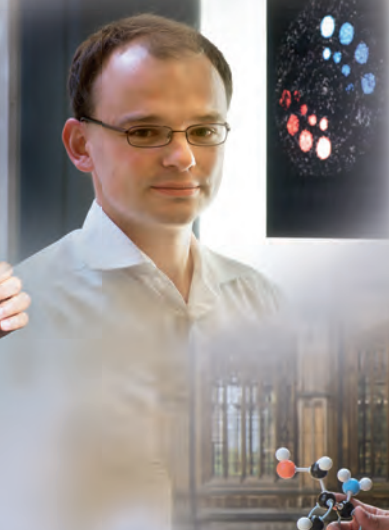


bild der wissenschaft plus

Die Preisträger 2012

KlarText!
KlarText!
KlarText!
KlarText!



ZUM
ZEHNTEM
MAL

KLAUS TSCHIRA PREIS

für verständliche Wissenschaft

Sprechen Sie über Wissenschaft in einer Sprache, die jeder versteht.

KURSANGEBOTE

Schreibtraining: gutes Formulieren
Interview- und Medientraining
Wissenschaftskommunikation im Internet
Vortrags- und Präsentationstraining

FÜR

Studierende, Promovierende,
Forscherinnen und Forscher
aller Disziplinen bundesweit

VON

erfahrenen Wissenschaftsjournalisten
und Trainern

Termine, Anmeldung, Kontakt:

Nationales Institut für
Wissenschaftskommunikation gGmbH
Karlsruhe
Tel. +49 (0)721 608-41652
nawik@nawik.de

www.nawik.de



Wolfgang Hess,
Chefredakteur

Zehn Jahre Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft

1996 schrieb Klaus Tschira an der Universität Karlsruhe erstmals einen Preis für verständliche Wissenschaft aus. Einer der Preisträger war Wolfgang Reichel (Interview ab Seite 32). Für die verständliche Darstellung seiner Doktorarbeit erhielt er 1997 stattliche 10000 Mark Preisgeld. In den darauffolgenden Jahren wurde der Preis erneut ausgelobt. Doch 1999 war es aus damit. „Wir hatten das Problem einer etwas zu dürrtigen Ausbeute“, räumte der Stifter ein. Um eine breitere Wirkung zu erzielen, weitete Tschira den Preis wenige Jahre später auf andere Universitäten aus. Seit 2006 kann sich jeder für „KlarText!“, den Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft, bewerben, der seine Doktorarbeit im Vorjahr in einer von sechs Disziplinen erfolgreich vorgelegt, den Einreichungstext in deutscher Sprache verfasst und ihn frei von Formeln auf 8000 bis 9000 Zeichen verdichtet hat. Zählt man beide Staffeln zusammen, so wird der Preis am 11. Oktober 2012 zum zehnten Mal vergeben. 1158 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben sich seit 2006 beworben und damit gezeigt: Viele frisch Promovierte informieren die Gesellschaft ausgesprochen gerne über ihre erste eigenständige Forschungsarbeit.

Mir ist es eine Freude, fast alle Preisträger persönlich kennengelernt zu haben. Einige unter ihnen sind inzwischen Professor. Ihre Aufgeschlossenheit, ihre Weltläufigkeit, die oft sehr gegenwartsbezogenen Themen ihrer Doktorarbeiten, ihre Lebensfreude begeistern mich immer wieder. Als ich 2006 als Vertreter von bild der wissenschaft eines Sonntags zum ersten Mal die etwa drei Dutzend Manuskripte in die Hand nahm, um mich für die entscheidende Jurysitzung ins Bild zu setzen, zauderte ich etwas. Die Sonntagsarbeit schien mir anstrengend zu werden. Doch ich wurde eines Besseren belehrt. Erfreulich viele Arbeiten waren verständlich, insbesondere gefielen mir die Texte aus der Mathematik. Heute noch werde ich immer wieder überrascht vom Ideenreichtum, mit dem die Bewerber(innen) in ihre Doktorarbeit einführen. Sie zeigen Fantasie nicht nur in der Forschung, sondern auch bei ihrer Vermittlung.

Man könnte Klaus Tschira für seine Initiative mit Lorbeer überhäufen. Doch darum geht es ihm nicht. Viel lieber entwickelt er mit seinem Team weitere Bausteine einer modernen Wissensvermittlung. „Journalist in Residence“ – ein mehrmonatiger Aufenthalt für einen Wissenschaftsjournalisten im Heidelberger Institut für Theoretische Studien – ist ein Beispiel aus den letzten Monaten, das Nationale Institut für Wissenschaftskommunikation NaWik ein anderes. Es wurde mit dem Karlsruher Institut für Technologie KIT gegründet und nimmt in diesen Tagen seinen Lehrbetrieb auf. Studierende und Wissenschaftler aus ganz Deutschland erhalten so die Chance, sich in Wissenschaftskommunikation weiterzubilden. Ich bin mir sicher, dass wir vom NaWik viel hören werden.

Schön, dass wir solche Mäzene haben: wohlhabende Menschen, die ihr Geld nicht in Luxusjachten stecken, sondern in die Zukunft der Wissensgesellschaft Deutschlands.

INHALT

3 Zur Sache

4 Im Dienst der Wissenschaft

Das Förderprogramm der Klaus Tschira Stiftung wächst mit jedem Jahr – und dem Stifter gehen die Ideen nicht aus.

10 Impressum

11 Inspiration in Heidelberg

Nachwuchsforscher treffen die besten Köpfe aus Mathematik und Informatik.

12 Mathe Macchiato: Optimal getrennt

Andreas Potschka, Mathematik

16 Nachwuchs für die DNA

Martin Münzel, Chemie

20 So wie du sprichst, sprich auch ich

Natalie Lewandowski, Informatik

24 Der Mensch macht die Musik

Sebastian Kirschner, Biologie

28 Röntgen – aber bitte mit Farbe

Thomas König, Physik

32 „Ich habe die Auszeichnung prominent platziert“

Ein Gespräch mit dem Mathematiker und Preisträger Wolfgang Reichel

35 So macht man Forscher

Erzieherinnen lernen, Kinder für naturwissenschaftliche Phänomene zu begeistern.



Titelgrafik: Peter Kotzur

Verständliche Vielfalt: Ob Röntgenbild, Molekülstruktur oder Grafik – die Preisträger 2012 wissen, wie sie ihre Erkenntnisse anschaulich vermitteln können.

Im Dienst der Wissenschaft

Wo einst der Nobelpreisträger Carl Bosch wohnte, arbeitet heute ein kleines, feines Kreativteam mit dem Ziel, Naturwissenschaften, Mathematik und Informatik zu fördern. Angeleitet wird es von SAP-Gründer Klaus Tschira, der 1995 zu diesem Zweck mit privaten Mitteln eine Stiftung ins Leben rief.

VON CLAUDIA EBERHARD-METZGER

ENTSCHLOSSEN GREIFT KLAUS TSCHIRA zum Kochtopf und setzt ihn auf den Herd. Wenige Sekunden später beginnt das Wasser im Topf zu kochen. „Ein magnetisches Wechselfeld“, sagt Tschira und deutet auf das sprudelnde Wasser. „Es wird von einer Spule unter der Herdplatte erzeugt und lässt Wirbelströme entstehen, deren Energie in Form von Wärme an den Topf abgegeben wird.“ Wer in die Küche der Villa Bosch, dem Sitz der Klaus Tschira Stiftung in Heidelberg, eingelassen wird, darf nicht nur auf ein hervorragendes

Mittagessen hoffen. Er muss auch damit rechnen, dass der Hausherr persönlich erklärt, wie der moderne Induktionsherd funktioniert. Schließlich handelt es sich dabei um die praktische Anwendung der elektromagnetischen Induktion, ein Effekt, den der englische Physiker Michael Faraday 1831 entdeckt hat.

Klaus Tschira, begeisterter Hobbykoch und studierter Physiker, hat sichtlich Freude daran, den handfesten Nutzen zu demonstrieren, den wissenschaftliche Erkenntnis bringen kann. Für die Wissenschaft generell, beson-

ders für die mit sichtbarem Mehrwert für die Menschen, konnte sich Klaus Tschira „schon immer“ begeistern. Für diese Art von Wissenschaft hat er 1995 eine Stiftung zur Förderung von Naturwissenschaften, Mathematik und Informatik gegründet: Die Klaus Tschira Stiftung. Sie ist eine der größten gemeinnützigen Stiftungen in Europa. Über 200 Millionen Euro sind seither in zahlreiche Projekte geflossen.

Das Profil der Stiftung wird entscheidend von der Persönlichkeit des Stifters bestimmt. Und ein Blick zurück auf das



Gründung der Klaus Tschira Stiftung gGmbH (KTS)

Erste Verleihung „Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft“ an der Universität Karlsruhe

Einweihung der Villa Bosch, Sitz der Stiftung

Gründung des EML – European Media Laboratory GmbH

Zwei Geschäftsführer ziehen an einem Strang: Klaus Tschira und Beate Spiegel initiieren eigene Projekte und fördern gute Ideen anderer.

Leben des nunmehr 71-Jährigen lässt so manches erkennen, das heute den Charakter der Einrichtung ausmacht. Sein Interesse an Naturwissenschaft und Technik, erzählt Tschira, habe womöglich ein Band der „Hochschule des deutschen Volkes“ entfacht, der ihm als Jugendlicher in die Hände fiel und der in so verständlicher Weise verfasst war, dass er ihn mit nachhaltiger Freude las. Vor allem das Astronomie-Kapitel faszinierte ihn. In der Schule fesselten ihn auch die Sprachen, vor allem Latein. An überragende Schulnoten, sagt Tschira mit einem Schmunzeln, könne er sich indes nicht erinnern.

DAS GELD WAR KNAPP

Eine höhere Schule zu besuchen, war für den gebürtigen Freiburger nicht selbstverständlich. Sein Vater war Kaufmann, seine Mutter Krankenschwester, und das Geld in den Nachkriegsjahren war knapp. „Ich erinnere mich an ein Gespräch meiner Eltern, in dem es darum ging, ob man mich weiter zur Schule schicken könne. Meine Mutter sagte, dass sie lieber zusätzlich putzen gehen würde, als den Bub vom Gymnasium zu nehmen.“

Fotos: T. Wegner für baw (3)



Stifterpreis des Bundesverbandes
Deutscher Stiftungen an
Klaus Tschira

Nach dem Abitur studierte Klaus Tschira Physik, „es hätte aber ebenso gut eine andere Naturwissenschaft sein können“. Sein ursprüngliches Ziel, Physikprofessor zu werden, gab er nach dem Diplom auf: Er hatte auf eine freie Assistentenstelle „gelauert“, die aber nicht besetzt wurde aufgrund des offensichtlich chronischen Geldmangels im Bildungswesen. Notfalls hätte ihm ein Job als Sprudelkistenfahrer die Zukunft gesichert. Dann bewarb sich Tschira auf eine Anzeige der Firma IBM. „Das war meine zweite Bewerbung.“ Bei IBM in Mannheim arbeitete

Die fünf jungen IBM-Männer hatten eine Idee: Sie wollten eine Software entwickeln, die so praktisch und effizient ist, dass jedes Unternehmen sie in jeder Branche verwenden kann, um Buch zu führen. Die Fünf machten sich selbstständig und gründeten 1972 im baden-württembergischen Weinheim eine Firma für „Systemanalyse und Programmentwicklung“. Heute ist der Name, der wie der staubtrockene Titel eines Informatik-Lehrbuchs klingt, unter dem Kürzel „SAP“ in aller Munde: Weltweit gibt es nahezu keinen größeren Konzern, dessen Computer nicht

die Zeit blickt er mit zufriedener Gelassenheit zurück. 2007 stieg Tschira aus dem Unternehmen aus. „Alles, was ich über die heutige SAP weiß, erfahre ich wie Sie aus der Zeitung.“

Der Gedanke, eine Stiftung zu gründen, war schon vage in seinem Kopf, als Tschira Anfang der 1990er-Jahre den Vortrag eines Professors in Harvard hörte. Der verkündete, dass die Menschen, die nach erfolgreicher beruflicher Tätigkeit in ein tiefes Loch fielen, ein 15-mal größeres Risiko hätten, frühzeitig zu sterben. „Das ist doch ein beachtlich hoher Wert, den man nicht vernachlässigen kann“, sagt Tschira augenzwinkernd und lehnt sich amüsiert in seinem Stuhl auf der Terrasse der Villa Bosch zurück. Das Anwesen unweit des Heidelberger Schlosses war früher der Wohnsitz von Carl Bosch, BASF-Vorstand und Chemie-Nobelpreisträger des Jahres 1931.

Klaus Tschira ist leger in Jeans gekleidet, einzig auffallend ist der Schriftzug „HITS“, der mit weißem Faden auf die Brusttasche seines Poloshirts gestickt ist. Das Kürzel steht für das „Heidelberger Institut für Theoretische Studien“, eines der großen Projekte des Stifters. In Blickweite, hinter den hohen Bäumen des parkähnlichen Villengeländes steht das HITS-Forschungsgebäude, in dem zurzeit rund 100 Wissenschaftler aus 15 Ländern arbeiten – darunter Astro-



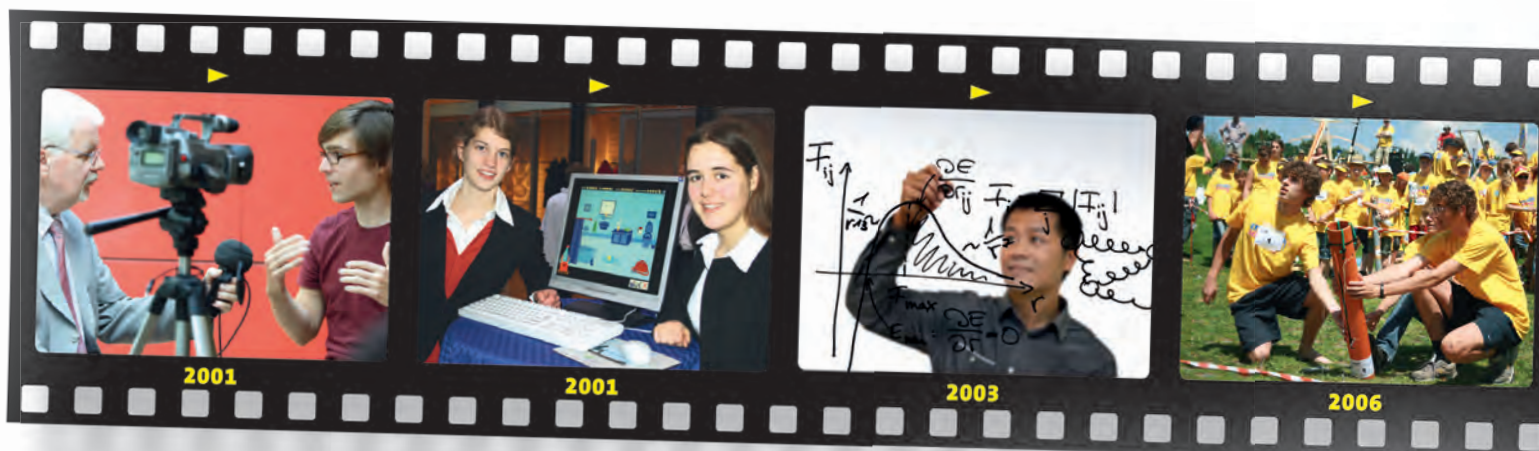
Gute Forschung braucht Verständlichkeit.“

Klaus Tschira

er ab 1966 als Systemberater, betreute Kunden wie den amerikanischen Landmaschinenhersteller John Deere und lernte die Kollegen Claus Wellenreuther, Hans-Werner Hector, Dietmar Hopp und Hasso Plattner kennen. Da begann die Phase im Leben von Klaus Tschira, in der er die Mittel verdiente, die er heute so spendabel für die Wissenschaft einsetzt. „Das Geld ist mir zugelaufen.“

mit Programmen von SAP bestückt sind. Die Mitarbeiter nutzen sie, um Ersatzteile zu bestellen, Lager zu verwalten, Lohnzettel, Rechnungen oder Mahnungen zu schreiben. SAP gilt als die erfolgreichste deutsche Unternehmensgründung der Nachkriegszeit.

