott ernährt werden. Aber sein Fund war dennoch spektakulär, wie der Förster Theodor Hartig einige Jahre später erkannte: Im Jahr 1844 berichtete er, dass es sich beim „Ambrosia“ in den Käfergängen um einen Pilz handelte, den die Käfer an den Wänden ihrer Gänge im Holz kultivieren. Bis heute sind sie damit etwas Besonderes im Tierreich: Außer ihnen können nur pilzzüchtende Termiten und Blattschneiderameisen sowie Menschen ihre Nahrung selbst anbauen. Wie die Käfer den „Ackerbau“ bewerkstelligen, sollte

nach ihrer Entdeckung jedoch noch für weitere 150 Jahre unbekannt bleiben.

Als ich 2005 das erste Mal von pilzzüchtenden Käfern erfuhr, die in vielen heimischen Baumarten leben, wusste ich sofort, dass ich mehr über diese Tiere herausfinden wollte. Besonders faszinierte mich das Sozialleben der Käfer. Denn man nahm an, dass die Käfer in ihren Nestern kooperieren, um die aufwendige Pilzzucht bewerkstelligen zu können. Die Sporen müssen ausgesät, der Pilzrasen gejätet, gedüngt und gepflegt werden. Konnte sich die spezielle Ernährungsweise in der Evolution Hand in Hand mit einem außergewöhnlichen Sozialverhalten entwickelt haben? Sollten hier also zwischen- und innerartliche Kooperation gemeinsam entstanden sein? Die Frage nach den Bedingungen für Kooperation beschäftigte Generationen von Evolutionsbiologen, seit Charles Darwin erkannt hatte, dass „...der Instinkt aller Lebewesen [...] dem Eigennutz [dient] und [...] nie ausschließlich dem Erfolg anderer...“.

PILZGÄRTEN SÄUBERN

Von Beginn an war klar, dass ich eine Möglichkeit finden musste, die Käfer im Labor unter kontrollierten Bedingungen zu beobachten. Also experimentierte ich mit verschiedenen Substraten und Gefäßen, bis es mir schließlich gelang, die Käfer in einem Gemisch aus Holzspänen und Agar zu züchten. Das war der Durchbruch! Nun konnte ich meine eigentlichen Forschungsfragen stellen. Durch das Glas beobachtete ich erstmals, wie kleine Holzbohrer, eine heimische Ambrosiakäferart, ihre Nester gründen, Pilzgärten säubern, Gänge erweitern, das Nest gegen Eindringlinge schützen

Machtkampf der Mikroben: Bakterien gegen Pilze. Wo möglich nutzen die Käfer Bakterien mit antibiotischer Wirkung, um Schimmelpilze fernzuhalten.

PREISE SIND WICHTIG!

Peter Biedermann im bdw-Gespräch

Allein das Züchten der Ambrosiakäfer bezeichnen Sie als Durchbruch. Ist das denn so schwierig?

Ja. Für das Brutsubstrat habe ich Sägespäne, Agar, Nährstoffe und Wasser verwendet. Besonders lang habe ich gebraucht, das richtige Mischungsverhältnis zu finden. Im Endeffekt waren die Nährstoffkonzentration und die Feuchtigkeit entscheidend. Denn für eine erfolgreiche Zucht muss sich nicht nur der Käfer wohl fühlen, auch der Ambrosiapilz braucht ideale Bedingungen. Um Schimmelpilze oder Milben im Zaum zu halten, darf es nicht zu viele Nährstoffe und zu viel Feuchtigkeit geben. **Sie haben schon zahlreiche Preise und Förderungen erhalten. Wie wichtig finden Sie solche Auszeichnungen in der Forschung?**

Sehr wichtig. Wie viele meiner Kollegen arbeite ich an Fragestellungen, deren Wert sich nicht in ökonomischen Dimensionen beziffern lässt. Das Produkt meiner Arbeit ist ein besseres Verständnis von Mechanismen der Natur. Das Ergebnis ist nicht unmittelbar verwertbar, wenngleich meine Arbeit künftig für die Landwirtschaft interessant werden könnte. Zurzeit basiert sie aber darauf, dass jemand – sei es der Staat oder eine Stiftung – sagt, die Grundlagenforschung hat einen Wert an sich. Preise sind zudem eine Anerkennung für geleistete Arbeit – das motiviert mich. Und sie helfen, meine Ergebnisse in die Öffentlichkeit zu tragen.

Waren Sie schon als Kind naturverbunden?

Ja. Seit ich denken kann, habe ich meine Zeit am liebsten in der Natur verbracht und Tiere beobachtet. Der Garten meiner Eltern war voll mit selbst gebauten Nisthilfen, Teichen und Unterschlüpfen für Insekten, Kleinsäuger und Vögel. Ich wusste schon sehr früh, dass ich einmal „Naturforscher“ sein möchte.



Blick in die Brutkammer einer Käferkolonie: Hier tummeln sich Larven (weiß), junge Käfer (hellbraun) – und auch ausgewachsene (schwarz). Gelb sind die Pilzhyphe.

und durch Öffnen und Verschließen von Gängen mit Holzmehl ein optimales Raumklima für das Pilzwachstum herstellen. Völlig einzigartig ist dabei, dass auch die Larven wichtige Aufgaben im Nest übernehmen. Anstatt ausschließlich von den Müttern gefüttert zu werden, wie bei anderen sozialen Insekten, ernähren sich die Larven von Holz, das vom Ambrosiapilz durchdrungen ist, und erweitern dabei die Gänge zu Kammern. An deren Wänden wachsen dann weitere Pilzrasen – also Futter für die Erwachsenen. Die Käferkinder sind somit essenziell für die Ernährung anderer Gruppenmitglieder. Ihren Kot tragen die Larven entweder als Dünger auf die Pilzgärten auf oder formen ihn zu kleinen Kugeln, die von den erwachsenen Tieren leicht aus dem Nest entfernt werden können. Helferverhalten bei wurmartigen Larven, wie sie auch bei Ameisen, Bienen und Wespen vorkommen, war früher gänzlich unbekannt.

HILFSBEREITE TÖCHTER

Nicht weniger interessant ist das Verhalten erwachsener Töchter des Gründerweibchens. Im Gegensatz zu anderen Käferarten verlassen sie nicht sofort nach dem Puppenstadium das mütterliche Nest, sondern verbleiben dort für mindestens zwei Wochen, manchmal auch lebenslang. Entferne ich sie aus ihrem Nest, können sie jedoch problemlos ihre eigene Familie gründen, was sie von den sterilen Arbeiterinnen eusozialer Insekten wie Bienen, Termiten oder Ameisen unterscheidet. Ebenso wie die Larven übernehmen sie bestimmte Aufgaben im Nest, etwa Verteidigung, Hy-

giene und Pilzpflege. Der verspätete Ausflug hat allerdings negative Konsequenzen für die spätere Fitness der Weibchen. Der Reproduktionserfolg von Weibchen, die ich unmittelbar nach dem Puppenstadium aus dem Nest entfernte, ist im Vergleich zu solchen, die freiwillig erst zwei Wochen später das Nest verließen, signifikant erhöht. Offensichtlich investieren Töchter einen Teil ihrer Reserven im Nest der Mutter. Doch sollten Weibchen nicht versuchen, die universelle Währung der Evolution – die Fitness, also ihren Fortpflanzungserfolg – zu maximieren?