Der beispiellose Erfolg kam nicht von ungefähr: „Wir haben sehr lange und sehr hart gearbeitet, um all das zu erreichen“, erinnert sich Tschira. Auf



Start der Kommunikationstrainings für Wissenschaftler „Sag's klar“ (bis 2012)

Verleihung Jugendsoftwarepreis (bis 2010)

Gründung EML Research gGmbH

Start „Explore Science“ – naturwissenschaftliche Erlebnistage in Mannheim

nomen, Biologen, Chemiker, Informatiker, Linguisten und Physiker. Hier wird Grundlagenforschung auf höchstem Niveau betrieben. Die Wissenschaftler entwickeln Ansätze für Medikamente, die präzise im Körper wirken sollen. Sie versuchen, das komplexe Wechselspiel der Proteine in der Zelle zu verstehen, zeichnen den Stammbaum von Pflanzen und Insekten mit modernen Verfahren nach und entwickeln Methoden, mit denen Informationen besser aus dem Netz extrahiert werden können. Der „rote Faden“, der die Arbeiten verbindet, sind mathematische Modelle und Simulationen, die „in silico“ – also mithilfe des Computers – dazu beitragen, der Flut experimenteller Daten Herr zu werden.

„Wissenschaft fördern – auf all ihren Stufen“, so beschreibt Tschira den gemeinsamen Nenner der Stiftungsaktivitäten. „Dabei verwirklichen wir nicht nur eigene Projekte“, ergänzt Beate Spiegel, die seit 1997 zum Team gehört und gemeinsam mit Klaus Tschira die Stiftung aufgebaut hat. „Wir vergeben auch Fördermittel für Projekte, die uns vorgeschlagen werden, die mit unseren Zielen übereinstimmen und positiv begutachtet wurden.“ Bei der Klaus Tschira Stiftung werde genau überprüft, dass die Mittel sinnvoll eingesetzt werden, betont die Geschäftsführerin: „Statt Megaprojekte aus dem

Boden zu stampfen, entwickeln wir auch große Projekte zunächst aus bescheidenen Anfängen, arbeiten also eher bodenständig.“ Diese Vorgehensweise entspricht der Persönlichkeit des Stifters – und wird auch von seinem engagierten Team beherzigt, das aus kaum mehr als einem Dutzend Mitarbeitern besteht.

EIN INTELLEKTUELLES VERGNÜGEN

Ein entscheidender, häufig unterschätzter Faktor auf dem Weg zu guter Wissenschaft und ihrer Akzeptanz in der Öffentlichkeit ist die Sprache. Sie ist wichtig, um Fachkollegen Resultate kundzutun, aber auch um eine interessierte Öffentlichkeit über die Erkenntnisse der Wissenschaft zu informieren. Für ihn persönlich, sagt Klaus Tschira, sei es „ein intellektuelles Vergnügen“, sich mit Sprache zu beschäftigen – aber auch eine Herausforderung. Denn gutes Formulieren habe auch etwas mit gutem Denken zu tun. „Wer’s nicht



„KlarText!“-Ausschreibung bundesweit

Gründung der Forscherstation – Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für frühe naturwissenschaftliche Bildung

Eröffnung Advanced Training Centre (ATC) am European Molecular Biology Laboratory

Vorstellung des Kinderkochbuchs „Schlau kochen“

einfach und klar sagen kann“, befand einst der Philosoph Karl Popper, „der soll schweigen und weiterarbeiten, bis er’s kann.“

Klaus Tschira, Vater der Programmiersprache ABAP, weiß aus eigener Erfahrung, wie wichtig eindeutige Formulierungen und präzise Bezüge sind. Wer seinen Fachjargon als geeignet erachte, unbedarften Kunden den Nutzen eines Computerprogramms zu vermitteln, dürfe sich nicht wundern, wenn das Geschäft nicht zustande komme. Ein Wissenschaftler, der klar und verständlich seinen Forschungsgegenstand, seine Ergebnisse und Ziele beschreibt, dient damit nicht nur der Erkenntnisübermittlung und seinem Fach. „Er erhöht auch seine Chancen, mit einem Förderantrag, etwa bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft, durchzukommen“, sagt Tschira. Auch die Gesellschaft, die die Forschung mit ihren Steuergeldern finanziere, habe ein Recht darauf, in verständlicher Weise informiert zu werden – zumal eine gut informierte Öffentlichkeit die Voraussetzung sei, um wichtige Zukunftsfragen sachorientiert zu bewältigen.

Genug Gründe für Klaus Tschira, das Ziel „verständliche Wissenschaft“ gleich mehrfach zu unterstützen. Schon seit Jahren fördert die Stiftung

die kommunikative Kompetenz von Wissenschaftlern in Schreibwerkstätten und Medientrainings mit Kommunikationsexperten. Und zum zehnten Mal ehrt die Stiftung in diesem Jahr Nachwuchswissenschaftler, die sich der Mühe unterziehen, die Ergebnisse ihrer Doktorarbeit allgemeinverständlich zu beschreiben – mit „KlarText!“, dem Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft.

der Öffentlichkeit. „Gute Forschung“, begründet Tschira seine Entscheidung, „braucht Verständlichkeit.“

Ein nicht minder wichtiges Engagement für die Wissenschaft und die Gesellschaft ist, Kinder und Jugendliche schon früh an naturwissenschaftliche Themen heranzuführen. Die Klaus Tschira Stiftung beginnt damit bereits im Kindergarten: In ihrer „Forschestation“ an der Heidelberger Pädagogi-



Wir wollen die Angst vor Naturwissenschaften nehmen und die Freude daran wecken.“

Beate Spiegel

Jüngst hat Klaus Tschira seinem sprachlichen Förderschwerpunkt mit dem „Nationalen Institut für Wissenschaftskommunikation“ (NaWik) und einem Fördervolumen bis zehn Millionen Euro einen noch größeren Stellenwert eingeräumt – und seiner Stiftung damit ein in Deutschland einzigartiges Profil gegeben. Noch 2012 nimmt das NaWik im Karlsruher Institut für Technologie den Lehrbetrieb auf, um Wissenschaftler und Studierende deutschlandweit weiterzubilden für den Dialog mit

schen Hochschule lässt sie Erzieherinnen ausbilden, damit diese gemeinsam mit ihren Schützlingen Naturphänomenen nachspüren können. Seit kurzem werden auch Grundschullehrer mit einbezogen.

MATHEMATIK ZIEHT

Ein Schwergewicht im Füllhorn des Förderthemas „Naturwissenschaften von Anfang an“ sind die Erlebnistage „Explore Science“. Seit sieben Jahren wartet die Veranstaltung jeden Sommer



Klaus Tschira erhält das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse

Gründung des HITS – Heidelberger Institut für Theoretische Studien gGmbH

KOMPASS-Auszeichnung für erfolgreiche Stiftungskommunikation für „Schlau kochen“

Gründung der GIS-Station – Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien

mit einem neuen Thema im Luisenpark Mannheim auf und verzeichnet stetig wachsende Teilnehmerzahlen. Ausgerechnet die Mathematik zog auf der diesjährigen Explore Science an fünf Tagen rund 56000 Besucher an. Unter dem Motto „Wir rechnen mit euch“ tummelten sich überall im Mannheimer Luisenpark – entlang der Wege und auf den Wiesen, an den Mitmach- und Forscherstationen, vor den Bühnen mit Vorträgen, Musik und Quizshows – Kinder und Erwachsene in gelben, grünen und roten T-Shirts mit der Aufschrift „Klaus Tschira Stiftung“. Die Gelben waren Teilnehmer, die Grünen Helfer und die Roten Nachwuchsreporter, die für den „Science Express“ Artikel über die Neuigkeiten des Tages verfassten.

Zu den Gelben gehörten auch die vier Jungs, die rund um einen Tisch im großen Wettbewerbszelt standen. Zwischen Notenblättern, Zahlenrädern, Lochkarten, Legobausteinen, aufgeklappten Laptops und diskutierenden Schülern bahnte sich die Jury ihren Weg. Bei den vier Jugendlichen war sie schon gewesen. Sie hatten den Juroren ihr Verschlüsselungsverfahren präsentiert, das sie für den Schülerwettbewerb „Verschlüsselungsmethode: Algorithmen und Kryptologie“ entwickelt hatten.

Die Vier hatten für diesen Moment eine lange Anreise in Kauf genommen: Sie stammten vom Hölty-Gymnasium in Wunstorf bei Hannover. Ein Aushang in der Schule habe sie auf Explore Science aufmerksam gemacht, erzählten die Schüler. Daraufhin hätten sie sich an den Wochenenden getroffen, um sich Präsentationen auszudenken. Sie hätten sicher sehr gute Noten in Mathematik? „Nein, gar nicht“, antworteten die Jungs etwas verlegen: „Es hat nur einfach Spaß gemacht.“

FERNERKUNDUNG IM PARK

Im nächsten Jahr wird Explore Science im Zeichen der Geowissenschaften stehen: Geologie, Fernerkundung, Mineralogie und Kartografie können in der Mannheimer Parklandschaft auf spielerische Weise entdeckt werden. Vor Ort wird dann auch die GIS-Station aktiv sein: das Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien bringt die moderne Technik in den Geografieunterricht. Die vier Jungs aus Wunstorf wollen dann wieder dabei sein. Für Beate Spiegel bestätigt das die Zielvorstellung, die die Stiftung mit der Veranstaltung im Park verbindet: „Wir wollen die Angst vor naturwissenschaftlichen Themen nehmen und die Freude daran wiedergeben.“



Eröffnung des Hauses der Astronomie – das die Form einer Spiralgalaxie hat

Die Forscherstation wird gGmbH und An-Institut der Pädagogischen Hochschule Heidelberg



Start „Jugend präsentiert“

Gründung des NaWik – Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH in Karlsruhe

Klaus Tschira ruft das „Heidelberg Laureate Forum“ ins Leben

Wie jedes Jahr hat sich auch Klaus Tschira unter das muntere Volk im Luisenpark gemischt. Wie fühlt es sich an, wenn unter seinem Namen so viele Menschen an einem Ort zusammenkommen? Tschira antwortet: Er habe seinen Blick während der Veranstaltung weniger in sein Innerstes, als vielmehr zum Himmel gerichtet mit der bangen Frage, ob nicht doch noch ein Regenschauer den Besuchern die Stimmung verderben könne. Tschira mag keine Fragen nach seiner Befindlichkeit. „Man soll nicht so viel über sich selbst reden“, meint er.

Lieber spricht er über seine Hobbys, etwa seine Bibliothek zu Hause mit rund 6000 Büchern – zumeist Sach-, aber auch jede Menge Kochbücher. Noch lieber spricht er über neue Stiftungsprojekte. Beispielsweise über Fortbildungen für Lehrer und Schüler, in denen diese lernen, naturwissen-

schaftliche Inhalte in der Schule besser zu präsentieren. Oder über ein jüngst realisiertes Bauvorhaben, das „Haus der Astronomie“ auf dem Königstuhl in Heidelberg.

WIE EINE SPIRALGALAXIE

Der Weg dorthin führt durch dichten Mischwald über Serpentinauf und wenn sich die Baumreihen öffnen, fällt der Blick auf ein Gebäude, das staunen lässt: Es ahmt die Form einer rund 23 Millionen Lichtjahre entfernten Spiralgalaxie nach. Die Idee dazu stammt von Klaus Tschira. Es ist ein Geschenk an die Max-Planck-Gesellschaft und dient als Zentrum für astronomische Bildung und Öffentlichkeitsarbeit. Ein ähnlich spektakulärer Bau ergänzt seit 2009 das „European Molecular Biology Laboratory“ (EMBL). Seine Gestalt ist der Doppelspirale der DNA nachempfunden. Es dient der exzel-

lenten Forschungsstätte zur Schulung und zur Präsentation von Ergebnissen. Auch diese ungewöhnliche, die Wissenschaft unmittelbar repräsentierende Gestaltungsidee stammt vom Stifter persönlich.

Einen guten Teil der Zeit von Klaus Tschira und der seiner Mitarbeiter beansprucht aktuell das „Heidelberg Laureate Forum“: Schon im nächsten Jahr sollen hochkarätige Informatiker und Mathematiker mit Nachwuchswissenschaftlern dieser Fächer in Heidelberg zusammentreffen, um sich auszutauschen und gegenseitig zu inspirieren (siehe Beitrag rechte Seite). Weitere Projekte stehen kurz vor der Umsetzung. Und die Arbeit dürfte den kreativen Dienstleistern der Wissenschaft nicht so schnell ausgehen: „Es gibt laufend neue Projektideen“, sagt Beate Spiegel, „die wir gemeinsam in unserem Team diskutieren.“

Fotos: Klaus Tschira Stiftung (18); 2003: EML Research; 2010: Bundesverband Deutscher Stiftungen/ D. Ausserhofer; 2011: Architekten Bernhardt+Partner; NASA/ESA; 2012: Eirik Furu Baardsen, Eric Audras/PhotoAlto/Corbis

IMPRESSUM

Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft
Eine Sonderpublikation von bild der wissenschaft in Zusammenarbeit mit der Klaus Tschira Stiftung

ERSCHEINUNGSTERMIN: Oktober 2012

HERAUSGEBERIN: Katja Kohlhammer

VERLAG: Konradin Medien GmbH

Ernst-Mey-Straße 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen

VERLAGSLEITERIN: Karen Heidl

CHEFREDAKTEUR: Wolfgang Hess

PROJEKTLEITUNG: Cornelia Varwig

GRAFISCHE GESTALTUNG: Peter Kotzur

BILDREDAKTION: Ruth Rehbock

SCHLUSSREDAKTION: Sabine Stahl

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

Inspiration in Heidelberg

Ein Ort mit Flair – und bald mit einer hochkarätigen Veranstaltung mehr: Heidelberg wird zum Treffpunkt für Mathematiker und Informatiker.

Weltweit angesehene Preisträger in Mathematik und Informatik treffen herausragende Nachwuchswissenschaftler.

VON RENATE RIES

ALS MICHAEL RABIN 1931 in Breslau und Dana Scott ein Jahr darauf in Berkeley geboren wurden, ahnte niemand, dass sich ihre Wege einmal kreuzen und sie gemeinsam den international bedeutendsten Preis für Informatik erhalten würden. Zwei Weichenstellungen waren hierfür notwendig: Ihr Talent für das Begreifen logischer und mathematischer Zusammenhänge wurde früh erkannt und gefördert. Als Initialzündung für ihre gemeinsame Arbeit erwies sich dann ein Sommerworkshop, zu dem IBM 1957 vielversprechende Mathematiker eingeladen hatte. Hier begann Rabins und Scotts Arbeit an „nichtdeterministischen Automaten“, die sie 1959 veröffentlichten und für die sie 1976 mit dem Turing Award ausgezeichnet wurden.

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN

Die besten Köpfe aus Mathematik und Informatik zusammenbringen und inspirieren – das möchte auch das Heidelberg Laureate Forum. Ab 2013 sollen jährlich eine Woche lang Träger der angesehensten Preise für Mathematik (Abel-Preis, Fields-Medaille) und Informatik (ACM Turing Award) herausra-

gende Nachwuchswissenschaftler aus aller Welt treffen.

Vorträge, intensive Diskussionen, und Austausch – ein internationales Forum, bei dem sich Nachwuchswissenschaftler mit den Koryphäen ihres Fachs treffen, gibt es bislang nur für die Nobelpreise. Das Heidelberg Laureate Forum schafft diese Möglichkeit nun auch für Mathematiker und Informatiker. Die Nachwuchs-Teilnehmer werden von einem internationalen Gutachtergremium ausgewählt.

„Für die jungen Wissenschaftler wird es außerordentlich inspirierend und ein großer Ansporn sein, die führenden Köpfe der Mathematik und Informatik zu treffen“, ist Klaus Tschira überzeugt. Seine Idee, das Forum zu veranstalten, hat Andreas Reuter, der Geschäftsführer des Heidelberger Instituts für theoretische Studien (HITS), aufgegriffen. Es wurde dieses Jahr von der Stiftung ins Leben gerufen und findet in Zusammenarbeit mit den preisverleihenden Gesellschaften statt: der Norwegian Academy of Science and Letters, der International Mathematical Union sowie der Association for Computing Machinery. Den Start ermöglicht die Klaus Tschira Stiftung, für

Die Norwegian Academy of Science and Letters vergibt jährlich den Abel-Preis für herausragende Arbeiten in der Mathematik. Preisgeld: rund 800 000 Euro. english.dnva.no

Die International Mathematical Union (IMU) verleiht alle vier Jahre die Fields-Medaille an Mathematiker unter 40 Jahren für herausragende Entdeckungen. Dotierung: rund 12 000 Euro. www.mathunion.org

Die Association for Computing Machinery (ACM) verleiht jährlich den mit rund 200 000 Euro dotierten ACM Turing Award für Beiträge zum Fortschritt in der Informatik. www.acm.org

die Fortführung der Treffen soll eine eigene Stiftung gegründet werden.

Und so werden vom 22. bis 27. September 2013 in den historischen Räumen der Heidelberger Universität, aber auch in den Gassen und Gaststätten der schönen Stadt Wissenschaftler der verschiedenen Generationen die Köpfe zusammenstecken, sich kennenlernen – und sicher auch die eine oder andere Zusammenarbeit planen. ■

www.heidelberg-laureate-forum.org



Fields-Medaille

Unsere Welt wird immer komplexer. Das gilt nicht nur für die ganz persönliche tägliche Entscheidungsfindung bei ständig wachsender Auswahl an Kaffeeariationen, sondern auch für immer aufwendigere Produktionsmethoden in der Verfahrenscheme. Neue, maßgeschneiderte mathematische Methoden dienen als unverzichtbares Hilfsmittel, die enorme Komplexität systematisch zu beherrschen.

VON ANDREAS POTSCHKA

DIE CHANCEN SIND VERMUTLICH recht hoch, dass Sie gerade eine duftende Tasse Kaffee zu sich nehmen. Vielleicht sitzen Sie ja sogar in einem gemütlichen Café und haben vor sich ein perfekt zubereitetes Glas Latte Macchiato. Falls nicht, möchte ich Sie einladen, sich das Glas im Gedankenexperiment vorzustellen: oben der weiße Milchschaum, danach eine dunkle, heiße Schicht Espresso und unten die etwas weniger heiße Schicht aus Milch. Beobachten Sie: Die anfangs noch klar getrennten unteren Schichten fließen ineinander. Zwischen Glasboden und Milchschaum entsteht ein weiß-brauner Farbverlauf, der sich schließlich zu einer einzigen hellbraunen Schicht vermischen wird. Dafür sind hauptsächlich zwei physikalische Phänomene verantwortlich: Am wichtigsten sind die Konvektion, also Strömungen, die durch lokale Temperaturunterschiede verursacht werden, und danach die Diffusion, die durch das „Zappeln“ von Molekülen verursacht wird, das als Brownsche Molekularbewegung bekannt ist. Am schnellsten mischen Sie natürlich durch Umrühren, weil Sie damit Turbulenzen im Glas erzeugen.

Man könnte sagen, dass ich in meiner Arbeit mathematische Rechenmethoden für das Gegenteil des Mischens entwickelt habe, mit besonderem Augenmerk auf optimale Trennprozesse der Verfahrenscheme. Die Physik ist dabei ähnlich wie im Kaffeeglas, das Ziel aber genau gegensätzlich. Um im Bild zu bleiben: Es geht sozusagen darum, aus einem Latte Macchiato wieder Espresso und Milch zu gewinnen. Die gesellschaftlich und wirtschaftlich relevanten Trennprozesse kommen aus der pharmazeutischen Industrie, wo bei der Herstellung von Medikamenten Wirkstoffe von unwirksamen oder sogar gesundheitsschädlichen Nebenprodukten

getrennt werden müssen, oder aus der Lebensmittelchemie, zum Beispiel bei der Absonderung der Fruktose von Glukose in Maissirup.

Die Trennung erfolgt dabei in speziellen Röhren, sogenannten chromatografischen Säulen, die mit einem unbeweglichen Granulat gefüllt sind, auf dessen Oberfläche die zu trennenden Substanzen unterschiedlich stark adsorbieren, das heißt haften bleiben. Das Ausgangsgemisch wird nacheinander durch mehrere solcher granulatgefüllter Säulen gepumpt, die über Ventile komplex verschaltet werden können. Stärker adsorbierende Substanzen wandern dabei langsamer durch die Säulen als schwächer adsorbierende, da sie im Schnitt länger unbeweglich auf der Granulatoberfläche verweilen. Das ist die Grundlage der chromatografischen Auftrennung.

TRENNPROZESS MIT ENORMEM POTENZIAL

Zwischen den Säulen kann sowohl das Ausgangsgemisch als auch Lösungsmittel in den Kreislauf eingebracht werden, wobei gleichzeitig und in entsprechender Menge an anderer Stelle die hoffentlich hochreinen Produkte ausgeleitet werden müssen. In der Produktion werden solche Anlagen zyklisch betrieben, das heißt, es wird ein vorgegebenes Programm aus zeitlich variierenden Pumpgeschwindigkeiten, Einlasskonzentrationen und Säulenverschaltungen abgefahren, das nach einer festen Zeitdauer periodisch wieder von vorne beginnt.

Die eben beschriebenen Trennprozesse haben ein enormes Potenzial, was die Reinheit der Produkte und die wirtschaftliche Ergiebigkeit angeht. Der große Haken ist, dass aufgrund der Komplexität des Prozesses menschliche Erfahrung und Intuition nicht ausreichen, das volle Potenzial auszuschöpfen. An dieser Stelle kommt



Mathe Macchiato: optimal trennen

Woran wir in der Praxis scheitern, das können Mathematiker in der Theorie: ein Gemisch wieder so trennen, dass die Ausgangssubstanzen in reiner Form vorliegen. Andreas Potschka veranschaulicht das so: Aus einem Glas Latte Macchiato werden wieder ein Espresso und ein Glas Milch.

DR. ANDREAS POTSCHKA

1980 geboren in Schweinfurt

2000 Abitur

Zivildienst

2001 bis 2006 Studium der Mathematik an der Ruprecht-Karls-Universität in Heidelberg

2006 Diplom in Mathematik

2006 bis 2011 Doktorand am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) an der Universität Heidelberg

19. 12. 2011 Promotion zum Dr. rer. nat.

seit Juni 2012 Leiter der Nachwuchsforschungsgruppe MOBOCON am IWR

Infos: www.iwr.uni-heidelberg.de/

~Andreas.Potschka

Kontakt:

potschka@iwr.uni-heidelberg.de



Tatort Interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen in Heidelberg. Potschka präsentiert an der Tafel einen Beweis aus seiner Doktorarbeit.

MATHEMATISCHER KAFFEE-SATZ

Andreas Potschka im bdw-Gespräch

Sie haben Latte Macchiato als Beispiel in Ihrer Arbeit gewählt. Sind sie ein Kaffee-Junkie?

Ich mag Kaffee zwar, vertrage ihn aber schlecht. Bei mir sind nicht die Entzugs-, sondern die Bezugerscheitungen das Problem. Ganz anders als beim berühmten Mathematiker Paul Erdős, von dem der (Kaffee-) Satz stammt: „Ein Mathematiker ist eine Maschine, die Kaffee in Sätze verwandelt.“

Inwiefern hat Mathe in der Schule Ihre Begeisterung für das Fach geweckt?

In der Mittelstufe habe ich in meiner Freizeit eine Animation eines springenden Balls programmiert, der auch von schiefen Ebenen authentisch abprallen sollte. Ich war mit meiner Lösung unzufrieden, weil ich mit meiner Mittelstufenmathematik dabei gewisse Winkel als Spezialfälle betrachten musste. Ich erklärte meinem Lehrer das Problem und er arbeitete mir eine elegante Lösung mit den nötigen Grundlagen der Vektorrechnung aus der Oberstufe aus. Ich fand es beeindruckend, dass der mathematische Ansatz darüber entschied, ob das Computerprogramm für mein Problem einfach und hübsch oder kompliziert und hässlich aussah.

Wie wichtig ist Ihnen die verständliche Vermittlung von Forschungsergebnissen?

Sehr wichtig – unabhängig davon, ob ich einen wissenschaftlichen Artikel schreibe, einen Vortrag halte, oder privat gefragt werde, was ich tue. Es zeigt mir selbst, dass ich genügend Klarheit über meine Forschung habe. Außerdem ist es eine Frage der Höflichkeit, mich auf meine Adressaten einzustellen.

der Mathematik eine Schlüsselrolle zu: Die raum-zeitliche Dynamik innerhalb der Säulen, also Konvektion, Diffusion und Adsorption, kann man mathematisch modellieren, das heißt abstrakt mit Gleichungen beschreiben. Damit ist es möglich, zeitaufwendige Experimente an der Anlage durch Simulationen am Computer weitgehend zu ersetzen. Doch damit nicht genug: Es ist dann sogar möglich, auf der Basis ebendieser Gleichungen optimale Betriebsweisen der Anlage zu charakterisieren. Ein typisches Optimierungsszenario könnte ungefähr so lauten: Finde ein periodisches Steuerungsprogramm, sodass unter minimalem Verbrauch des teuren Lösungsmittels Produkte von mindestens 99 Prozent Reinheit entstehen.

In meiner Doktorarbeit habe ich einen Algorithmus, das heißt eine Art mathematisches Berechnungsrezept für Computer, entworfen, programmiert und mathematisch untersucht, mit dem solche Optimierungsprobleme direkt und mit hoher Genauigkeit gelöst werden können. Obendrein konnte ich zeigen, dass man mit meinem Ansatz Lösungen sehr schnell, das heißt innerhalb eines nur geringen Vielfachen der Zeit berechnen kann, die für die Durchführung von nur einer Simulation benötigt wird. Die wichtigsten Bestandteile und Prinzipien dieses Algorithmus möchte ich im Folgenden erläutern. Zuerst müssen die räumlich und zeitlich verteilt eingehenden

den Unbekannten, wie zum Beispiel die Konzentrationen der Stoffe innerhalb der Säulen, durch endlich viele Zahlen angenähert werden. Diesen Vorgang nennt man Diskretisierung. Etwas vereinfacht kann man sich das so vorstellen: Wir zerlegen das gesamte Volumen einer Säule mithilfe eines Gitters in etwa gleich kleine Zellen. Zu jeder dieser Zellen merken wir uns nur jeweils die Durchschnittskonzentrationen und vergessen die räumliche Verteilung innerhalb der Zelle, aber nicht die Wechselwirkungen zwischen benachbarten Zellen. Die Durchschnitte auf den Zellen wiederum betrachten wir nun auf einem endlichen „Gitter“ von ungefähr gleich weit auseinander liegenden Zeitpunkten.

BIS EINE MILLIARDE UNBEKANNTE

Es gibt mathematische Methoden, mit denen man von den ursprünglichen Gleichungen auf Formeln für Zusammenhänge der diskretisierten Unbekannten schließen kann. Zu diesen Methoden gibt es zusätzlich Abschätzungen für die Größe des Fehlers, den man dabei begeht. Je feiner die verwendeten Diskretisierungsgitter, umso kleiner der Fehler, aber umso größer die Zahl der Unbekannten, mit denen der Rechner umgehen muss. Umso größer sind damit auch der zur Lösung benötigte Speicherbedarf und die Rechenzeit. Für die Einhaltung einer typischen gewünschten Genauigkeit können diese Probleme

durchaus zwischen einer Million und einer Milliarde Unbekannte haben.