Tatsächlich fand ich bei einem Viertel aller verbleibenden Töchter Eier in den Geschlechtsorganen, die offensichtlich dazu gedacht waren, im Nest der Mutter gelegt zu werden. Doch was gewinnen die kinderlosen Weibchen, wenn sie freiwillig auf Fortpflanzung verzichten? Offensichtlich investieren sie in das Wohl ihrer Geschwister. Denn eigene Gene werden nicht nur über die eigenen Nachkommen, sondern indirekt auch über Verwandte weitergegeben. Helfen nun Käferweibchen ihren Geschwistern, mehr Nachwuchs zu produzieren, erhöhen sie ihren Anteil am Erbgut der nachfolgenden Generation – und zwar umso mehr, je enger sie mit den Empfängern der Hilfeleistung verwandt sind. Familien des Kleinen Holzbohrers sind hochgradig miteinander verwandt, da sich fast ausschließlich Brüder und Schwestern im Geburtsnest miteinander verpaaren. Dies begünstigt also die Evolution von kooperativem Verhalten und reproduktivem Altruismus. Der Chorherr Schmidberger hätte sicherlich

Freude an der großen Hilfsbereitschaft seiner „Götterkäfer“ – wenngleich ihm die sexuellen Ausschweifungen seiner Studienobjekte wohl weniger gefallen hätten.

Kleine Holzbohrer entscheiden sich für eine solitäre oder eine soziale Lebensweise, wobei sie sich jeweils an den Bedingungen im Nest und den Chancen für einen erfolgreichen Ausflug orientieren. Eusoziale Insekten haben diesen Zustand, in dem sie frei entscheiden können, bereits vor Jahrmillionen überschritten. Die Ambrosiakäfer hingegen befinden sich in einem evolutionären Zwischenstadium, das sich hervorragend eignet, um die Ursprünge von Altruismus zu untersuchen, also die Faktoren, die Weibchen dazu bewegen, im Nest zu verbleiben und sich nicht selbst fortzupflanzen. Wäre es möglich, diese Evolution im Labor nachzustellen und Weibchen zu höherer Sozialität zu züchten? Ich wollte es versuchen. Über zwei Jahre selektierte ich in einer Käferlinie jeweils nur die ersten ausfliegenden Weibchen, in der zweiten Käferlinie jene, die im Nest verblieben. Die ausgewählten Weibchen wurden die Gründertiere der folgenden Generation, somit entstanden eine „solitäre“ und eine „soziale“ Käferlinie. Und tatsächlich: Nach nur sechs Generationen hatte ich zwei Käferpopulationen, die unterschiedlich lange als Helfer im mütterlichen Nest blieben, bevor sie ausflogen. Außerdem zeigten die „so-

zialen“ Weibchen mehr kooperatives Verhalten als die „solitären“. Als Folge gab es in den „sozialen“ Nestern mehr Nachwuchs, gleichzeitig verminderte sich jedoch der Erfolg der Weibchen bei der Gründung eigener Nester. Damit war mir der erste Nachweis für eine gemeinsame Evolution von verzögertem Ausflug und sozialem Verhalten gelungen. Meine Ergebnisse zeigen: Eusozialität könnte in der Natur dann entstehen, wenn langfristig diejenigen Weibchen eine höhere Fitness haben, die im Nest verbleiben.

Offensichtlich hat sich Sozialität bei Käfern tatsächlich gemeinsam mit der Pilzzucht entwickelt. Ambrosiakäfer sind die einzige soziale Käfergruppe. Dass im Laufe der Evolution jene Individuen langfristig erfolgreich waren, die sich für eine soziale Lebensweise entschieden haben, hängt mit den

Lebensbedingungen der Käfer zusammen. Eine entscheidende Rolle kommt dabei der Pilzzucht zu. Denn diese verschiebt die Kosten und Nutzen der beiden Alternativen im Vergleich zu anderen Arten, die keine Pilzgärten zu pflegen haben.

Die Mechanismen, die dem „Ackerbau“ der Käfer zugrunde liegen, möchte ich in Zukunft klären. Sie sind auch von Interesse für uns Menschen: Schließlich bewirtschaften Ambrosiakäfer seit Jahrmillionen Monokulturen und sind erfolgreich bei der nachhaltigen Schädlingsbekämpfung. Ihre Erforschung könnte somit Erkenntnisse für die menschliche Landwirtschaft liefern. Erste Ergebnisse aus meiner Doktorarbeit lassen vermuten, dass die Kleinen Holzbohrer ihre Pilze mit Bakterien schützen, die Antibiotika produzieren. ■



Kleine Holzbohrer – gerade mal zwei Millimeter groß – leben bevorzugt in Obstbäumen. Der Biologe Peter Biedermann rückt ihnen mit einer Pinzette und einem Sammelgefäß zu Leibe.



Seit sich der Mathematiker Martin Strehler mit Netzwerkflüssen beschäftigt, geht er nicht mehr achtlos an Fluchtwegschildern vorbei.

VON MARTIN STREHLER

ES IST EIN SZENARIO, wie man es ungern erleben möchte: Nachts im Hotel schrillt plötzlich der Feuermelder. Jetzt schnell ein paar Kleidungsstücke greifen und dann raus auf den Gang. Ein unangenehmer Brandgeruch beißt in der Nase. Erleichtert erblickt man die kleinen, grünen Schilder, die zum Notausgang lotsen. Auch aus den anderen Zimmern kommen Gäste. Sie folgen denselben Schildern und schlagen denselben Weg ein wie wir. So bilden wir eine immer

Fotos: D. Gust für baw

größere Gruppe, die sich ihren gemeinsamen Weg durch das unvertraute Gebäude sucht. An der letzten Tür wird es richtig eng, aber nach einigem Warten sind wir endlich draußen. Hätte das Gedränge vermieden werden können?

Dieses Beispiel zeigt eine der wesentlichen Herausforderungen bei der Planung von Fluchtwegen. Alle Personen folgen denselben Schildern, treffen also an jeder Kreuzung die gleichen Entscheidungen bei der Wegsuche. Somit bleiben Personen, die unterwegs aufeinander treffen, auch bis zum Ausgang

zusammen. Notausgangsschilder bieten einerseits mit der simplen Strategie „Folge den Wegweisern“ eine besonders einfache und schnelle Koordination. Jeder weiß sofort, wo er hin muss. Andererseits kann dadurch jedoch Transportkapazität der Fluchtwegen verschwendet werden. Die Schilder sollten also nicht einfach den kürzesten Weg weisen, sondern so gewählt werden, dass im Notfall auch auf mehreren Wegen die maximale Anzahl Personen in Sicherheit gebracht werden kann. Sonst kann aus dem kürzesten Weg für den

Ganz schnell raus!

Manchmal gewinnen kleine, unscheinbare Dinge eine immense Bedeutung. Notausgangsschilder in Gebäuden sind ein Beispiel dafür. Meist hängen sie unbemerkt an der Decke, aber im Falle eines Feuers können sie Leben retten. Bei der Planung optimaler Fluchtwege hilft die Mathematik.

Einzelnen durch Stau schnell ein kaum passierbares Hindernis werden.

In vielen anderen Fällen, in denen Wegeentscheidungen schnell oder in großer Anzahl getroffen werden müssen, treten ähnliche Situationen auf. Im Straßenverkehr gibt es zahlreiche Vorwegweiser, auch wenn nun viele verschiedene Verkehrsteilnehmer viele unterschiedliche Ziele haben. Selbst die meisten satellitengestützten Navigationssysteme sind in diesem Sinne mobile Wegweiser. Das Internet-Routingprotokoll TCP/IP vertraut im Prin-

zip ebenfalls auf solche Wegweiser. Datenpakete werden nur anhand ihrer Zieladresse von Server zu Server weitergeleitet.

Trotz der großen praktischen Relevanz wurde in der wissenschaftlichen Literatur bisher kaum untersucht, wie Wegweiser platziert und Wege gewählt werden müssen, um die maximale Anzahl Personen, Daten oder Güter bewegen zu können. In meiner Dissertation „Signalized Flows“ habe ich mich daher genau dieser Fragestellung gewidmet. Wesentliche Bestandteile meiner

DR. MARTIN STREHLER

1982 geboren in Karl-Marx-Stadt (Chemnitz)

2001 Abitur

2001 bis 2006 Studium der Mathematik an der Technischen Universität Chemnitz

2006 Diplom in Mathematik

2006 bis 2007 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart

2008 bis 2012 Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Diskrete Mathematik und Grundlagen der Informatik an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

2.2.2012 Promotion zum Dr. rer. nat. **seit 2008** Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Diskrete Mathematik und Grundlagen der Informatik an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

Infos: www.tu-cottbus.de/fakultaet1/de/diskrete-mathematik

Kontakt: strehler@math.tu-cottbus.de

Arbeit sind die geeignete mathematische Modellierung, die Untersuchung der Struktur zulässiger und optimaler Lösungen, die Herleitung komplexitätstheoretischer Ergebnisse und die Entwicklung effizienter Optimierungsalgorithmen. Nachfolgend soll ein kleiner Einblick in die dafür notwendigen Schritte gegeben werden.

Für die Modellierung des obigen Szenarios bietet sich eine Formulierung als graphentheoretisches Netzwerkflussproblem an. Ein Graph besteht zunächst aus einer Menge von Knoten und einer Menge von Kanten, wobei die Kanten jeweils Paare von Knoten verbinden. Das Spektrum möglicher Graphen reicht von einem Graphen mit ganz wenigen Kanten bis zum vollständigen Graphen, bei dem jeder Knoten mit jedem anderen verbunden ist. Zusätzlich werden den Kanten Kapazitätswerte zugewiesen. Die Knoten bekommen hingegen Bedarfswerte. Knoten mit positivem Bedarf heißen Quelle, Knoten mit negativem Bedarfswert werden Senke genannt.

SCHMALE TÜREN ODER TREPPEN

Wendet man dies auf das anfangs geschilderte Hotelszenario an, so kann jeder Raum eines Gebäudes durch einen Knoten repräsentiert werden. Für größere Räume und Gänge bietet sich die Unterteilung in mehrere Knoten an. Zwei Knoten werden nun mit einer Kante verbunden, wenn die entsprechenden Räume ebenfalls durch einen Durchgang verbunden sind. Die Kantenkapazität ermöglicht in der Praxis die Berücksichtigung schmaler Türen oder Treppen, die in einer vorgegebenen Zeit nur von einer gewissen Personenanzahl passiert werden können. Mit dem Bedarf können die zu evakuierenden Personen modelliert werden. Jeden Raum können wir zur Quelle machen, während der Sammelplatz außerhalb des Gebäudes als Senke dient.

Ein möglichst großer Anteil des in den Quellen vorhandenen Bedarfs soll nun in Form eines Flusses zu den Senken geschickt werden. Dabei kann der Fluss formal als Funktion beschrieben werden, die jeder Kante einen nicht-negativen Wert zuordnet. Dieser Wert



Ein Ort der Inspiration: Die Bibliothek der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus.

EINSATZ FÜR DATEN UND ZÜGE

Martin Strehler im bdw-Gespräch

Schauen Sie sich immer genau den Fluchtplan an, wenn Sie in ein Hotelzimmer kommen?

Früher habe ich Fluchtpläne genauso erfolgreich ignoriert wie andere Hotelgäste. Seitdem ich mich aber im Zusammenhang mit den Netzwerkflüssen mit dieser Thematik intensiv befasste, schaue ich da genau hin. Manchmal enthalten die Pläne ja auch andere nützliche Informationen.

Hat Ihr optimierter Fluchtplan bereits den Praxistest bestanden?

Für mich war zunächst das zugrundeliegende mathematische Problem spannend, dies wollte ich lösen. Ein konkretes Szenario hatte ich dafür nicht im Kopf. Für den Praxiseinsatz bei der Evakuierung sind außerdem noch weitere Punkte zu berücksichtigen. Da aber das Routing von Datenpaketen im Internet oder von Zügen im Schienennetz auf ähnlichen Regeln basiert, besteht schon die Möglichkeit, dass einige meiner Ergebnisse zur Anwendung kommen.

Sie trainieren Schüler für die Mathe-Olympiade. Hatten Sie selbst als Jugendlicher einen Mathe-Mentor?

Den Grundstein hat damals mein sehr engagierter Mathelehrer Stephan Lamm gelegt. Später habe ich dann verschiedene Mathematik-Arbeitsgemeinschaften besucht und wurde zusammen mit einigen anderen Schülern auch von Mitarbeitern der TU Chemnitz gefördert. Daher war für mich früh klar, dass ich Mathematik studieren werde. Heute gebe ich gern etwas zurück, indem ich mathebegeisterte Schüler in Projekten am Lehrstuhl und in Seminaren betreue oder für die Olympiaden als Korrektor zur Verfügung stehe.

Kreise. Dies bezeichnet man in der Graphentheorie als Wald.

Die einem konfluenten Fluss zugrunde liegende Struktur scheint also sehr einfach zu sein. Dennoch ist es auf beliebigen Graphen sehr schwer, einen maximalen Fluss zu finden, der diese Struktur auch einhält. Komplexitätstheoretisch lässt sich leicht zeigen, dass sogar das näherungsweise Lösen zur Klasse der sogenannten NP-vollständigen Probleme gehört. Vereinfacht ausgedrückt bedeutet dies, dass uns nach heutigem Wissensstand in der Praxis nicht viel mehr übrig bleibt, als alle Möglichkeiten durchzuprobieren. Für einen vollständigen Graphen mit n Knoten und einer einzigen Senke sind das bereits n^{n-2} Varianten. Dies sind so viele, dass uns für reale Instanzen selbst eine massive Beschleunigung der Computertechnik nicht viel hilft. Zum Vergleich: bereits für einen Graphen mit 20 Knoten müsste jeder Erdenbürger eine Million Jahre lang jede Sekunde je eine Konstellation überprüfen.

Auf beliebigen Netzwerken die beste Lösung für einen konfluenten Fluss zu finden, ist also ein aussichtsloses Unterfangen. Glücklicherweise können wir für unseren Anwendungsfall an dieser Stelle aber zwei Kompromisse

eingehen. Diese sind für die Qualität der praktischen Lösung kaum relevant, aber die Berechnung wird deutlich beschleunigt. Zum einen benötigen wir nicht immer die bis auf die letzte Dezimale exakte Lösung. Eine angenäherte Lösung ist in den meisten Fällen ausreichend. Wichtig ist dabei, dass wir den Abstand zur optimalen Lösung abschätzen und mit zusätzlicher Rechenzeit auch beliebig verkleinern können. Mathematisch spricht man dabei von einem polynomiellen Approximationsschema.