Die Lösung des resultierenden diskretisierten Optimierungsproblems erfolgt grundsätzlich analog zur Lösung einer Extremalaufgabe, wie Sie sie vielleicht noch aus Kurvendiskussionen in

der Schulzeit kennen: Man sucht eine Stelle, an der eine notwendige Bedingung für ein Optimum erfüllt ist, also wo die erste Ableitung verschwindet, und überprüft dann die Krümmung anhand der zweiten Ableitung, die als ein hinreichendes Kriterium für ein Optimum dienen kann. Im Unterschied zu Schulzeiten sind hier allerdings unter anderem Ableitungen einer Funktion zu berechnen, die neben der zu optimierenden Größe (Lösungsmittelverbrauch) auch noch die Nebenbedingungen (Prozessdynamik, Reinheiten) beinhaltet und die zudem nach richtig vielen Variablen abzuleiten ist.

Für die Optimalitätsbedingungen können zwar Gleichungen formuliert werden, aber geschlossene Lösungsformeln dafür existieren im Allgemeinen nicht. Stattdessen tastet man sich quasi schrittweise an eine Lösung heran. Ausgehend von einer groben Schätzung der Lösung wird dabei in jedem Schritt aus dem Originalproblem ein vereinfachtes Hilfsproblem abgeleitet, dessen Ergeb-

nis benutzt werden kann, um die aktuelle Schätzung der Lösung zu verbessern. Dieser Ansatz ist schon sehr alt. In meiner Arbeit habe ich gezeigt, dass es völlig ausreichend ist, bei diesen Hilfsproblemen zum Teil mit feinen, aber zum Großteil mit sehr groben Diskretisierungsgittern zu arbeiten. Dabei nutze ich aus mathematischer Sicht einen physikalischen Umstand aus: Die Diffusion führt dazu, dass sich große Unterschiede in den Konzentrationen benachbarter Zellen sehr schnell angleichen und man deshalb benachbarte Zellen ohne zu großen Fehler zu einer einzigen zusammenschließen kann. Darüber hinaus habe ich in meiner Arbeit Kriterien entwickelt, die problemabhängig automatisch auswählen können, wie grob die verwendeten Gitter sein dürfen, um eine genaue und effiziente Lösung zu gewährleisten.

Im Rahmen einer Kooperation mit Ingenieuren vom Lehrstuhl für Systemdynamik und Prozessführung von Sebastian Engell an der TU Dortmund habe ich

die Methode an realistischen Modellen mit realen Parametern erfolgreich getestet. Dort ist die von mir entworfene Software auch weiterhin für die Forschung an neuen innovativen Trennprozessen im Einsatz, deren hohes Potenzial nur durch mathematische Methoden ausgeschöpft werden kann.

Da die Mathematik erstaunlicherweise mit einer Gleichung viele verschiedene physikalische Phänomene genau beschreiben kann, habe ich das große Potenzial der von mir entwickelten Methoden auch in ganz anderen Gebieten aufzeigen können, zum Beispiel bei der Wärmeleitung und sogar bei der Bewegung von Bakterien. Wenn Sie mich allerdings nach dem optimalen Latte Macchiato fragen, so muss ich allein schon wegen fehlender mathematischer Modelle für die Geschmackswahrnehmung passen. Was in diesem Fall auch nicht weiter schlimm ist: Die gute alte Methode von Versuch und Irrtum im Realexperiment ist zwar möglicherweise teuer, aber dafür doch ziemlich lecker. ■

Der Mathematiker und seine an die Wand gebeamte Visualisierung einer grob approximierten Konzentrationsverteilung. Nun bereichert die von ihm entworfene Software die Forschung an der TU Dortmund.



Nachwuchs für die DNA

Hydroxymethylcytosin – ein komplizierter Name für eine Sensation: 2009 wurde eine neue DNA-Base entdeckt. Wir haben dazu beigetragen, ihre Bedeutung zu entziffern und konnten zwei weitere Bausteine der DNA finden. Die neuen DNA-Basen werfen ein neues Licht auf die Steuerung von Genen und das Entstehen von Krankheiten.

VON MARTIN MÜNZEL

DIE DNA IST DER BAUPLAN allen Lebens. Die Erbinformationen sind in der Abfolge ihrer Bausteine, der DNA-Basen, gespeichert. Bei Menschen enthält jede Körperzelle exakt die gleiche DNA und speichert so alle Informationen, die für die Entwicklung und für die korrekte Funktion des gesamten Körpers benötigt werden. Die Zellen unterscheiden sich jedoch grundlegend in Form und Aufgaben. Woher weiß aber die Nervenzelle, dass sie für die Weiterleitung von elektrischen Impulsen verantwortlich ist und nicht für die Ausprägung der Augenfarbe? Und wie ist es möglich, dass sich aus einer einzigen befruchteten Eizelle eine Vielzahl an unterschiedlichen Zellen entwickelt, wenn doch die DNA-Sequenz und damit die Gene bei jeder Zellteilung nicht verändert werden? Mit diesen Fragen beschäftigt sich die Wissenschaftsdisziplin der Epigenetik.

Wie sich bei einem Hausbau der Dachdecker nicht für die Konstruktion der Haustür interessiert und dem Fliesenleger die Details der Elektrotechnik gleich sind, so benutzen auch Zellen nur einen Teil ihres genetischen Bauplans. Die nicht gefragten Gene sind abgeschaltet, was dazu führt, dass in unterschiedlichen Zellen verschiedene genetische Programme ablaufen. Auf der molekularen Ebene gibt es mehrere Faktoren, die die Genaktivität steuern. Der wichtigste Mechanismus ist die chemische Modifi-

kation der DNA selbst. Durch Anheftung von nur vier Atomen (einem Kohlenstoff und drei Wasserstoffen) an Cytosin – eine der DNA-Basen – wird der folgende DNA-Abschnitt ausgeschaltet. Die chemische Gruppe (eine sogenannte Methylgruppe) ist eine Art Aufkleber, der auf den Bauplan DNA geklebt wird und so anzeigt, dass dieser Teil nicht genutzt werden soll. Methylcytosin, das Produkt der Anheftung der Methylgruppe an Cytosin, wird die fünfte DNA-Base genannt.

EINE FUNDAMENTALE ENTDECKUNG

In meiner Doktorarbeit arbeitete ich zunächst an der Entwicklung einer chemischen Methode, um die exakte Position der Methylgruppen in der DNA-Sequenz zu bestimmen. Gerade, als ich die ersten Erfolge erzielte, berichteten zwei amerikanische Forschungsgruppen unabhängig voneinander, dass Methylierung nicht die einzige DNA-Modifikation ist. Vielmehr können spezialisierte Enzyme ein weiteres Sauerstoffatom an die Methylgruppe anfügen: Hydroxymethylcytosin, die sechste DNA-Base war gefunden. Eine Entdeckung von etwas so Fundamentalem wie einer neuen DNA-Base wirft natürlich eine Reihe an grundlegenden Fragen auf: Woher kommt sie? Wo genau kommt sie vor? Welche Aufgabe hat sie? Und warum hat sie niemand vorher gefunden?

Zumindest die letzte Frage war leicht beantwortet: Es ist einfach sehr wenig davon da. Und genau dies war unser Problem – es gab keine zuverlässige Methode, die neue DNA-Base näher zu untersuchen. So entwickelten wir in unserem Team an der Ludwig-Maximilians-Universität in München zunächst eine Technik zu ihrem Nachweis. Unser Ansatz basiert auf Isotopen-markierten Molekülen, welche exakt die gleichen Strukturen und Eigenschaften wie die natürlichen Moleküle haben, sich aber im Molekulargewicht unterscheiden. In einem Massenspektrometer, einem Gerät zur Bestimmung molekularer Massen, lassen sich normale und schwere Verbindungen einfach voneinander unterscheiden. Zunächst stellten wir schwere Versionen der modifizierten DNA-Basen chemisch her. Zur Analyse einer biologischen Probe gaben wir anschließend eine definierte Menge an den schweren Molekülen zu und untersuchten



Ein Chemiker und das Hydroxymethylcytosin. Diese erst 2009 gefundene sechste Base der DNA bereichert das Wissen auch in der Krebsforschung: Gesundes Gewebe und Tumore lassen sich allein durch die Menge der DNA-Base unterscheiden.

DR. MARTIN MÜNZEL

1982 geboren in Koblenz

2001 Abitur

Wehrdienst

2002 bis 2007 Studium der Chemie an der Philipps-Universität in Marburg

2007 Diplom in Chemie

2007 Forschungsaufenthalt an der University of California in Berkeley

2008 bis 2011 Doktorand an der Ludwigs-Maximilians-Universität in München

15. 7. 2011 Promotion zum Dr. rer. nat.

seit 2011 Post-Doktorand an der Oxford University

Info: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ange.201101547/abstract

Kontakt: martin.munzel@chem.ox.ac.uk

die Mischung in einem Massenspektrometer. Das Gerät lieferte zwei Signale, eines für das leichte Molekül aus der biologischen Probe und eines für das schwere, welches wir hinzugegeben hatten. Da wir wussten, wie viel schweres Molekül wir zugegeben hatten, ließ sich die Menge in der biologischen Probe einfach durch Vergleich der beiden Signale bestimmen.

Mit dieser Methode haben wir als Erstes die Frage geklärt, welche Zellen überhaupt die neue DNA-Base enthalten. Hier stellten wir fest, dass alle Körperzellen Hydroxymethylcytosin enthalten, die Werte jedoch beträchtlich schwanken. Im Gehirn findet man zum Beispiel fast zwanzig Mal so viel wie in der Milz. Dieses Ergebnis war sehr überraschend, da Methylcytosin – DNA-Base Nummer fünf – in allen Körperzellen gleich häufig vorkommt. Bei einer genaueren Untersuchung stellte sich sogar

heraus, dass sich einzelne Gehirnareale in der Häufigkeit von Hydroxymethylcytosin unterscheiden. Interessant war hierbei, dass die Bereiche, die für höhere kognitive Funktionen wie Lernen und Gedächtnis zuständig sind, die höchsten Werte an Hydroxymethylcytosin zeigten. Weiter haben wir festgestellt, dass die Menge an Hydroxymethylcytosin mit dem Alter zunimmt. Sie steigt bis zum zwanzigsten Lebensjahr an, bleibt dann aber bis zum Lebensende konstant. All das lässt darauf schließen, dass die neu entdeckte DNA-Base eine wichtige Rolle bei der Gehirnentwicklung und bei Lernvorgängen spielt.

WAS DIE SECHSTE BASE STEUERT

Wie schon vorher erwähnt, schaltet Methylcytosin, die fünfte DNA-Base, Gene ab. Wenn nun aber die falschen Gene abgeschaltet werden, kann die Zelle die ihr zugeteilte Funktion nicht erfüllen.

Wenn der Maurer beim Hausbau einen falschen Plan oder falsche Teile des Bauplans hat, kann am Ende das ganze Haus einsturzgefährdet sein. Genauso kann das Abrufen eines falschen genetischen Programms in einer Zelle zu einer Fülle von Krankheiten führen – die am besten untersuchte ist Krebs, eine Krankheit, die durch falsche Genaktivität verursacht wird. Sollte so auch DNA-Base Nummer sechs an Krebskrankungen beteiligt sein? Diesen Verdacht konnten wir eindeutig bestätigen: Bei der Untersuchung von über 100 Patientenproben mit Gehirntumoren stellten wir fest, dass man gesundes Gewebe allein durch die Menge an Hydroxymethylcytosin von einem Tumor unterscheiden kann. Und wichtiger noch: Die Menge an Hydroxymethylcytosin zeigt die Aggressivität des Tumors an. Je weniger von der sechsten Base vorhanden ist, desto schneller wächst



MEDIKAMENTE GEGEN KREBS

Martin Münzel im bdw-Gespräch

Bringt Ihre Arbeit die Medizin weiter?

Sicherlich. Unsere Messmethode könnte direkt verwendet werden, um Tumorgewebe zu untersuchen. Leider sind die Messgeräte aber noch sehr teuer. Zudem werden andere Forscher auf der Basis meiner Ergebnisse hoffentlich Wege finden, die Modifikation von DNA zu beeinflussen, was zu neuen Medikamenten führen könnte.

Sie forschen zurzeit in Oxford.

Wie unterscheidet sich Ihre Arbeit dort von der in Deutschland?

Ich arbeite weiter daran, wie chemische Moleküle die Genaktivität kontrollieren. Der DNA habe ich aber den Rücken gekehrt und beschäftige mich mit Modifikationen von Aminosäuren. Das Fernziel sind neue Medikamente für die Krebstherapie. Ein wichtiger Unterschied ist, dass Forschung und Lehre stärker getrennt sind. In Deutschland haben Studenten an meinem Forschungsprojekt mitgearbeitet. Diese Unterstützung fehlt mir hier.

Erkenntnisse amerikanischer Wissenschaftler haben Ihr Forschungsvorhaben durchkreuzt. Wie war das für Sie?

Meine Pläne wurden nicht direkt durchkreuzt. Es ist nur völlig unerwartet ein neues Forschungsfeld entdeckt worden, das aber durchaus mit meinem ursprünglichen Thema verwandt war. Ich hätte dabei bleiben können, aber dafür waren die neuen Erkenntnisse viel zu spannend. Unser Glück war, dass wir das Potenzial sehr schnell entdeckt und sofort mit der Forschung begonnen haben.

Ein Arbeitsplatz, wie ihn Chemiker bestens kennen. Hinter einer Schutzscheibe lagern Substanzen, die wohl dosiert eingesetzt die Forschung voranbringen. So nebenbei bewährt sich das Schutzglas als Notizfeld für Formeln.

der Tumor. Unsere Detektionsmethode für die neue DNA-Base könnte somit später als zuverlässige Früherkennung für Tumorgewebe verwendet werden.