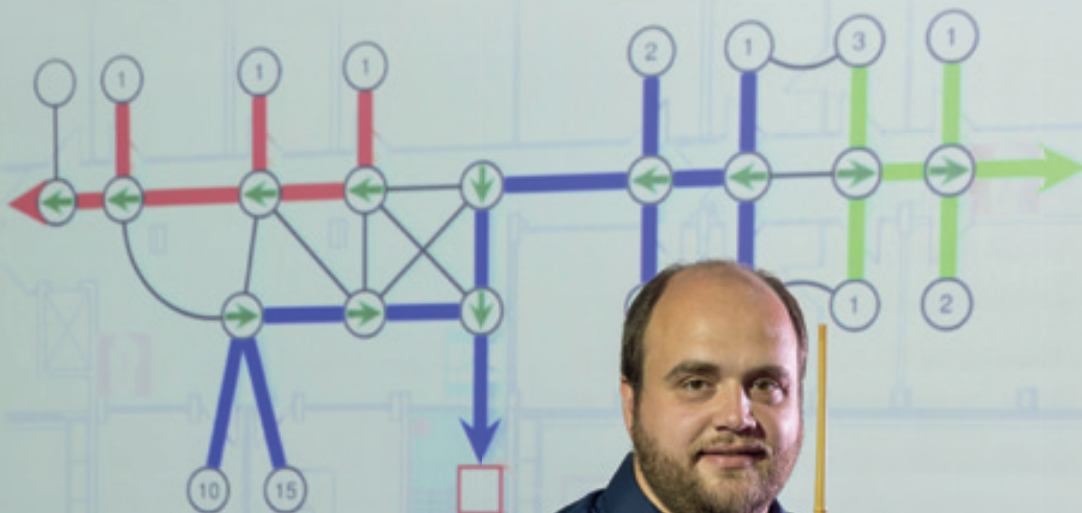
VON BÄUMEN UND FLÜSSEN

Zum anderen haben in der Praxis auftretende Netzwerke meist spezielle Eigenschaften, die im allgemeinen Ansatz nicht berücksichtigt werden. Solche besonderen Eigenschaften lassen sich aber oft algorithmisch ausnutzen. Es werden also auf diese Graphenklasse zugeschnittene Optimierungsverfahren entwickelt. Gebäude haben oft lange Gänge mit abzweigenden Räumen. Hier spielt für das Evakuierungsproblem der Parameter „Baumweite“ des betrachteten Netzwerks eine Rolle. Unter einem Baum versteht man in der Graphentheorie einen Graphen, der zusammenhängend und kreisfrei ist. Die Baumweite eines Graphen ist ein Maß dafür, wie

sehr der Graph einem Baum ähnelt. Bäume haben Baumweite eins. Je größer die Baumweite eines Graphen ist, desto stärker verknüpft und weniger ähnlich zu einem Baum ist er. Da ein Baum keine Kreise enthält, kann ein Fluss auf einem Baum somit auch keine Kreise enthalten. Damit ist die notwendige Eigenschaft konfluenter Flüsse automatisch erfüllt. Für Graphen mit kleiner Baumweite kann die zugrunde liegende Baumstruktur genutzt werden, um mit Hilfe dynamischer Programmierung deutlich schneller optimale konfluente Flüsse zu berechnen.

Einzelnen führten beide Ansätze noch nicht zum Ziel. Erst in Kombination ergab sich ein effizientes Lösungsverfahren. Somit konnten in der Dissertation nicht nur die aus mathematischer Sicht interessanten Beweise für Korrektheit, Laufzeit und Güte der Approximationsalgorithmen erbracht werden, sondern es wurde auch ein praxisrelevantes Problem gelöst.

Ich hoffe, dass Sie nie auf ein Fluchtwegschild angewiesen sind. Aber wenn Sie das nächste Mal eines sehen, so erinnern Sie sich vielleicht daran, dass auch in unscheinbaren Dingen jede Menge spannende Mathematik stecken kann. ■



So klappt die Evakuierung aus einem Gebäude: Die farbigen Balken markieren die optimalen Fluchtwege zu verschiedenen Ausgängen. Die Pfeile zeigen in die Richtung, in die die Notausgangsschilder weisen sollten.

Wann ist es zu voll?



Hauptbahnhof Köln, eine Treppe voller Menschen: Die Informatikerin Barbara Krausz beschäftigt sich mit der Gefahrenerkennung bei großen Menschenmengen.

Musikfestivals, Sportereignisse und Volksfeste – alle haben vor allem eines gemeinsam: Viele Menschen kommen hier zusammen, wollen Spaß haben, sich amüsieren. Doch große Menschenmengen bringen in einigen Fällen auch Gefahren mit sich. Wie kann man kritische Situationen bei solchen Veranstaltungen frühzeitig erkennen?

VON BARBARA KRAUSZ

WIR ALLE HABEN NOCH die tragischen Bilder der Loveparade 2010 vor Augen: Menschen, die eigentlich an diesem Sommertag ausgelassen feiern, die Musik genießen und ein großes Spektakel miterleben wollten, müssen plötzlich um ihr Leben kämpfen. Sie versuchen, sich aus der Menschenmenge zu befreien, sich Platz zum Atmen zu verschaffen. Dabei müssen sie mit ansehen, wie ihre Freunde und Familienmitglieder

verletzt werden und von Rettungskräften versorgt werden müssen. Für 21 Menschen kommt jede Hilfe zu spät: Sie verlieren an diesem Julinachmittag ihr Leben. Mehr als 500 Menschen werden zum Teil schwer verletzt, und selbst wenn die körperlichen Schäden in den meisten Fällen mittlerweile geheilt sind, sind die psychischen Leiden, die durch diese schrecklichen Erlebnisse hervorgerufen wurden, kaum vorstellbar.

Leider ist diese Katastrophe kein Einzelfall. Immer wieder gibt es bei ähnlichen Masseneuunglücken viele Verletzte und Tote, beispielsweise bei Pilgerfahrten, in Stadien oder bei anderen Großveranstaltungen. Obwohl bereits seit vielen Jahren an Themen wie Fußgängerverhalten, Fußgängersimulation und Evakuierung geforscht wird und auch Fortschritte bei der Entschärfung von Problemstellen auf Veranstaltungsgeländen erzielt werden konnten, gibt es bisher kein Frühwarnsystem, das kritische Situationen in großen Menschenmengen zuverlässig erkennen kann.

Der Vorfall bei der Loveparade 2010 hebt sich dadurch von vergleichbaren Unglücken ab, dass die Ereignisse, die zur Katastrophe führten, gut dokumentiert wurden: Insgesamt wurde das Festivalgelände von sieben Sicherheitskameras gefilmt, und der Ablauf der Veranstaltung ließ sich im Detail

rekonstruieren. Ich stellte mir bei der Durchsicht dieses Videomaterials zwei Fragen: Gibt es Bewegungsmuster in der Menschenmenge, die auf gefährliche Situationen hindeuten? Und wenn es solche Bewegungsmuster tatsächlich gibt, kann man diese nutzen, um automatisch kritische Situationen frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten?

SO ERKENNT MAN AUFSTAUUNG

Zunächst einmal muss man sich überlegen, wann es zu kritischen Situationen in Menschenmengen kommt. Bei Masseneuunglücken wie der Loveparade-Katastrophe ist die Personendichte – also die Anzahl der Personen pro Fläche – so hoch, dass die Menschen kaum Platz haben. Es herrscht Gedränge, es ist schwierig, sich Raum zum Atmen zu verschaffen und sich auf den Beinen zu halten. Wenn die Personendichte ein kritisches Maß erreicht, stehen die Menschen so eng gedrängt, dass sie nur schwer Luft bekommen und im schlimmsten Fall ersticken müssen. Natürlich sollte ein Frühwarnsystem schon Alarm schlagen, bevor dieser Zustand eintritt, also dann, wenn sich ein Stau in der Menschenmenge bildet.

Gibt es nun typische Bewegungsmuster, die bei Aufstauungen zu beobachten sind? Denken Sie einmal an Situationen, in denen Sie sich mit vielen anderen Leuten zusammen auf engstem

DR. BARBARA KRAUSZ

1983 geboren in Bergisch Gladbach
2002 Abitur

2002 bis 2005 Studium der Informatik an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg in Sankt Augustin

2008 Master in Informatik

2008 bis 2012 Doktorandin am Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) in Sankt Augustin und am Institut für Informatik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

31.10.2012 Promotion zum Dr. rer. nat.

Juli 2013 Gründung des Start-up-Unternehmens „pixolus“

Infos: mmprec.iais.fraunhofer.de/krausz

Kontakt: barbara.krausz@gmail.com



Die rote Schlangenlinie symbolisiert die menschliche Bewegung bei Massenphänomenen. Im Hintergrund eine Videoprojektion der Loveparade in Duisburg 2010.

Raum bewegen: in der Vorweihnachtszeit in einer belebten Fußgängerzone, vor dem Einlass am Stadion oder an einer Konzerthalle, in einem Bahnhof oder beim Einstieg in die Bahn. In all diesen Situationen ist die Personendichte hoch, was zur Folge hat, dass Sie sich nur langsam fortbewegen können. Vielleicht ist Ihnen dabei auch schon aufgefallen, dass Sie und alle anderen Menschen nicht nur langsam gehen, sondern dabei auch leicht von links nach rechts „schwanken“, um die Balance zu halten. Die Stärke dieser seitlichen Bewegung ist dabei abhängig von der Gehgeschwindigkeit. Treten starke Schwankungen auf, lässt dies auf niedrige Gehgeschwindigkeiten schließen – ein Hinweis darauf, dass sich die Menschenmenge aufstaut, was zu einer kritisch erhöhten Personendichte führen kann.

Doch wie kann man nun dieses typische Bewegungsmuster nutzen, um automatisch einen Stau in der Menschenmenge zu detektieren? Stellen Sie sich einmal vor, was durch eine Videokamera zu sehen ist, die auf die

se sich aufstauende Menschenmenge gerichtet ist: Viele Menschen gehen langsam zum Beispiel durch eine Fußgängerzone – oder wie bei der Loveparade durch den Tunnel in Richtung des Festivalgeländes. Sie schwingen dabei seitlich hin und her, von einem Fuß auf den anderen. Mit Hilfe von Verfahren zur automatischen Videoanalyse konnte ich in meiner Arbeit diese seitlichen Bewegungen der Menschen detektieren und zur Erkennung von Staus nutzen.

Zunächst werden sogenannte optische Flussfelder berechnet. Dazu werden zwei aufeinander folgende Videobilder miteinander verglichen und für jedes Pixel des Videobilds wird bestimmt, wohin es sich von einem Videobild zum nächsten bewegt hat – der sogenannte Flussvektor, der die Richtung und Stärke der Bewegung angibt. Wenn sich nun die Menschenmenge aufstaut, die Menschen also langsam laufen und seitlich hin und her schwingen, ist dies auch im optischen Flussfeld sichtbar: Viele Flussvektoren spiegeln die seitlichen Schwingungen der Menschenmenge wider.

Zwar kann man die Anzahl dieser Flussvektoren abschätzen. Es ist jedoch nicht möglich, ein absolutes Maß daraus abzuleiten, das auf die Personendichte schließen lässt. Das absolute Maß ist auch nicht alleine entscheidend. Das eigentlich Interessante ist hingegen, ob eine Veränderung stattfindet, also ob es plötzlich mehr Flussvektoren gibt, die die seitlichen Schwingungen der Menschen widerspiegeln. Dies kann man wie folgt veranschaulichen: Stellen Sie sich vor, Ihr Kontostand wird plötzlich in einer Ihnen unbekanntem ausländischen Währung angegeben. Da Sie die Währung nicht kennen, können Sie auch nicht einschätzen, wie viel Geld sie besitzen. Sie möchten aber über starke Veränderungen des Kontostandes automatisch informiert werden. Dazu lernt ein automatisches Warnsystem zunächst einmal, wie viel Geld auf Ihrem Konto anfangs liegt. Wenn nun plötzlich der Kontostand steigt, ist die Abweichung zum zuvor gelernten Kontostand sehr groß, das System kann dies detektieren und Sie darüber informieren. Natürlich wollen Sie auch weiterhin über starke

Barbara Krausz in ihrer neu gegründeten Start-up-Firma. Die Namensfindung dauerte länger: Erst seit 23. August ist klar: Das Unternehmen heißt „pixolus“.



GEFAHREN FRÜH ERKENNEN

Barbara Krausz im bdw-Gespräch

Wie kamen Sie dazu, sich mit der Loveparade in Duisburg auseinanderzusetzen?

Ich beschäftige mich schon seit einigen Jahren mit automatischer Bild- und Videoanalyse. In meiner Masterarbeit habe ich eine automatische Erkennung von Gefahrensituationen an Bahnsteigen entwickelt. Als dann das Unglück bei der Loveparade passierte, habe ich mich gefragt, ob man nicht ähnliche Verfahren dazu nutzen kann, kritische Situationen in großen Menschenmengen frühzeitig zu erkennen.

Gehen Sie selbst gerne auf Musikfestivals oder ins Stadion?

Ja, hin und wieder gehe ich auf größere Veranstaltungen und ins Stadion. Zum Glück bin ich dabei noch nie in Gefahr geraten.

Wie kamen Sie darauf, das seitliche Wanken beim Gehen als Indikator für Gedränge zu verwenden?

Bei der Durchsicht der Videos ist mir das Bewegungsmuster plötzlich aufgefallen. Und eigentlich kennt das jeder, der einmal durch eine belebte Fußgängerzone gegangen ist. Trotzdem wurde dieses Muster bisher kaum analysiert.

Werden Sie sich auch weiterhin mit dieser Art von Bildanalyse beschäftigen?

Ja, ich mache mich gerade zusammen mit Kollegen in diesem Bereich selbstständig. Wir entwickeln mobile Anwendungen, die Daten wie Zählerstände, Formulartexte oder Quittungsinhalte auf Handyfotos automatisch erkennen, um so Datenerfassung zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Kontobewegungen informiert werden, sodass das System den neuen Kontostand wieder „lernen“ muss. Das System passt sich automatisch an, ist also adaptiv.

ÜBERWACHTE ÜBERWACHUNG

Ganz ähnlich bin ich in meiner Arbeit vorgegangen: Der Algorithmus „weiß“ zwar, dass man von der Anzahl der Flussvektoren, die die seitlichen Schwingungen der Menschen widerspiegeln, auf die Gehgeschwindigkeit beziehungsweise die Personendichte schließen kann. Aber die „Währung“ – also die Einheit – ist unbekannt. Es ist jedoch wichtig zu wissen, wann starke Veränderungen stattfinden. Eine starke Veränderung nach oben deutet nämlich auf niedrige Gehgeschwindigkeiten – also einen Stau – hin, was zu einer kritischen Situation führen kann. Um solche Veränderungen im Signal zu detektieren, setze ich adaptive Verfahren ein, die sich automatisch anpassen und auffällige Änderungen erkennen. In einem solchen Fall könnte dieses System Alarm schlagen, sodass Sicherheitspersonal die Situation überprüfen und gegebenenfalls geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen kann, beispielsweise die Personenströme umleiten.

Das System, das ich in meiner Dissertation entwickelt habe, ist also ein unterstützendes System, das die Videostreams der Sicherheitskameras automatisch überwacht und bei kritischen Veränderungen das Sicherheitspersonal benachrichtigt. Das entwickelte Verfahren braucht wenig Rechenleistung, sodass es in Zukunft in intelligente Sicherheitskameras, beispielsweise in Stadien, auf Veranstaltungsgeländen oder in Bahnhöfen integriert werden könnte. Da dieses Verfahren lediglich Bildbewegungen analysiert und nicht darauf angewiesen ist, einzelne Personen zu erkennen und zu verfolgen, ist der Datenschutz ebenfalls gewährleistet.