Eine der wichtigsten Fragen war, welche Rolle Hydroxymethylcytosin auf molekularer Ebene spielt. Die Hydroxymethylgruppe ist chemisch gesehen ein Alkohol. Und wie Wein mit der Zeit zu Essig wird, so haben wir vermutet, könnte sich auch Hydroxymethylcytosin weiter umwandeln. Durch eine Oxidation entstünden Formylcytosin (ein Aldehyd) und Carboxylcytosin (eine Säure). Diese zwei Bausteine wären der Schlüssel zu einer der größten Fragen in der Epigenetik. Es ist einfach, die Methylgruppe – den Aufkleber auf dem Bauplan – anzubringen, aber es ist fast unmöglich, sie zu entfernen. Genau deshalb gingen Generationen von Forschern davon aus, dass Methylgruppen an Cytosin irreversibel gebunden wären. In den letzten Jahren hat sich jedoch herausgestellt, dass zumindest bei Lernvorgängen und bei der Embryonalentwicklung Methylgruppen wieder entfernt werden müssen. Nur wie geschieht dies, wenn der Klebstoff zwischen Aufkleber und Bauplan sehr stark ist? Nun, man kann den ganzen Bereich ausschneiden und durch ein entsprechendes Teil ohne Aufkleber ersetzen. Genau so ersetzen Pflanzen Methylcytosin durch unmethyliertes Cytosin. Wenn man aber viele Stellen aus der DNA ausschneidet, so wird es schwer, sie wieder richtig zusammenzusetzen, was fatale Folgen für den Körper hätte. Alternativ kann man versuchen, den Aufkleber wieder abzulösen – und genau hier kommt die Chemie ins Spiel. Durch Oxidation des Alkohols zum Aldehyd und weiter zur Säure wird die Bindung zur DNA-Base geschwächt. Und demnach sollte es möglich sein, die Methylgruppe nach Umwandlung zur Säure wieder abzulösen und so Cytosin zu regenerieren. Als Nebenprodukt entsteht nur CO_2 , das in der Atmosphäre zwar ein Klimakiller ist, im Körper aber ein allgegenwärtiges harmloses Molekül. Wir haben uns also wieder mit dem Massenspektrometer auf die Suche nach den Molekülen gemacht und fanden tatsächlich Formylcytosin



Martin Münzel neben Charles Darwin. Das Museum of Natural History in Oxford grenzt an das Institut, in dem Münzel inzwischen arbeitet. Die Epigenetik, in der Münzel forscht, ergänzt Darwins Evolutionstheorie.

(den Aldehyd) und damit DNA-Base Nummer sieben. Kooperationspartnern an der Chinesischen Akademie der Wissenschaften ist es später gelungen, auch Carboxylcytosin (die Säure) und damit DNA-Base Nummer acht zu finden, nachdem wir ihnen unsere Moleküle zur Verfügung gestellt hatten.

In den letzten drei Jahren hat sich die Zahl an bekannten DNA-Basen also fast verdoppelt und zum ersten Mal bekommt man einen genaueren Eindruck davon, wie Gene an- und abgeschaltet werden. DNA-Modifikationen haben sich in kürzester Zeit von einem alten Hut zu einem der heißesten Forschungsgebiete von der Chemie bis zur Medizin entwickelt. Unser Team konnte einen Teil dazu beitragen, den Bauplan für das Haus des Lebens etwas besser lesen zu können. ■

SO wie du sprichst, sprech auch ich

Ob Schwabe, Bayer oder Sachse – im Gespräch kommen sich alle näher. Dabei gibt auch in puncto Aussprache jeder ein Stückchen Heimat auf. Und das Spannende dabei ist: Vollkommen verhindern kann dies sogar der größte Lokalpatriot nicht – auch wenn er fest vom Gegenteil überzeugt sein mag.

VON NATALIE LEWANDOWSKI

Wir Menschen verfügen anscheinend über einen ziemlich ausgeprägten inneren Mechanismus, der uns immer wieder zuflüstert: „Pass dich deinem Gegenüber an.“ Sehr leicht lässt sich das beobachten, wenn man sich eine Gruppe von Menschen anschaut, die an einem Tisch zusammensitzen. Verschränkt jemand die Arme, so wird das meist von einer anderen Person übernommen. Dann folgt die nächste und noch eine – bis plötzlich alle mit verschränkten Armen voreinander sitzen, meist ohne sich dessen überhaupt bewusst zu sein. Wird dann plötzlich jemandem unbequem und er stützt sich mit dem rechten Arm auf den Tisch ... Man kann sich bereits denken, was das auslöst.

Diesen offensichtlich biologisch begründeten Drang zu mehr Synchronität in der direkten Kommunikation zwischen Menschen gibt es auch beim Sprechen. Sowohl in der Wahl unseres Wortschatzes, in der Satzlänge wie auch in unserem Sprechtempo passen wir uns unserem Gesprächspartner an. Dasselbe geschieht auf der Ebene der Aussprache: Einzelne Laute (die Vokale und Konsonanten) und ganze Wörter können plötzlich ganz anders klingen. Die Sprecher passen sich einander an, das heißt, sie konvergieren. Zur phonetischen Konvergenz, also zur Anpassung der Aussprache zweier Personen im Dialog, gab es in den letzten Jahrzehnten viele offene Fragen. Einige da-

von konnte ich in meiner Arbeit unter Anwendung neuer computerlinguistischer Methoden beantworten.

Eine der Fragen, die Konvergenzwissenschaftler stutzig gemacht hat, betraf die große Varianz im Verhalten unterschiedlicher Sprecher. Manchmal fand man ganz eindeutige Anpassungen der Aussprache, ein anderes Mal wiederum nur ein wenig, oder es wurde sogar die entgegengesetzte Tendenz beobachtet – eine Entfernung vom Dialogpartner (Divergenz). Howard Giles, der für die Kommunikations-Akkommodationstheorie (CAT) steht, vertrat die Meinung, dass Konvergenz „den Wunsch nach sozialer Anerkennung widerspiegelt“. Hier wäre der Grund für die Anpassung also allein psycho- und soziologisch bedingt – und somit auch vom Sprecher selbst beeinflussbar. Hat er den Wunsch nach sozialer Anerkennung nicht, so passt er sich nicht an. Martin Pickering und Simon Garrod brachten dem entgegen, dass Konvergenz „ein automatischer Mechanismus“ zugrunde liegt, der bei jedem Menschen einsetzt und ganz ungeachtet dessen abläuft, ob wir jemanden sympathisch finden oder nicht ausstehen können.

BILDERSUCHSPIEL AUF ENGLISCH

Meine Vermutung war, dass beide Ansätze sich vielleicht vereinen lassen und dabei eine bisher unerforschte Eigenschaft eine Rolle spielen könnte: das sprachliche Talent für Konvergenz jedes

einzelnen Menschen. Eine große Studie zu Sprachtalent, die meinem Dissertationsprojekt vorausgegangen ist, konnte deutsche Sprecher dahingehend testen, wie gut sie die Phonetik einer neuen Sprache erlernen können. Zwanzig Personen aus den beiden Gruppen der phonetisch sehr begabten und



DR. NATALIE LEWANDOWSKI

eher weniger begabten Sprecher habe ich im Akustiklabor mit zwei englischen Muttersprachlern – einem Amerikaner und einer Britin – zusammengesetzt. Die Aufgabe der beiden Dialogpartner bestand darin, gemeinsam auf Englisch ein Bildersuchspiel zu lösen. Die Sprecher konnten sich nicht sehen und sich nichts zeigen, sie mussten sich also vollkommen auf die sprachliche Kommunikation verlassen.

Die aus dem Experiment entstandenen 15- bis 20-minütigen Dialoge wurden im Anschluss akustisch, also auf ihre Klangeigenschaften hin, untersucht. Meine Analysemethode stellte bis dato

1983 geboren in Helmstedt (Niedersachsen)

2001 Abitur

2001 bis 2006 Studium der Angewandten Linguistik an der Adam-Mickiewicz-Universität in Poznan (Polen)

2006 Magister in Angewandter Linguistik

2006 bis 2011 Doktorandin am Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung an der Universität Stuttgart

2. 12. 2011 Promotion zum Dr. phil.

seit 2010 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung an der Universität Stuttgart

Infos: www.ims.uni-stuttgart.de/~lewandne/

Kontakt: natalie.lewandowski@ims.uni-stuttgart.de

eine Neuheit dar: Ungleich anderen Studien, die die akustische Form von Wörtern und Sätzen in Konvergenzstudien untersucht haben, habe ich mich nicht von vornherein auf nur eine Eigenschaft des Sprachsignals beschränkt. Stellt man sich das gesamte Signal als bunte Perlenkette vor, so könnten die beiden akustischen Eigenschaften Frequenz und Amplitude (Energie) durch Perlen mit jeweils verschiedenen Farben und Größen dargestellt sein. Man hätte dann

Natalie Lewandowski untersucht gesprochene Sprache mit elektronischen Methoden. So lässt sich ein Wort in vier 3D-Kurven darstellen. Jede Kurve repräsentiert ein Frequenzband.

MIT SÜDDEUTSCHEM EINSCHLAG*Natalie Lewandowski im bdw-Gespräch***Ihre Muttersprachen sind Deutsch und Polnisch. In welcher Sprache fühlen Sie sich zu Hause?**

Mit der Betonung auf „zu Hause“ müsste ich Polnisch sagen, da das die Sprache ist, in der ich mich mit meiner Familie unterhalte. Dadurch, dass ich in beiden Ländern gelebt habe und täglich beide Sprachen spreche, hat sich eine Leichtigkeit im Umschalten entwickelt. Eine eindeutige Präferenz habe ich nicht.

Hat Ihre Zweisprachigkeit die Arbeit über sprachliche Anpassung beeinflusst?

Sehr. Vor allem hat sie bei mir früh die Faszination für Sprache geweckt – und dafür, wie Menschen Wörter aussprechen. Dazu kommt, dass meine eigene Aussprache sehr anpassungsfähig ist. Man hört zum Beispiel, ob ich mein Wochenende in Norddeutschland verbracht habe.

Sie leben seit 2006 in Stuttgart.**Sprechen Sie schon Schwäbisch?**

Einige Freunde aus Wolfsburg attestieren mir mittlerweile einen süddeutschen Einschlag, was aber noch weit vom schwäbischen Dialekt entfernt ist.

Sie arbeiten an der Schnittstelle von Sprachwissenschaft und Informatik.**Wofür schlägt Ihr Herz mehr?**

Ich habe einen starken sprachwissenschaftlichen Hintergrund. Doch erst die Informatik bietet mir Werkzeuge, die meiner Forschung in der akustischen Phonetik neue Perspektiven eröffnen. Um die ungemeine Vielfalt von Sprache zu beschreiben, ist die Analyse von großen Datenmengen nötig. Deshalb ist die Computerlinguistik ein zukunftsorientiertes Forschungsfeld.

beispielsweise nur die kleinen grünen Perlen herauspicken und deren Beschaffenheit analysieren können. Man hätte auch vollkommen auf genaue akustische Messungen und computergestützte Analysen verzichten können und stattdessen einschätzen lassen, ob eine Veränderung in der Aussprache der beiden Dialogpartner hörbar ist. Jemand würde uns also sagen, ob die Farbe und Größe der beiden Perlenketten ähnlich ist oder nicht. So eine nur auf Eindrücken basierende Analyse ist natürlich sehr subjektiv und ihre Ergebnisse können je nach Beurteiler variieren.

Die Lösung des Problems lag daher in der Erarbeitung einer objektiven Messmethode, die sozusagen die Perlenkette als Ganzes abbildet. So konnte ich eine selektive Analyse vermeiden, in der mir unter Umständen wichtige Hinweise auf Konvergenz an anderen Stellen des Signals entgangen wären. Meine Methode beruht auf einer Umformung des ursprünglichen Sprachsignals in Amplitudenhüllen. Diese Hüllen spiegeln ein geglättetes Bild dessen wider, wie viel Energie zu einem bestimmten Zeitpunkt im Sprachsignal auftritt. Bildlich gefasst: an welchen Stellen der Kette kleine und große Perlen sind.

Im nächsten Schritt wurden von jedem Inhaltswort, das beide Sprecher in ihrem Dialog verwendet haben, solche Amplitudenhüllen für vier angrenzende Frequenzbänder berechnet. Aus unserer bunten Kette in 3D sind nun also vier bunte Kurven geworden – die desto höher verlaufen, je mehr Energie an dieser Stelle gemessen wurde. Da nun von beiden Wörtern der Gesprächspartner solche Hüllen berechnet sind, können sie mithilfe einer Kreuzkorrelationsfunktion miteinander verglichen werden. Diese Funktion schiebt die beiden Kurven übereinander und prüft, in wie vielen Punkten sie überlappen. Können viele solcher gemeinsamen Punkte festgestellt werden, bekommen die beiden Wörter einen hohen Ähnlichkeitswert. Je näher an 1 der Ähnlichkeitswert beider Wörter, desto ähnlicher wurden sie ausgesprochen.

MUTTERSPRACHLER PASSEN SICH AN

Vergleicht man nun die Ähnlichkeitswerte von Wörtern, die in der Anfangsphase des Dialogs geäußert wurden, mit denen aus der Endphase, so kann man berechnen, ob die Sprecher ihre Aussprache einander angenähert haben. Darüber hinaus bezieht der Vergleich

Achten Sie beim nächsten Arbeitsgespräch einmal darauf: Wenn jemand die Arme verschränkt, übernehmen andere diese Körperhaltung. Den Drang zu Synchronität in der direkten Kommunikation gibt es auch beim Sprechen, wie Natalie Lewandowski in ihrer Doktorarbeit nachgewiesen hat.





Ein gesprochener Satz – zerlegt in ein farbiges Spektrogramm und einen Wellenverlauf. Diese Darstellung ist typisch für die Bearbeitung von Sprachsignalen, etwa um das Sprechtempo zu analysieren.

alle potenziell wichtigen akustischen Eigenschaften der beiden Wörter ein. Ganz gleich also, an welcher Stelle der akustischen Perlenkette die Konvergenz aufgetaucht ist, sie wurde damit erfasst.

Da die Versuchspersonen unterschiedlich phonetisch talentiert waren, war das interessanteste Ergebnis genau im Vergleich dieser beiden Gruppen zu erwarten. Und tatsächlich: Die begabten Personen haben sich den englischen Muttersprachlern viel mehr angepasst als die weniger talentierten. Phonetische Konvergenz scheint also von Person zu Person unterschiedlich zu sein und davon abzuhängen, wie gut jemand phonetische Informationen im Sprachsignal wahrnehmen, diese im Gedächtnis abspeichern und anschließend wieder benutzen kann. Der Konvergenzmechanismus wird also von einer individuellen Talentkomponente beeinflusst.

Eine weitere spannende Erkenntnis hat sich aus dem Verhalten der beiden englischen Muttersprachler ergeben. Anders als die deutschen Teilnehmer

wurden sie über das Ziel der Studie informiert und ausdrücklich darum gebeten, ihre Aussprache nicht anzupassen, also jegliche Konvergenz in den Gesprächen zu verhindern. Die akustische Analyse aber ergab, dass sie sich im Laufe der Dialoge trotzdem den deutschen Sprechern angenähert haben. Erstaunlicherweise waren beide fest davon überzeugt, ihre Aussprache nicht verändert zu haben – sie waren sich der stattgefundenen Konvergenz also nicht bewusst und sie war auch keineswegs von ihnen gewollt. Vollkommen steuern können wir den Anpassungsmechanismus in der Phonetik also nicht.