Das entwickelte System habe ich an den Videos, die die Sicherheitskameras bei der Loveparade aufgezeichnet haben, getestet und konnte zeigen, dass es frühzeitig Alarm geschlagen hätte, sodass notwendige Maßnahmen hätten ergriffen werden können. Ich hoffe, dass die Ergebnisse meiner Arbeit in Zukunft dazu beitragen, die Sicherheit in großen Menschenmengen zu erhöhen und Massenunfälle wie bei der Loveparade zu verhindern. ■

Die Spiralgalaxie über Heidelberg

Das Haus der Astronomie setzt neue Maßstäbe in der astronomischen Wissensvermittlung. Auch als Gebäude ist es einmalig – geradezu galaktisch gut.



VON RÜDIGER VAAS

ASTRONOMEN SIND schon immer über irdische Dinge erhaben und dem „Höheren“ zugewandt. So auch in Heidelberg. Während die Touristen durch die Romantiker-Stadt am Neckar flanieren, herrscht oben auf dem Königstuhl, dem 568 Meter hohen bewaldeten Hausberg der Universitätsstadt, ein ganz anderer All-Tag. Das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) hat hier seinen Sitz, ebenso die Landessternwarte. Und seit dem 16. Dezember 2011 ist der Berg auch ein königlicher Ort für die Astronomie-Didaktik.

An diesem Tag wurde das Haus der Astronomie (HdA) eingeweiht – ein imposantes, weiß schimmerndes Gebäude in der Form einer Spiralgalaxie. Das zeigt schon, dass es kein weltabgewandter Elfenbeinturm ist, sondern ein modernes Tor zu den Sternen. 10 000

Menschen besuchten das HdA bereits im ersten Jahr (2012) – von Kindergartengruppen bis zu Nobelpreisträgern sowie zwei der Astronauten, die das Hubble-Weltraumteleskop repariert hatten.

„Unser Ziel ist es, die Faszination der Astronomie in die breite Öffentlichkeit und in die Schulen zu tragen sowie den Austausch der Astronomen untereinander und mit den Kollegen angrenzender Wissensgebiete zu fördern“, sagt Markus Pössel. „Dazu dienen zahlreiche öffentliche Veranstaltungen, Workshops für Schüler sowie Fortbildungen für Lehrer. Wir unterstützen Schülerforschungsprojekte, engagieren uns bei Ausstellungen und bei der Visualisierung astronomischer Phänomene, entwickeln Materialien für die Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit, informieren die Presse über aktuelle astronomische Erkenntnisse und vieles mehr.“



NASA, ESA, S. Beckwith/STScI, Hubble Heritage Team, AURA; unten: Sebastian Egner



Kosmisches Vorbild: Die rund 30 Millionen Lichtjahre entfernte Spiralgalaxie M 51 im Sternbild Jagdhunde (Bild ganz oben) hat die Architektur vom Haus der Astronomie inspiriert.



Dem Himmel so nah: Auf dem Königstuhl, der höchsten Erhebung an der Bergstraße, thront seit 2011 das Haus der Astronomie. Hier wird Sternenkunde für jedermann erlebbar.



Das Klaus-Tschira-Auditorium mit 100 Sitzplätzen ist mit einer digitalen Planetariums-Projektionsanlage ausgestattet. In dem Hörsaal finden auch regelmäßig Vorträge statt.

WAS LEISTET DAS HAUS DER ASTRONOMIE?

- **Aus- und Fortbildung** – für Lehrer, Erzieher, Lehramtsstudenten, Astronomiestudenten und Journalisten; Partnerschulnetzwerk
- **Entwicklung didaktischer Materialien** – von Unterrichtsunterlagen und Experimentierkoffern bis zu Multimediaprodukten
- **Astronomische Beratung** – für Schulen, Ausstellungen und Publikationen
- **Forschung für alle** – von „Citizen Science“ und Schülerforschungsprojekten bis zum Wissenschaftsaustausch
- **Veranstaltungen** – für die allgemeine Öffentlichkeit, Schulklassen, Kindergartenkinder, Lehrer, Erzieher und Studenten
- **Förderung astronomischer Vernetzung** – innerhalb Deutschlands und international, unter Forschern und Wissenschaftskommunikatoren
- **Informationen über Astronomie** – mit der Monatszeitschrift „Sterne und Weltraum“, die im HdA ihre Redaktionsräume hat, durch Pressemitteilungen, Vorträge und Informationen von der Europäischen Südsternwarte ESO und der Internationalen Astronomischen Union IAU.

Markus Pössel leitet das HdA von Anfang an und ist auch für die knapp 20 Angestellten und Mitarbeiter zuständig – Studenten eingeschlossen. Er forschte früher am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Golm bei Potsdam, wirkte 2005 bei der großen Einstein-Ausstellung in Berlin mit und arbeitete ab 2007 für das World Science Festival in New York. Er hat sich auch mit populärwissenschaftlichen Büchern und dem Internet-Portal „Einstein Online“ zur Relativitätstheorie einen Namen gemacht. Seit 2010 ist er zudem Leiter der Öffentlichkeitsarbeit des MPIA.

„Das Haus der Astronomie hat seine Wurzeln in einer vielfältigen astronomischen Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit, die auf dem Königstuhl seit vielen Jahrzehnten gepflegt wird“, sagt Jakob Staude. Der Astronom und langjährige Chefredakteur der Monatszeitschrift „Sterne und Weltraum“ ist Initiator des HdA. „Die Klaus Tschira Stiftung und die verantwortlichen Direktoren am Max-Planck-Institut und an den Universitäts-Instituten förderten die bestehenden Strukturen und Aktivitäten auf großzügige und weitsichtige Weise.“

Erst die Zusage der Klaus Tschira Stiftung (KTS), ein solches Gebäude zu finanzieren und für die moderne Innenausstattung zu sorgen, ermöglichte den Bau des HdA. Die KTS schenkte es nach Fertigstellung der Max-Planck-Gesellschaft, Deutschlands größter Organisation für Grundlagenforschung, die den langfristigen Betrieb garantiert und mitfinanziert. Weitere Unterstützung kommt von der Stiftung, der Universität, der Stadt Heidelberg sowie vom Forschungs- und vom Kultusministerium Baden-Württemberg. „Die rasche Verwirklichung des HdA ist dem Zusammentreffen einer Reihe kluger Köpfe und günstiger Umstände zu verdanken – noch bis vor Kurzem wäre sie allen Beteiligten als kühner Traum erschienen“, freut sich Staude. „Und die rasante Entwicklung hält an!“

WISSENSCHAFTSARCHITEKTUR LIVE

Bei seiner launigen Rede zur HdA-Öffnung erzählte Stifter Klaus Tschira – aufgrund seines astronomischen Interesses habe er schon in der Schule den Spitznamen „Planeteneheini“ bekommen –, wie es zu der ungewöhnlichen Gebäudeform kam. Der diplomierte Physiker und SAP-Mitgründer wollte



Geschmeidige Rundungen: Eine Rampe führt rund um den zentralen Hörsaal nach oben.



Das etwas andere Büro: In diesem großzügigen und lichtdurchfluteten Bereich sind die meisten der etwa 20 Mitarbeiter des Hauses der Astronomie untergebracht.

kein Haus haben, das einem „Schuhkarton“ oder einer „Zigarrenkiste“ glich. „Ich baue gerne Sachen, denen man von weitem schon ansieht, was darin betrieben wird.“ Und tatsächlich ist das HdA nicht die erste „Wissenschaftsarchitektur“ Tschiras. Das von der KTS mitfinanzierte Advanced Training Centre des EMBL (European Molecular Biology Laboratory) in Heidelberg verkörpert ebenfalls ein Kunstwerk der Natur: die Doppelspiralstruktur der Erbsubstanz DNA. Die Idee für diesen Bau hatte der Stifter, an seiner Umsetzung tüftelte er gemeinsam mit dem Darmstädter Architekten Manfred Bernhardt.

Für den symbolträchtigen Bau des HdA hatte Tschira gleich zwei Ideen: die Form des Ringplaneten Saturn und die einer Spiralgalaxie. Seine Entscheidung fiel dann zu galaktischen Gunsten aus. Als Vorbild des HdA diente die berühmte Whirlpool-Galaxie – auch unter

der Katalognummer M 51 bekannt – im Sternbild Jagdhunde, rund 30 Millionen Lichtjahre entfernt.

„Die Entsprechung ist erstaunlich detailgetreu – bis hin zu dem Staub in den Spiralarmen, der nach dem Bau natürlich entfernt wurde“, schmunzelt Pössel. „Doch wir sind froh, dass sich die Architekten nicht maßstabsgetreu an die Vorlage gehalten haben. Die Scheiben von Spiralgalaxien sind sehr flach – originalgetreu wäre das Gebäude weniger als einen Meter hoch.“

WIE BAUT MAN EINE GALAXIE?

Die ungewöhnliche Form des HdA war eine große technische Herausforderung. Beauftragt wurde wiederum das Darmstädter Architekturbüro Bernhardt + Partner. Zunächst experimentierten die Architekten mit einem selbst erstellten Computermodell einer Spiralgalaxie. Die Bewegung ihrer 1000 digitalen Ge-

stirne – freilich wenig im Vergleich zu den Supercomputer-Simulationen, die für Astronomen inzwischen fast schon Routine sind – inspirierte die architektonische Form.

Am 10. Dezember 2008 stellten die Architekten der Öffentlichkeit ihr Modell vor. „Wir haben Tschiras Vision eine Form gegeben“, sagt Manfred Bernhardt. Das Zentrum bildet ein Hörsaal mit 100 Plätzen sowie einer geneigten Planetariumskuppel mit zwölf Meter Durchmesser. Ringsum windet sich spiralförmig eine breite Rampe, die auch die beiden zueinander versetzten zweistöckigen „Spiralarme“ mit den Vortrags- und Büroräumen verbindet.

„Bei dem auf den ersten Blick punktsymmetrischen Gebäude sind sowohl die Geschossebenen als auch die Fassade um das Zentrum gedreht. Die Krümmung der Schweifarme der Galaxie wird zum Zentrum hin stetig stärker“, beschreibt es Bernhardt. „Ebenso nimmt die Höhe der verglasten Fassadenbänder ab und der Anteil der zweifach gekrümmten Metallfassade nimmt zu. Dadurch wird die Galaxie nicht als zweidimensionales Bild umgesetzt, sondern als räumliches Gebilde von Umlaufbahnen. Die beiden gewundenen Spiralarme mit den Nutzebenen sind in ihrer Höhe um ein halbes Geschoss gegeneinander versetzt und unterstützen zusätzlich die Gebäuderotation um den Kern.“

Der erste Spatenstich erfolgte am 13. Oktober 2009. Wetterfest war das HdA

Mit Bedacht gewählt: Bei der Eröffnung des Hauses der Astronomie brachte der Stifter Klaus Tschira seine Begeisterung für Astronomie zum Ausdruck – auch mit der Wahl seiner Krawatte.

W. Steche/VISUM





AUF PLANETOIDENJAGD

Das Haus der Astronomie (HdA) unterstützt Schüler dabei, selbst die astronomische Forschung zu bereichern. Denn sie haben in Kooperation mit dem HdA und der International Astronomical Search Collaboration (IASC) die Möglichkeit, Datensätze des Teleskops Pan-STARRS PS1 (Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System) auf Hawaii (oben) auszuwerten. Darin können sie nach Planetoiden suchen – Kleinkörpern im Sonnensystem, von denen einige sogar eine Gefahr für die Erde darstellen.

„Insgesamt haben 60 Schulen aus vielen verschiedenen Ländern teilgenommen, die rund 1000 Kandidaten entdeckt haben. Für die 17 von uns betreuten Schulen verlief die Frühjahrskampagne 2013 besonders erfolgreich“, erzählt Carolin Liefke stolz. Die Astronomin kam von der Hamburger Sternwarte zum HdA, macht dort unter anderem Pressearbeit für die Europäische Südsternwarte, engagiert sich bei astronomischen Schülerforschungsprojekten mit den hauseigenen Teleskopen und betreut didaktische Projekte wie den „Fernrohrführerschein“ und eben auch die IASC-Pan-STARRS-Planetoidensuche. „Insgesamt 392 Kandidaten haben unsere beteiligten Schülerinnen und Schüler ausfindig gemacht. Mit 49 Entdeckungen stellte das Otto-Schott-Gymnasium in Jena dabei einen neuen Rekord auf.“

90 der Objekte konnten im Rahmen des Mount Lemmon Survey – einer Himmelsdurchmusterung mit einem 1,5-Meter-Teleskop in Arizona zur Suche nach erdnahen Planetoiden – wiederaufgefunden werden. Sobald seine Bahn hinreichend genau bekannt ist, können die Schüler einen Namen für den von ihnen aufgespürten Himmelskörper vorschlagen. „Mit 13 Planetoiden hat das Max-Born-Gymnasium Backnang die meisten dieser besonders aussichtsreichen Kandidaten entdeckt“, berichtet Carolin Liefke.

Markus Pössel leitet das Haus der Astronomie und erklärt hier mit einem Gummiband-Modell die Expansion des Universums.



HdA/E. Sellentin

bereits im Herbst 2010, sodass auch der Innenausbau zügig voranging und das Gebäude im Oktober 2011 bezugsfertig wurde. Rund 600 Tonnen Stahl und fast 6000 Tonnen Beton wurden für das 2700 Quadratmeter fassende Haus eingesetzt. Es ließ sich nicht mehr eindeutig mit zweidimensionalen Plänen beschreiben, daher mussten die Planer in einem dreidimensionalen Datenraum arbeiten. Es gibt kaum rechte Winkel, sodass höchste Präzision nötig war – fast täglich wurde der entstehende Rohbau vermessen, um das Computermodell zentimetergenau umzusetzen.

Die zentrale Kuppel besteht aus 24 vorgefertigten Segmenten. Darunter befindet sich der multifunktionale Hörsaal, der mit modernster, multimedialer Technik ausgestattet ist. Auch sonst kamen viele Fertigbauteile zum Einsatz, was enorm Zeit sparte. Für die weiße Blechfassade wurden 1020 verschiedene Elemente benötigt, von denen es viele nur ein- oder zweimal gibt, weil die Krümmung überall unterschiedlich ist. Auch das war Präzisionsarbeit, denn die Teile konnten auf der Baustelle nicht mehr angepasst werden. „So etwas macht man sonst nur im Automobilbau, aber da werden zunächst einmal 1000 Testfahrzeuge produziert“, sagt Bernhardt.

Doch es klappte auf Anhieb. Nur drei Teile mussten zweimal gefertigt werden – aber nicht, weil sie nicht passten, sondern weil sie beim Transport beschädigt wurden.