Was für ein neues Bild der phonetischen Konvergenz zeichnet sich nun also ab? Es scheint tatsächlich so, als müssten sich beide Fronten in der Konvergenzforschung vereinen. Die Anpassung absichtlich zu stoppen, scheint aussichtslos, da sie den Ergebnissen nach eine automatische Basiskomponente hat, in deren Ablauf wir nicht bewusst eingreifen können. Darüber hinaus wird der Rahmen für unsere

Anpassung durch unser individuelles Talent gesetzt. Sind wir talentiert für Aussprache, so werden wir ziemlich schnell die Art zu sprechen unseres Gegenübers aufgreifen. Haben wir keine besondere Begabung für Phonetik, so sind wir in unserer Anpassung schon ziemlich beschränkt. Der Ablauf ist demnach keineswegs bei jeder Person gleich, aber auch nicht nur an soziale Anerkennung gekoppelt, wie Giles das vorschlug.

So stark also der Wille auch sein mag, seinen eigenen Dialekt oder Akzent beizubehalten, wir müssen uns daran gewöhnen, dass ein Stückchen unserer Aussprache stets ziemlich austauschbar ist. Schwäbisch am Telefon, Hochdeutsch im Büro und Anflüge eines bayerischen Akzents mit dem alten Studienkollegen sollten wir also eher als Standard und nicht als Ausnahme sehen. Haben wir kurz nicht aufgepasst, ändern sich auch schon die Farben unserer phonetischen Perlenkette. Unsere Aussprache ist nämlich ein überaus geschicktes Chamäleon. ■

Der Mensch macht

Wir sind die einzigen Primaten, die gern musizieren. Warum ausgerechnet unsere Vorfahren irgendwann mit dem Singen und Tanzen anfangen, ist noch immer ungeklärt. Verhaltensstudien mit Kleinkindern erhellen den sozialen Ursprung der Musik.

DR. SEBASTIAN KIRSCHNER

1980 geboren in Meiningen

1998 Abitur

Zivildienst

1999 bis 2005 Studium der Biologie an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg

2005 Diplom in Verhaltensbiologie

2007 bis 2011 Doktorand am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig

16. 9. 2011 Promotion zum Dr. rer. nat.

2011 bis 2012 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung für Vergleichende und Entwicklungspsychologie des MPI für evolutionäre Anthropologie in Leipzig

Seit Juli 2012 in Elternzeit

Info: www.grin.com/e-book/180239/

Kontakt: kirschner@eva.mpg.de

VON SEBASTIAN KIRSCHNER

STELL DIR VOR, DU WACHST AUF und die Musik ist weg: kein Singen unter der Dusche, kein Frühstücksradio, kein Plattenspieler. Abends wolltest du zum Konzert der Fantastischen Vier. Leider wurde Hip-Hop nie erfunden, die Konzerthalle nie gebaut. Bleibt noch das Kino, aber selbst hier kommt ohne Soundtrack keine Stimmung auf.

Ein Leben ohne Musik klingt unvorstellbar? Nicht aus Sicht unserer nächsten Verwandten. Schimpanse und Gorilla kommen bestens ohne Rock'n'Roll zurecht. Warum zaubert ausgerechnet der Mensch aus wenigen Grundtönen ganze Symphonien? Oder eben Hip-Hop? Die Frage nach dem Ursprung der Musik beschäftigt mich, seit ich mit 13 Jahren zum ersten Mal eine Gitarre in die Hand nahm, um Mädels zu beeindrucken. Sie ließ mich auch während meines Biologiestudiums nicht los, denn wir lernten, dass nichts in der Biologie einen Sinn ergibt, außer im Licht der Evolution.

Musik ergibt keinen Sinn, zumindest nicht auf den ersten Blick: Menschen auf der ganzen Welt investieren Jahre in das Erlernen eines Instrumentes, geben ein Vermögen für Konzertkarten und CDs aus oder tanzen bis in den Morgen. Wo ist da der Überlebensvorteil, der laut Evolutionstheorie allen universellen Verhaltensweisen des Menschen zugrunde liegen sollte? Schon Charles Darwin hatte Zweifel: „Da weder der Genuss noch die Produktion musikalischer Noten den geringsten Vorteil für das tägliche Leben bringen, gehört die Musik zu den geheimnisvollsten Fähigkeiten, mit denen der Mensch



die Musik



Immer um den Teich herum: Sobald Musik spielt und die Kinder dazu singen, synchronisieren sie ihre Tanzschritte. Gemeinsames Musizieren stärkt den Zusammenhalt, fand Sebastian Kirschner heraus – der sich für das Foto ausnahmsweise mitten in den Teich gesetzt hat.

ausgestattet ist.“ Während meiner Doktorarbeit am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig wollte ich mich diesem Puzzle systematisch nähern.

DIE MEISTE ZEIT GAB'S LIVEMUSIK

Zuerst suchte ich nach Unterschieden und Gemeinsamkeiten der Musiktraditionen verschiedener Kulturen und Epochen. Ich erkannte, dass wir Westeuropäer in einer recht artifiziellen Musikwelt leben: im Zeitalter des Playback. Es begann 1877 mit der Erfindung des Phonographen, dem ersten Gerät, um Schall aufzunehmen oder wiederzuge-

ben. Den größten Teil unserer Kulturgeschichte aber gab es nur Livemusik! Und diese wurde durch Mitsingen und Nachspielen verbreitet. Gemeinsames Musizieren ist nach wie vor typisch für die meisten Kulturen, weltweit tanzen und singen die Menschen zu Hochzeiten, Initiationsriten oder Erntedankfesten. Ist Musik vielleicht ein zutiefst soziales Verhalten, bei dem aktives Teilnehmen im Vordergrund steht? Nur welchen Überlebensvorteil birgt das Musizieren in der Gruppe?

Darwin zog Vergleiche zum Tierreich und vermutete die Funktion der Musik im Balz- und Werbeverhalten.

Die meisten tierischen Sänger erheben ihre Stimmen nur zur Paarungszeit, fast immer sind es erwachsene Männchen. Der Spatz pfeift, die Grille zirpt, der Buckelwal singt und Männer gründen eine Band – alles nur, um Frauen zu beeindrucken?

Ich war mit dieser Erklärung nicht zufrieden, denn wir Menschen singen und tanzen, lange bevor wir „Pubertät“ überhaupt aussprechen können. Unsere gesamte Kindheit hindurch hopsen, trällern und klatschen wir gemeinsam zum Takt der Musik – die frühkindliche Entwicklung musikalischen Verhaltens schien ein vielversprechendes

Fotos: J. Lösel für bfw

DIE TÄGLICHE DOSIS ROCKMUSIK

Sebastian Kirschner im bdw-Gespräch

Welche Musik hören Sie gerne?

Am liebsten Livemusik! Wenn eine gute Band den Saal zum Tanzen bringt, bin ich gerne vorne dabei. Seit der Geburt meiner Kinder sind Konzertabende allerdings selten geworden. Dafür läuft zu Hause immer öfter brasilianische Musik, die ich von meinem Forschungsaufenthalt in Salvador mitgebracht habe.

Machen Sie mit Ihren Kindern Musik?

Mein großer Sohn fing an zu tanzen, noch bevor er laufen lernte. Mittlerweile ist er drei und braucht seine tägliche Dosis Rockmusik. Mein Jüngster ist erst ein paar Monate alt und genießt es, wenn wir ihm Wiegenlieder vorsingen.

Sie haben ein Praktikum bei „Geo kompakt“ gemacht – haben Sie Ambitionen, als Journalist zu arbeiten?

Ja. Das Praktikum 2006 hat mir großen Spaß gemacht. Im Wissenschaftsjournalismus kann ich meine Schreiblust und meinen Wissensdurst gleichermaßen befriedigen. Aber im Moment möchte ich mich noch nicht festlegen und die Elternzeit nutzen, um über meine berufliche Zukunft nachzudenken.

Sie leiten nebenher eine T-Shirt-Kampagne gegen das Artensterben. Was hat Sie dazu gebracht?

Ich wollte als Biologe und Fan von Motiv-T-Shirts das Thema Biodiversität und Artensterben mal humorvoll aufgreifen und kam deshalb auf die Idee, ausgerottete Tierarten von Modedesignern porträtieren zu lassen. (www.xtinct.info)

Forschungsfeld für meine Fragen zu sein. In meinen ersten Verhaltensstudien untersuchte ich, warum wir uns so gern rhythmisch zur Musik bewegen. Kein Hip-Hop-Konzert kommt ohne das synchrone Kopfnicken des Publikums aus. Gerade die Fähigkeit zur „rhythmischen Synchronisation“ unterscheidet den Menschen von seinen nächsten Verwandten: Gorilla und Schimpanse trommeln zwar auf Brust und Baumstamm, kämen aber nie auf die Idee, ihr Trommeln mit dem eines Artgenossen abzu-



Der junge Trommler passt sein Tempo automatisch dem des Versuchsleiters an. Diese rhythmische Synchronisation unterscheidet den Menschen von seinen nächsten Verwandten, den Schimpansen.

stimmen. Wann also beginnen Kinder, ihre Bewegungen zu synchronisieren? Und was motiviert sie dazu?

Ich fand heraus, dass schon Zweijährige ihr Trommeln spontan und ohne Aufforderung an einen mechanischen Taktgeber anpassen. Den jungen Probanden gelang dies jedoch besser, wenn statt der Trommelmaschine ein menschlicher Partner den Rhythmus vorgab. Die Kinder imitierten den Versuchsleiter, am Ende trommelten beide synchron. Offenbar wollten sich Kinder lieber mit einem Menschen synchronisieren als mit einem Roboterarm. Um herauszufinden, ob Kinder die Bewegungen des Menschen beobachten müssen oder ob die schiere Anwesenheit eines Menschen genügt, installierte ich einen niedrigen Vorhang zwischen Versuchsleiter und Kind: Die Trommler konnten zwar Blickkontakt halten, die Bewegungen des Partners waren jedoch nicht zu sehen. Jetzt trommelten die meisten Kinder nicht mehr synchron mit dem Partner, die Aufgabe war für viele zu schwer, wenn sie den Bewegungen des Versuchsleiters nicht länger folgen konnten.

Doch was war mit den Ausnahmetrommlern, die sich auch nach Schließen des Vorhangs mit dem Versuchs-

leiter synchronisierten? Ein Fragebogen zur individuellen musikalischen Erfahrung lieferte die Antwort: Sie kamen aus besonders musikalischen Haushalten. Hatten sich die Kleinen die Angewohnheit, im Takt zu bleiben, bereits bei ihren Eltern abgeschaut? Dann wäre unsere Fähigkeit zur rhythmischen Synchronisation gar nicht angeboren, sondern erlernt!

BRASILIANER TROMMELN BESSER

Um diese Hypothese zu prüfen, flog ich ins brasilianische Salvador da Bahia. Dort gehören rhythmische Livemusik, gemeinsames Trommeln und Tanzen zum Alltag. Im Vergleich zu den Leipziguern imitierten die brasilianischen Kleinkinder den Rhythmus des Versuchsleiters durchweg besser, egal ob mit Vorhang oder ohne. Und die Elternfragebögen bestätigten meine Erwartung: Kinder aus Salvador hatten im Schnitt mehr Erfahrung mit gemeinsamem Trommeln und Tanzen als jene aus Leipzig. Die Fähigkeit zur rhythmischen Synchronisation ist also keine biologische Anpassung, sondern eine kulturelle Erfindung, die von Generation zu Generation weitergegeben wird. Doch warum wurde sie überhaupt erfunden?

Menschen bevölkern diesen Planeten seit mindestens 200 000 Jahren. Doch Ackerbau und Viehzucht, Städte und Staaten sind Erfindungen der letzten 10 000 Jahre. Vorher schlugen sich unsere Vorfahren als Jäger und Sammler durch, immer auf der Hut vor nächtlichem Löwenbesuch. Um in der Wildnis zu überleben, schlossen sich Menschen in großen Gruppen zusammen. Sie gingen gemeinsam auf die Jagd, teilten Nahrung, Wissen und Werkzeuge. Damals waren gemeinsame Rituale unabdingbar, damit die Gruppe zusammenhielt und so der Einzelne überlebte. Die Erfindung von Musik erlaubte es Hunderten Menschen, ihre Bewegungen und Stimmen zu synchronisieren und auf diese Weise aktiv am selben Ritual teilzunehmen. Stattdessen mit 100 Leuten ein Mammut an die Felswand zu malen, hätte sicher nur Streit um die Pinsel gegeben.

Kann man die positiven sozialen Auswirkungen gemeinsamen Musizierens auch heute messen? Man kann. Ich lud vierjährige Kinder paarweise zu einem Spiel ein. Wir liefen um einen

Stoffteich herum, um mehrere Holzfrösche der Reihe nach aufzuwecken. Die Hälfte der Paare forderte ich auf, gemeinsam den Fröschen ein Lied vorzusingen und um den Teich zu tanzen. Die Kinder lernten das einfache Lied schnell auswendig und synchronisierten ihre Tanzschritte dazu. Die andere Hälfte der Paare bekam genau die gleiche Aufgabe, nur dass ich sämtliche musikalischen Elemente wegließ. Jene Kinder hüpfen ebenfalls drei Minuten um den Teich, jedoch nicht im Takt, der Liedtext wurde gesprochen, nicht gesungen.

Direkt nach dem Froschspiel untersuchte ich, ob die Kinder einander spontan halfen und ob sie zusammenarbeiteten. Bei der ersten Aufgabe passierte einem der Kinder ein kleines Missgeschick, das andere hatte die Wahl, weiterzuspielen oder zu helfen. Jene Kinder, die eben noch gemeinsam musiziert hatten, halfen einander häufiger als jene, die ohne Musik um den Teich gezogen waren. Im zweiten Szenario konnten die Kinder entweder gemeinsam oder allein eine spielerische Aufgabe lösen. Auch hier unterschieden

sich die Musikanten deutlich von der musiklosen Gruppe: Sie arbeiteten freiwillig viel häufiger zusammen.

Das gemeinsame Musizieren förderte die spontane Kooperations- und Hilfsbereitschaft der Kinder: Schon drei Minuten gemeinsamen Singens und Tanzens reichten aus, um die eigenen Interessen in den Hintergrund zu stellen und den gemeinsamen Erfolg als Ziel zu definieren. Livemusik hat tatsächlich die Kraft, den Zusammenhalt in der Gruppe zu stärken. Damals wie heute.