„Das Gebäude heizt und kühlt mit Geothermie“, ergänzt Pössel. „Für die Gewinnung der Erdwärme wurden insgesamt 19 Bohrungen mit einer Tiefe von je 170 Meter erstellt. Aneinandergereiht entspricht dies circa 3230 Bohrmetern – das ist höher als die Zugspitze.“

UNIVERSUM IN DER SCHACHTEL

Es gibt viele Merkmale, die das HdA zu einer einzigartigen Institution machen: Mit wissenschaftlichen Begriffen könnte man geradezu von Raumzeit, Wirkungsquerschnitt, Bandbreite und Vernetzung sprechen.

Da ist zum einen der Einflussbereich, der sich keineswegs auf regionale Veranstaltungen beschränkt. Mit der didaktischen Arbeit setzt das HdA viele Maßstäbe und Impulse – und das sogar über Deutschland hinaus. „Die Internationale Astronomische Union lässt gerade über 1000 Exemplare von ‚Universe in a Box‘ produzieren“, freut sich Pössel. Diese Sammlung von Mitmach-Materialien für die astronomische Bildungsarbeit im Bereich Kindergarten und Grundschule

HdA/M. Pössel

Über Landesgrenzen hinweg: Lehrer aus Santiago de Chile waren Anfang 2013 für eine Fortbildung da.





HdA/M. Pössel (2)

Hier treffen Grundschüler echte ESA-Astronauten: Claude Nicollier erklärt den Kindern die Größenverhältnisse rund um die Erde (ganz links), Jean-François Clervoy berichtet von seiner Reparaturmission zum Hubble-Weltraumteleskop.

wurde von den HdA-Mitarbeitern Cecilia Scorza und Natalie Fischer entwickelt, unterstützt von dem Verein Astronomieschule e.V., der ebenfalls im Haus der Astronomie ansässig ist. Cecilia Scorza und der Astronomie-Didaktiker Olaf Fischer waren in den letzten Monaten auch in Chile aktiv, wo Astronomie inzwischen ein weit verbreitetes Schulfach ist. Zumal die Universität Heidelberg in Santiago de Chile ein „Exzellenzzentrum“ für Forschung und Lehre betreibt. Außerdem besteht mit Schulen und Forschungszentren in Südafrika eine fruchtbare Zusammenarbeit.

Bemerkenswert ist, welches Spektrum das HdA nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich abdeckt. „Unser Programm richtet sich an alle Entwicklungs- und Altersstufen“, sagt Pössel. Kindergarten- und Grundschulkindern kommen vorbei, Erzieherinnen und Lehrer werden fortgebildet, Familienveranstaltungen finden genauso statt wie Führungen für Seniorenclubs. Auch die akademische Ausbildung spielt eine Rolle. „Für Lehramtsstudenten bieten wir Seminare und einen Astronomie-Kurs an der Universität Heidelberg, eine Reihe dieser Studenten fertigen dann im HdA ihre Staatsexamensarbeit an“, so Pössel, der kürzlich an der Universität ein Kos-

mologie-Seminar für Masterstudenten und Doktoranden gehalten hat. Schüler aus zahlreichen Ländern – derzeit aus Luxemburg, Frankreich, England und Australien – kommen als Praktikanten ins HdA, um erste Erfahrungen mit wissenschaftlicher Forschung zu sammeln.

PLANETEN AUS PAPPE

Eine weitere Besonderheit ist die Nähe zu den Wissenschaftlern – das HdA-Gebäude liegt auf dem Campus des Max-Planck-Instituts für Astronomie; die Landessternwarte des Zentrums für Astronomie der Universität Heidelberg ist direkt nebenan. „Das unterstützt unsere Vermittlungsarbeit enorm“, schwärmt Pössel. So gibt es Vortragsreihen, bei denen die Astronomen ihre aktuellen Erkenntnisse allgemein verständlich vorstellen. Manche arbeiten bei den Visualisierungen für das Planetarium mit oder bei der Entwicklung von Materialien für den Schulunterricht. „Ohne diese Symbiose und ohne die Unterstützung der Heidelberger Forscher wäre unsere Arbeit gar nicht möglich.“ Hinzu kommt das HdA als ein idealer Veranstaltungsort für Vorträge, Seminare und Konferenzen. Dieser Wissenschaftsaustausch ist ein wichtiges Standbein der HdA-Arbeit.

„Wir haben mehrere Dutzend kleiner und größerer Tagungen im Jahr. Die erste war übrigens thematisch sehr passend: Dabei ging es um die Entstehung von Spiralgalaxien – und da waren die Astronomen in unserer frisch fertiggestellten Beton-Spiralgalaxie natürlich gerade richtig“, erinnert sich Pössel. „Es spielt eine große Rolle, dass Forscher unser Gebäude ebenso nutzen wie Schulklassen oder die allgemeine Öffentlichkeit. Für eine Schülergruppe ist es beispielsweise höchst spannend zu erfahren, dass im gleichen Raum, in dem sie eine Planetariumsvorführung sahen, am Tag zuvor noch Wissenschaftler über das beste Design für einen Weltraumteleskop-Detektor gegrübelt haben – ich denke da an die geplante Euclid-Mission zur kosmologischen Grundlagenforschung. Diese Vielfalt ist charakteristisch dafür, wie das HdA funktioniert: Heute die Wissenschaftler mit ihren technischen Detailfragen, morgen Kindergartenkinder, die Planeten aus Pappe ausschneiden, am Tag darauf ein Gruppentreffen zu einer Himmelsdurchmusterung, danach eine Schulklasse, die mit Infrarotstrahlung experimentiert.“ ■

Weitere Informationen
www.haus-der-astronomie.de

IMPRESSUM

Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft

Eine Sonderpublikation von bild der wissenschaft in Zusammenarbeit mit der Klaus Tschira Stiftung

ERSCHEINUNGSTERMIN: Oktober 2013

HERAUSGEBERIN: Katja Kohlhammer

VERLAG: Konradin Medien GmbH

Ernst-Mey-Straße 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen

CHEFREDAKTEUR: Wolfgang Hess

PROJEKTLEITUNG: Cornelia Varwig

GRAFISCHE GESTALTUNG: Peter Kotzur

BILDREDAKTION: Ruth Rehbock

SCHLUSSREDAKTION: Albrecht Heinz

REDAKTION KLAUS TSCHIRA STIFTUNG: Renate Ries

VERTRIEB: Kosta Poulivos

DRUCK: Konradin Druck GmbH

Kohlhammerstr. 1-15, 70771 Leinfelden-Echterdingen

Weitere Exemplare der Sonderpublikation können Sie anfordern bei:

Klaus Tschira Stiftung gGmbH

Villa Bosch

Schloss-Wolfsbrunnenweg 33

69118 Heidelberg

www.klaus-tschira-preis.info



Ihr neues Namensschild?

Bewerben Sie sich

um KlarText!, den Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft 2014.

Die Klaus Tschira Stiftung zeichnet jährlich Wissenschaftler aus, die die Ergebnisse ihrer herausragenden Dissertation in einem allgemein verständlichen Artikel beschreiben.

Bewerbungsbedingungen

- Promotion 2013 in Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik, Neurowissenschaften, Physik oder einem angrenzenden Fachgebiet
- Herausragende Forschungsergebnisse
- Ein allgemein verständlicher Textbeitrag über die eigene Forschungsarbeit
- Einsendeschluss: 28. Februar 2014

Mitmachen lohnt sich

- 5000 Euro Geldpreis pro Gewinner in jedem der sechs Fachgebiete
- Veröffentlichung der Siegerbeiträge in einer KlarText!-Sonderbeilage des Wissenschaftsmagazins *bild der wissenschaft*
- Jeder Bewerber kann am zweitägigen Workshop Wissenschaftskommunikation teilnehmen.

www.klaus-tschira-preis.info