Doch was ist mit jenen Menschen, die lieber zu Hause Klavier spielen oder CDs anhören, statt jeden Abend im Chor zu singen oder Sirtaki zu tanzen? Musik ist eine uralte kulturelle Erfindung. Vielleicht hat sich über Tausende Generationen die Vorliebe für Musik in unserem Erbgut eingenistet. Eine solche Koevolution von Genen und Kultur bedeutet nicht, dass jedes Kind als kleiner Mozart auf die Welt kommt. Sie würde allerdings erklären, warum wir neben Liedern und Tänzen auch Klaviere und CD-Player erfinden: Wir folgen der inzwischen angeborenen Leidenschaft für Musik. ■

Seine Leidenschaft für Musik lebt Sebastian Kirschner an der Bratsche aus, die er vor ein paar Jahren auf dem Flohmarkt in Leipzig erwarb. Ihm gefällt der warme Klang des Instruments. Noten braucht er zum Spielen nicht.



Röntgen- aber bitte in Farbe



Patienten und die meisten Ärzte kennen das noch nicht: An der Leuchttafel hängt ein farbiges Röntgenbild. Die Entwicklung der zugrunde liegenden Technologie dauerte Jahre, nähert sich nun aber der Praxisreife.

Röntgenbilder sind schwarz-weiß – diese Tatsache erscheint den Menschen heute so selbstverständlich, dass sie meist nicht hinterfragt wird. Wie bricht man mit dieser Tradition, und welche Probleme treten dabei auf? Diese Fragen stellte ich mir zu Beginn meiner Promotion am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg.

VON THOMAS KÖNIG

DR. THOMAS KÖNIG

1980 geboren in Pforzheim

2000 Abitur

Zivildienst

2001 bis 2007 Studium der Physik an der Ruprecht-Karls-Universität in Heidelberg und der University of Adelaide in Australien

2007 Diplom in Physik

2007 bis 2011 Doktorand der Physik an der Universität Heidelberg und dem Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg

4. 5. 2011 Promotion zum Dr. rer. nat.

2011 bis 2012 Postdoc und Projektleiter am Deutschen Krebsforschungszentrum

Seit September 2012 Leiter des Computertomographie-Labors an der Synchrotronstrahlungsquelle ANKA des Karlsruher Instituts für Technologie KIT

Infos: archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/frontdoor.php?source_opus=11933

source_opus=11933

Kontakt: thomas.koenig@kit.edu

RÖNTGENSTRAHLEN SIND genau wie das sichtbare Licht elektromagnetische Wellen. Konventionelle Röntgenbilder und Computertomogramme enthalten jedoch keine sogenannte spektrale Auflösung, also Informationen über die Wellenlänge – oder Energie – der gemessenen Röntgenphotonen. Der Schritt von der Schwarz-Weiß- zur Farbfotografie wurde hingegen bereits vor Jahrzehnten vollzogen – warum also noch nicht für Röntgenstrahlung?

Die Antwort auf diese Frage ist zunächst einmal einfach zu finden: Das Problem ist der Energiereichtum der Röntgenphotonen, der den des sichtbaren Lichts um etwa das Zehn- bis Hunderttausendfache übersteigt. Aus diesem Grund ist die Art, auf die solch energiereiche Strahlung mit Materie, also beispielsweise einem menschlichen Körper, wechselwirkt, fundamental anders, als es beim sichtbaren Licht der Fall ist. Dies ist gerade der Grund dafür, dass Röntgenstrahlen den menschlichen Körper durchdringen können.

Der Weg zu spektral aufgelösten Röntgenbildern ist daher aber auch weitaus schwieriger als im Falle der Farbfotos. Bildsensoren in handelsüblichen Digitalkameras trennen das Lichtspektrum in die Farben Rot, Grün und Blau. Hierzu werden in regelmäßiger Weise verschiedene Farbfilter vor den Pixeln angeordnet, die lediglich die entsprechenden Farben passieren lassen, woraus später ein farbiges Bild rekonstruiert werden kann.

Für Röntgenstrahlung besteht diese Möglichkeit leider nicht mehr, denn für solch hohe Energien existieren keine kompakten Farbfilter, die man einfach so vor einem Pixel anbringen könnte.

Man muss daher zu anderen Mitteln greifen, um Rückschlüsse auf die Energie der einfallenden Röntgenphotonen ziehen zu können. Die erste Herausforderung bestand also darin, die passende Technologie zu finden. Dies gelang mir am europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf, das der Öffentlichkeit vor allem durch die Grundlagenforschung im Bereich der Elementarteilchenphysik bekannt ist. Die dort vorhandene jahrzehntelange Erfahrung in der Technologie der Teilchendetektion führte aber auch zur Entwicklung der sogenannten Medipix-Detektoren, die letztendlich genau das darstellten, was ich suchte: Geräte, die in der Lage sind, den Energiegehalt eines jeden einzelnen Röntgenphotons aufzuzeichnen.

DER ISOLATOR WIRD ZUM LEITER

Man betreibt diese Detektoren stets zusammen mit einem Sensor, der aus einem Halbleiter-Material besteht. Wählt man einen solchen Halbleiter-Kristall sorgfältig aus, so wirkt er zunächst einmal elektrisch isolierend. Das bedeutet, dass beim Anlegen einer elektrischen Spannung nahezu kein Strom fließt. Dies ändert sich nun aber, wenn Röntgenstrahlung von diesem Halbleiter absorbiert wird. In diesem Fall werden durch die Strahlung buch-

AUSWANDERER AUF ZEIT

Thomas König im bdw-Gespräch

Kann die neue Röntgentechnik bei der Krebsdiagnose helfen?

Für die Früherkennung von Brustkrebs kann sie möglicherweise nützlich sein, Kalkablagerungen besser zu identifizieren, die ein Hinweis auf bösartige Veränderungen sein können. Zudem erschien vor Kurzem eine Arbeit, in der gezeigt wurde, dass man Nanopartikel aus Gold zielgerichtet an Tumorzellen andocken lassen kann. Dabei wäre die spektrale Röntgenbildgebung in der Lage, Anhäufungen solcher Zellen aufzuspüren.

Wird es bald farbige Röntgenbilder in jeder radiologischen Praxis geben?

Damit rechne ich auf absehbare Zeit nicht. Die neue Technik wird wohl zunächst in Unikliniken Einzug halten und dort getestet werden. Im Augenblick deutet sich vor allem ein Vorteil bei der Erkennung von Gefäßkrankungen an, da die herkömmliche Computertomographie nicht alle Fragen beantworten kann.

Sie haben Ihre Fühler bereits nach Australien, Neuseeland und in die USA ausgesteckt. Wollen Sie Deutschland den Rücken kehren?

Diese Möglichkeit will ich mir auf jeden Fall offenhalten. Im Augenblick ergeben sich für mich aber hier die spannendsten Chancen. Nach einer Weile im Ausland erkenne ich auch, was ich an Deutschland schätze. Das beginnt bei so trivialen Dingen wie dem Essen. Aber auch die Lebenshaltungskosten sind meist deutlich höher. Am meisten Abwechslung bringen meiner Meinung nach die Auslandsaufenthalte von etwa einem halben Jahr.

Thomas König mit dem von ihm eingesetzten Röntgendetektor (rechts). Der enthält größere Pixel als die Digitalkamera daneben. Der Vorteil: Größere Pixel registrieren die Energie von Röntgenphotonen besser.

stächlich Elektronen aus ihren Atomen herausgeschlagen, die den Isolator für kurze Zeit zum Leiter werden lassen. Letztendlich entsteht dadurch für die Dauer von ungefähr einer millionstel Sekunde ein Spannungspuls, der sich im Detektor messen lässt. Und es zeigt sich, dass die Stärke dieses Pulses im Idealfall proportional zur Energie des Röntgenphotons ist, das ihn erzeugt hat. Man erhält auf diese Weise also die gewünschte Energieinformation.

Aber wozu nun das Ganze? Der Nutzen spektral aufgelöster Computertomographie erstreckt sich weit über das bloße Darstellen von farbigen Bildern hinaus, tatsächlich ist die reine Visualisierung von eher untergeordnetem Interesse. Viel spannender ist hingegen die Möglichkeit, durch die Energieinformation verschiedene Materialien auf den Bildern voneinander abgrenzen zu können. Besonderes Interesse hatte ich dabei an der Unterscheidung von Kontrastmitteln. Dies sind Substanzen, die man unmittelbar vor einer Untersuchung injiziert, um auf den resultierenden Bildern beispielsweise Blutgefäße besser sichtbar zu machen. Die Kontrastmittel lassen sich allerdings auch an Antikörper anbringen, die wiederum

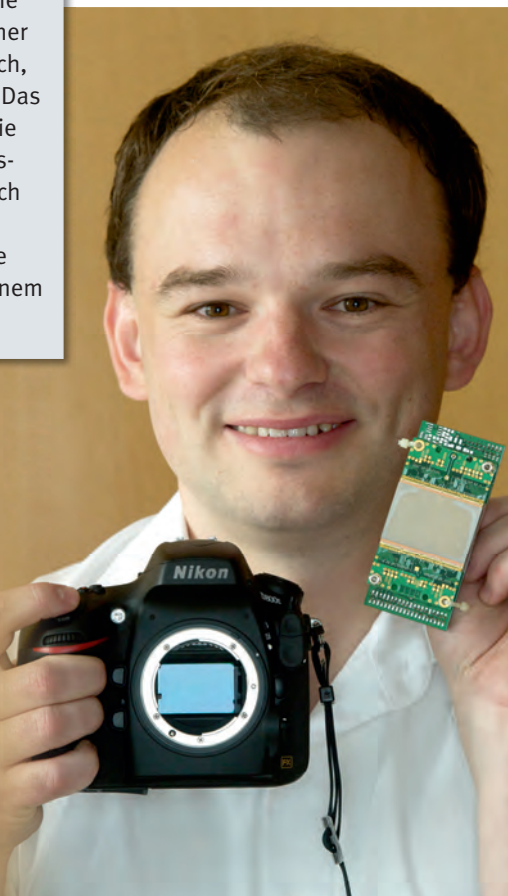
gezielt an bestimmten Zellen andocken können. Will man hier nun mehrere Gewebearten in einer einzigen Aufnahme mit verschiedenen Kontrastmitteln markieren, so ist die Unterscheidung von Photonenenergien ein absolutes Muss. Wie gut das dann funktioniert, habe ich in meiner Arbeit untersucht.

Nachdem ich also mehrere Detektoren erhalten hatte, konnten meine Experimente beginnen. Für diese Systeme gab es allerdings nichts, was einem Benutzerhandbuch nahegekommen wäre. Ich betrat also Neuland und musste mich intensiv um deren Inbetriebnahme kümmern, bevor ich in der Lage war, sinnvolle Röntgenbilder aufzunehmen. Dabei ging es beispielsweise um die Energiekalibrierung, die dem Detektor beibringt, was für Photonenenergien er gerade misst, ähnlich einer Waage, deren Skala man mit bekannten Gewichten eicht beziehungsweise beschriftet.

Aufgrund der frühen Entwicklungsphase, in der sich diese Technologie befand, war die Größe der Detektoren außerdem nicht geeignet, um Bilder von Menschen anzufertigen. Der größte Detektor hatte nämlich nur eine Fläche von etwa zwölf Quadratzentimetern, auf der gerade etwas mehr als 40 000 Pixel Platz fanden. Im Vergleich zu gewöhnlichen Digitalkameras, die auf einer wesentlich kleineren Fläche zehn Millionen Pixel und mehr unterbringen, erscheint diese Zahl geradezu winzig.

KLEINERE PIXEL – GRÖßERE FEHLER

Diese Wahl erwies sich für Röntgenphotonen aber als sehr sinnvoll. Es stellte sich nämlich heraus, dass es hier eine Besonderheit zu beachten gibt, die im Falle der herkömmlichen Farbfotografie nicht auftritt: Je kleiner man die Detektorpixel gestaltet, umso schlechter ist der Detektor in der Lage, die Energie des einfallenden Photons zu bestimmen. Dies liegt daran, dass die Menge der freien Elektronen, die durch ein auftreffendes Photon erzeugt werden, eine gewisse Ausdehnung besitzt. Wählt man nun zu kleine Pixel, so ist es wahrscheinlich, dass sich der erzeugte Spannungspuls auf die Fläche mehrerer Pixel aufteilt und somit jeder Pixel nur



Der Physiker befestigt ein Testobjekt, gefüllt mit Kontrastmitteln, auf dem Drehteller des von ihm entwickelten Computertomographen (CT). Die Röntgenröhre ist rechts, der Detektor links. Anders als bei einem medizinischen CT rotiert hier die Probe und nicht die Apparatur.



einen Teil des Kuchens abbekommt. Im Ergebnis zählt nun jeder dieser Pixel ein separates Ereignis mit der falschen Energie.

Man kann sich leicht vorstellen, dass sich dieses fehlerhafte Ansprechverhalten umso mehr verstärkt, je kleiner man die Pixel wählt. Greift man hier wieder auf die Analogie zur Farbfotografie zurück, so würde dies bedeuten, dass beispielsweise ein „blaues“ Photon bei zunehmend kleineren Pixeln immer stärker auch die Rot- und Grünkanäle anspricht, mit entsprechend verfälschten Farben in den resultierenden Fotos. Dies tritt glücklicherweise im sichtbaren Bereich des Lichts nicht auf, weshalb digitale Kameras immer höhere Megapixelrekorde erreichen.

Nachdem dieses Verhalten verstanden war, konnte ich die Detektoren nun ihrem beabsichtigten Einsatzgebiet zuführen: der Bildgebung. Hierzu konstruierte ich einen kleinen Computertomographen. Das ist ein Gerät, welches aus vielen verschiedenen Blickwinkeln Röntgenbilder aufnimmt und

daraus Schichtbilder erzeugt, die dann die dreidimensionale Struktur in einem Körper wiedergeben. In meinem Fall handelte es sich dabei um sogenannte Phantome, also um künstlich erstellte Testobjekte, anhand derer ich den Einfluss der Pixelgröße auf die Bildqualität testen konnte.

Aus den oben genannten Gründen hatte ich mich nämlich für drei verschiedene Pixelgrößen entschieden, die von etwa einem Zwanzigstel bis zu einem Sechstel eines Millimeters reichten. Es zeigte sich dann bei der Untersuchung von verschiedenen Kontrastmittelarten und -konzentrationen, dass die geforderte Fähigkeit, diese Substanzen voneinander unterscheiden zu können, mit sinkender Pixelgröße abnimmt. In anderen Worten: Je größer die Pixel, umso kleiner sind die benötigten Mengen an Kontrastmittel im Gewebe, die man gerade noch verlässlich voneinander trennen kann.

In der spektralen Röntgenbildgebung stellt der beschriebene Effekt somit eine natürliche Grenze für die

Pixeldichte auf einem Detektor dar: Sie liegt lediglich bei etwa einem Tausendstel dessen, was man aus der digitalen Fotografie gewöhnt ist. Meine Untersuchungen zeigten hier, dass dieser Effekt insbesondere bei Pixelgrößen unter einem zehntel Millimeter dramatisch zutage tritt. Dies reicht für Aufnahmen am Menschen zwar völlig aus, jedoch gelangt man hier an Grenzen, wenn man für die Wissenschaft hochaufgelöste Bilder von kleinen Tieren wie beispielsweise Mäusen erzeugen will.

In jedem Fall steht zu vermuten, dass das Megapixel-Rennen, welches man aus den Fotoabteilungen der Elektronikmärkte kennt, in der spektralen Röntgenbildgebung ausbleiben wird. Spannend wird es dennoch, wenn die ersten klinischen Systeme mit dieser Technik auf den Markt kommen werden. Sie versprechen einen Paradigmenwechsel in der Röntgendiagnostik, die seit ihrer Entdeckung vor über einem Jahrhundert im Wesentlichen eines produziert hat: schwarz-weiße Bilder. ■

„Ich habe die Auszeichnung prominent platziert“

Wie der Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft eine Karriere prägt: Wolfgang Reichel, Preisträger der ersten Stunde, im Interview mit bild der wissenschaft.



PROF. DR. WOLFGANG REICHEL

arbeitet seit 2007 im Institut für Analysis am Karlsruher Institut für Technologie KIT. Der gebürtige Karlsruher studierte und promovierte in Mathematik in seiner Heimatstadt. Nach der Dissertation verbrachte er zehn Jahre als Postdoc an Universitäten in Minneapolis, Köln, Basel und Aachen. 2006 wurde er auf eine Professur des Schweizerischen Nationalfonds nach Zürich berufen. Ein Jahr später wechselte der Professor an die Universität Gießen und anschließend an das KIT: Reichel (*1968) wurde 1997 als einer der Ersten mit dem inzwischen hoch geachteten Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft ausgezeichnet.

bild der wissenschaft: Was hat Sie 1996 zur Teilnahme am ersten Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft bewogen, Herr Professor Reichel?

Wolfgang Reichel: Ein Preis dafür, dass etwa ein Mathematiker seine Doktorarbeit für die Öffentlichkeit aufbereitet, war 1996 etwas völlig Neues. Das weckte meine Neugier – umso mehr, als ich zunächst daran zweifelte, dass eine solche Popularisierung in der Mathematik gelingen könnte. Die Ausschreibung erreichte mich während meiner Zeit als Postdoc in den USA. Bis

mein Manuskript fertig war, vergingen einige Wochen. Das übermittelte ich meinen Doktor-Eltern, die sehr positiv reagierten. Darauf machte ich die Sache rund, schickte das Manuskript ein und wurde zu meiner Überraschung ausgezeichnet – mit einem für damalige Zeiten stattlichen Preisgeld von 10 000 Mark. Bei der Preisverleihung musste ich eine Rede halten. Ich habe aber da wohl nicht den richtigen Ton erwischt.

Sie redeten zu akademisch?

Exakt! Das hat mich im Nachhinein gewurmt. Und so wollte ich Klaus Tschira beweisen, dass ich begriffen hatte, worum es ihm bei seiner Initiative wirklich geht. Das klappte 2008 im Jahr der Mathematik ...

... durch Ihren Brezeltüten-Wettbewerb?

Zum Herbst 2007 wurde ich nach Karlsruhe berufen. In der Diskussion über mögliche Aktivitäten im Jahr der Mathematik suchten wir das Besondere. Ich selbst hatte kurz davor in Basel die Vorbereitungen für das Euler-Jahr anlässlich des 300. Geburtstages dieses berühmten Mathematikers miterlebt. Da wurden einfache mathematische Fragestellungen in der Basler Tram in Postkartenform verteilt, und die Leute konnten Preise gewinnen. Die Karlsruher Straßenbahn wollte nicht mitmachen, und so kam die Idee auf, ein Rätsel auf Bäckertüten zu drucken. Ich konnte die „Badische Backstub“, eine Großbäckerei, dafür begeistern. Die Rätsel waren auf Karlsruhe zugeschnitten: die Fächergeometrie des Stadtbildes, der Rheinhafen, das Stadtgründungsdatum. Es gab über 1000 Einsender. Jeder von ihnen bekam als Anerkennung eine Brezel. Hauptpreis war ein Wochenende für vier Personen im Europapark in Rust.

Offensichtlich hat der Klaus Tschira Preis Ihre Karriere geformt.

Ich habe diese Auszeichnung bei allen meinen Bewerbungen um Professuren prominent platziert. Jedes Mal wurde ich darauf angesprochen und gefragt, wie man Mathematik öffentlichkeitswirksam präsentiert.

Was verbindet Sie mit Klaus Tschira heute?

Schon einmal dieselbe Sprache: Wir sind beide Badener. Wir sehen uns mindestens zweimal im Jahr, bei der Jurysitzung im Juni und bei der Preisverleihung im Oktober. Ich verfolge auch die anderen Aktivitäten seiner Stiftung: Explore Science oder das 2010 gegründete Heidelberger Institut für Theoretische Studien, das in einigen Bereichen eng mit dem Karlsruher Institut für Technologie KIT zusammenarbeitet.

Seit 2009 sind Sie Mitglied der entscheidenden Sprachjury des Klaus Tschira Preises. Welchen Eindruck haben Sie von deren Tätigkeit und den eingereichten Arbeiten?

Der Preis wurde im Lauf der Zeit immer bekannter, und die Qualität der Bewerbungen wird nach meinem Eindruck immer besser. Es ist ein schöner Effekt zu sehen, dass die frisch promovierten Bewerber um den Klaus Tschira Preis zusehends besser erkennen, wie man eine Kurzfassung der ersten eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit anlegen muss, damit diese auch beim breiten Publikum ankommt. Die Jury macht sich die Entscheidung keinesfalls leicht. Alle Argumente für und wider werden ernsthaft besprochen. Ich arbeite hier gerne mit.

Fallen die Empfehlungen einstimmig?

Die Sitzungen sind spannend. Schon deshalb, weil die Mitglieder unterschiedliche Berufe haben und die eingereichten Arbeiten aus unterschiedlichen Blickwinkeln bewerten. Zu Beginn der Diskussion über die Finalisten eines Fachgebiets gibt es oft kontroverse Diskussionen. Doch bei der endgültigen Entscheidung herrscht Konsens.

In der Regel werden Preise in sechs Fachbereichen vergeben. Formeln sind bei den eingereichten Arbeiten nicht erlaubt. Erschwert das die Bewerbung von Mathematikern?

Sich formelfrei auszudrücken, ist eine Herausforderung. Ich sehe aber nicht, dass Mathematiker dadurch einen

Nachteil haben. Denn es gibt sehr wohl Wege, sich ohne Formeln verständlich und präzise auszudrücken.

Wie wichtig ist es Ihnen, dass sich Ihre Mitarbeiter und Studenten verständlich ausdrücken?

Darauf lege ich großen Wert. Es beginnt damit, dass wir uns bei unseren Expertenrunden um Klarheit und Verständlichkeit bemühen. Denn bei Konferenzen ist die Aufmerksamkeit der Zuhörer begrenzt. Wer sich da nicht eingängig äußert, vertut eine große Chance. Will jemand bei mir eine Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit machen, muss er auch an seinen sprachlichen Fähigkeiten arbeiten.

Schulen Sie das?

Am KIT gibt es inzwischen viele Aktivitäten in diese Richtung. Science Slams sind mit die modernsten. Dabei kommt es darauf an, dass sich jemand vor einem Laienpublikum so für sein Fachgebiet engagiert, dass die Begeisterung auf die Zuhörer überschwappt. Dafür hat man maximal zehn Minuten Zeit. Darüber hinaus gibt es am KIT Veranstaltungen, in denen man über sein Fachgebiet vor einem Publikum ohne Vorkenntnisse ernsthaft vortragen kann. Klares und verständliches wissenschaftliches Schreiben wird im Karlsruher House of Young Scientists gefördert.

Sie organisieren seit 2011 eine Sommerschule für ausländische Studierende. Warum?

Einmal aus Freude an der Lehre. Ich sehe es als Herausforderung an, über die Karlsruher Studenten hinaus weitere Studierende kennenzulernen. Wenn ich Leute aus Rumänien, Polen oder Ungarn um mich herum habe, muss ich mich erst einmal auf deren Profil einstellen. Und wenn ich sehe, wie dann innerhalb von 14 Tagen aus Fremden Vertraute werden, begeistert mich das. Beispielsweise haben mich polnische Studenten dieses Jahr nach Kattowitz eingeladen, um mit ihnen eine Woche an ihrer Universität zu verbringen. Deutschland ist weltweit betrachtet ein wichtiger Wissenschaftsstandort. Wir tun gut daran, junge Menschen unserer Nachbarländer



Wolfgang Reichel arbeitet an komplexen Systemen, fordert gleichwohl von seinen Mitarbeitern, sich verständlich auszudrücken. „Will jemand bei mir eine Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit machen, muss er auch an seinen sprachlichen Fähigkeiten arbeiten.“

für Deutschland zu begeistern. Denn sie können die Lücken bei qualifizierten Stellenangeboten füllen.

Welche Rolle spielt die Mathematik am KIT?

Das KIT fußt auf einer Technischen Hochschule, an der die Ingenieurwissenschaften stark vertreten sind. Alle Ingenieurausbildungen haben einen Mathematikanteil. Mathematik wird hier gelegentlich als Dienstleistung für andere Disziplinen angesehen. Dem müssen wir entgegenwirken: Wir sind mit eigenen Themen in der Forschung erfolgreich, und die Bandbreite ist sehr groß. Die Mathematik ist eine kulturelle Errungenschaft der Menschheit, entstan-

den aus drängenden Fragen. Genauso positioniere ich mich: Als Mathematiker arbeite ich in einer eigenen Disziplin, schwebe aber nicht im luftleeren Raum. Zum Beispiel genieße ich es, Partner in der Elektrotechnik oder in der Physik zu haben, mit denen ich gemeinsame Forschungsprojekte angehen kann.

Welche Berufsaussichten haben die Absolventen der Mathematik?

Sehr gute! Die Arbeitgeber honorieren, dass sich unsere Leute sehr schnell in neue Wissensgebiete einarbeiten können – selbstständig und mit scharfem Verstand. Sie erschrecken nicht vor komplexen Strukturen, sondern erfassen schnell das Wesentliche. ■

So macht man Forscher

Am Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für frühe naturwissenschaftliche Bildung lernen Erzieher und Grundschullehrer, den Forschergeist in Kindern zu wecken.

VON IRINA PETER

„LEAS AUGE WIRD GANZ GROSS, wenn ich es durch die Lupe anschau!“ sagt der vierjährige Paul – ein willkommener Anlass für die Erzieherin Sarah Martin, die Experimentierkiste „Genau Hinsehen“ aus dem Forscherschrank zu holen. Sie enthält Lupen sowie Federn und Steine. Paul und sieben weitere Kinder des „Kindernests“ in Malsch bei Karlsruhe beginnen, sich die Gegenstände durch die Lupen genau anzuschauen und zu beschreiben, was ihnen auffällt. „Mindestens einmal pro Woche erforschen wir so gemeinsam mit den Kindern Phänomene des Alltags“, sagt die Erzieherin. „Dabei fand ich Physik und Chemie in der Schule langweilig und kompliziert.“

Wie die meisten ihrer Kollegen hatte sie auf ihrem Bildungsweg wenig Berührung mit Naturwissenschaften. „Deshalb benötigen Erzieher Unterstützung, um bei Kindern naturwissenschaftliche Bildung fördern zu können“, ist Manuela Welzel-Breuer überzeugt. Die Leiterin der Forscherstation des Klaus-Tschira-Kompetenzzentrums für frühe naturwissenschaftliche Bildung in Heidelberg hat mit ihrem Team ein einzigartiges Konzept zur Fortbildung von Erziehern und Grundschullehrern entwickelt.

INDIVIDUELL UND PRAXISNAH

Um den Nutzen für die Praxis zu garantieren, fließen Erfahrungen der Teilnehmer kontinuierlich in die Verbesserung des Konzepts. Mit Erfolg: Dieses Jahr wurde die Forscherstation zu einer gemeinnützigen GmbH und zum ersten An-Institut der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Erzieher und Grundschullehrer werden berufsbegleitend geschult und mit individuellen

Coachings an ihrem Arbeitsplatz unterstützt. Die Forscherstation hat zudem Experimentierkästen zu unterschiedlichen Themen entwickelt. Sie dienen als Anregung, Kindern erste Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen zu ermöglichen. „Auf die Welt um sich herum aufmerksam gemacht, beginnen die Kinder, über ihre Eindrücke zu sprechen und in kleinen Teams weiter zu forschen“, betont Martin.

Im „Kindernest“ betreut die Erzieherin mit ihren Kollegen neben einem Kindergarten auch den Hort einer Grundschule. Hier kann sie das Wissen anwenden, das sie gemeinsam mit einer Grundschul-Kollegin in einer neuen Fortbildung der Forscherstation erworben hat. „Wir bringen Kita und Schule

an einen Tisch, um die Kompetenz zur naturwissenschaftlichen Frühförderung auch beim Übergang vom Kindergarten in die Grundschule zu stärken“, erklärt Welzel-Breuer. Die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, an der sie als Professorin für Physik und ihre Didaktik lehrt, sei dabei eine wichtige Basis.

Sarah Martins anfängliche Angst vor Naturwissenschaften war nach den ersten eigenen Experimenten verflogen. „Um Physik und Chemie für die Kinder lebendig zu machen, muss ich keine abstrakten Formeln kennen“, weiß sie jetzt und ist überzeugt: „Mit Begeisterung können wir bereits im Kindergarten Grundlagen für einen erfolgreichen Bildungsweg legen.“ ■



Ist die Neugier der Kinder erst geweckt, gibt es kein Halten mehr. In der Forscherstation lernt die Erzieherin, mit Kindern gemeinsam Phänomene des Alltags zu erforschen.

Schirmherr
Prof. Dr. Peter Gruss
Präsident der
Max-Planck-Gesellschaft

2013

KlarText!
KlarText!
KlarText!
KlarText!

Klaus Tschira Preis
für verständliche
Wissenschaft



Verständlichkeit setzt sich durch!

Bewerben Sie sich

um KlarText!, den Klaus Tschira Preis für verständliche Wissenschaft 2013.

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

Bewerbungsbedingungen

- Promotion 2012 in Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik, Neurowissenschaften, Physik oder einem angrenzenden Fachgebiet
- Herausragende Forschungsergebnisse
- Ein allgemein verständlicher Textbeitrag über die eigene Forschungsarbeit
- Einsendeschluss: 28. Februar 2013

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 hat die Möglichkeit, am Workshop Wissenschaftskommunikation teilzunehmen.

www.klaus-tschira-preis.info