

# BLICK

1/2009



Julius-Maximilians-

**UNIVERSITÄT  
WÜRZBURG**

## Am Anfang war Darwin 150 Jahre Evolutionstheorie

### Frühstart

Neugeborene in der  
Kinderklinik

### Weitblick

Forschung mit dem  
Beschleuniger

### Fernjob

Ein Praktikum  
in Afrika







Eine Bogenschützin vor düsterem Himmel, eine durchtrainierte Studentin mit American-Football-Utensilien, ein Volleyballspieler mitten im Sprung: Würzburger Sportstudenten und -studentinnen haben in diesem Semester zum ersten Mal einen Kalender herausgegeben, in dem die Studierenden in sportlichen – und mal mehr, mal minder erotischen – Posen zu sehen sind. Das Projekt dient einem guten Zweck: Der Erlös geht an die Würzburger Kinderfonds-Stiftung „Glück im Unglück“. Die kümmert sich um benachteiligte Kinder und Jugendliche und unterstützt nach eigenen Angaben besonders das Kinderzentrum „Spili“ im Stadtteil Zellerau. Auf Nacktfotos haben die Studierenden

aus Würzburg – im Unterschied zu Vorbildern aus Köln oder Bamberg – mit Absicht verzichtet. Dafür seien die Stadt, die Uni und das Sportinstitut zu klein. Hier würden die Models in der Öffentlichkeit zu schnell erkannt. Auf der Straße zum Beispiel oder beim Einkaufen. Oder in Schulen, und das hätte dann problematisch sein können – denn viele Sportstudierende arbeiten später als Lehrer. Geschminkt und frisiert wurden die 24 studentischen Models von der Würzburger Stylistin Elke Kampermann. Die Bilder hat der Würzburger Profi-Fotograf Daniel Peter geschossen. Beide haben dafür kein Geld verlangt, damit die Studierenden möglichst viel für die Stiftung Erlösen konnten.

## Liebe Leserinnen, liebe Leser!

Die Medien bringen seit Monaten immer wieder diese Schlagzeile: „2009 ist das Darwin-Jahr“. Zwei Anlässe gibt es dafür: Charles Darwin veröffentlichte seine bahnbrechende Theorie über die Entstehung der Arten anno 1859, also vor 150 Jahren. Außerdem jährt sich 2009 sein Geburtstag zum 200. Mal.

Das sind schöne runde Zahlen, die ein Gedenkjahr durchaus rechtfertigen. Zumal Darwin nach wie vor aktuell ist: Seine Evolutionstheorie sorgt auch heute noch für Spannungen zwischen Naturwissenschaften und Religion.

Darum hat die Redaktion von *Blick* nicht lange gezögert, Darwin und die Evolution in den Mittelpunkt dieses Heftes zu stellen. Dass die Biologen dabei eine tragende Rolle spielen würden, war von Anfang an klar. Zu Wort kommen aber auch Theologen, Literaturwissenschaftler, Bioinformatiker und Mediziner.

Als die Idee für dieses Heft entstand, gingen viele davon aus, dass das Bundesforschungsministerium mit seiner Initiative „Wissenschaft im Dialog“ für 2009 ein Darwin-Jahr ausrufen würde – schließlich hat es in der Reihe der Wissenschaftsjahre auch schon ein Einstein-Jahr gegeben. Aber es kam anders: Für 2009 entschied sich das Ministerium für das Motto „Forschungsexpedition Deutschland“.

Aha. Dass diese Expedition eher schwammig überkommt, ist offenbar auch ihren Machern klar. Denn auf der Homepage von „Wissenschaft im Dialog“ erklären sie wortreich, was sie damit meinen: „Die Menschen sind eingeladen zu einer Entdeckungsreise durch die deutsche Forschungslandschaft. Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft, Bildung, Kultur und Politik werden die Türen ihrer Einrichtungen öffnen und zum Blick auf neueste Entwicklungen in der Forschung einladen. Das Wissenschaftsjahr will deutlich machen, welche Bedeutung Wissenschaft und Forschung für den Menschen haben – in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.“

Ob ein solcher Rundumschlag geeignet ist, den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft spannend zu halten? Wenn Alle alles vorzeigen? Anno 2000 war die Initiative mit dem Jahr der Physik gestartet. Es folgten Lebenswissenschaften, Informatik und andere Gebiete. Da wusste man, woran man war. Und jetzt? Kommt eine Expedition ins Ungefähre.

Warum kein Darwin-Jahr? Möglich wäre auch ein Jahr der Astronomie gewesen: Vor 400 Jahren machte Galileo Galilei seine ersten Beobachtungen mit dem Fernrohr, Johannes Kepler veröffentlichte die Grundlagen einer neuen Astronomie. Darum haben die Vereinten Nationen 2009 zum Internationalen Jahr der Astronomie erklärt. Die Metropolregion Nürnberg hat das aufgegriffen und eine Veranstaltungsreihe auf die Beine gestellt: „Das Weltall: Du lebst darin – entdecke es!“ Das hört sich besser an als „Forschungsexpedition Deutschland“.



Charles Darwin (Wiedergegeben mit der Erlaubnis von John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online, <http://darwin-online.org.uk/>)

Bei der Lektüre von *Blick* wünschen wir viel Spaß. Anregungen und Kritik zum Heft richten Sie bitte an die Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit: [presse@zv.uni-wuerzburg.de](mailto:presse@zv.uni-wuerzburg.de)

Robert Emmerich

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Julius-Maximilians-Universität  
Würzburg - der Präsident  
Prof. Dr. Axel Haase

Organ des Universitätsbundes  
Würzburg

### Redaktion

Dr. Georg Kaiser (verantwortlich),  
Gunnar Bartsch, Robert Emmerich,  
Dr. Gabriele Geibig-Wagner,  
Margarete Pauli, Dr. Karin Sekora  
Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit  
Tel.: +49 931 31 27 50  
[presse@zv.uni-wuerzburg.de](mailto:presse@zv.uni-wuerzburg.de)

### Mitarbeiterinnen & Mitarbeiter

Astrid Jahnke, Sabine Metzger,  
Daniel Peter

### Anzeigen

Anzeigen- und Werbekontor  
Ruchti GmbH, Virchowstraße 10,  
97072 Würzburg  
Tel.: +49 931 72 20 6  
[info@anzeigen-ruchti.de](mailto:info@anzeigen-ruchti.de)  
[www.anzeigen-ruchti.de](http://www.anzeigen-ruchti.de)

### Druck

Schleunungdruck GmbH  
Eltertstraße 27, 97828 Markttheidenfeld  
Tel.: +49 93 91 60 05 0

### Erscheinungsweise

*Blick* erscheint vier Mal im Jahr: Januar, April, Juli und Oktober jeweils zur Monatsmitte.  
Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die Meinung des Verfassers, nicht die der Hochschulleitung wieder.

### Titelbild

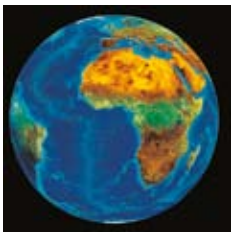
Fotos: Dieter Mahsberg (4) mit freundlicher Unterstützung von Mirko Wölfel. Zu sehen sind vier Unterarten des Schwalbenschwanzes *Papilio machaon*. Dieter Haugk (1) / [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de)  
Collage: Gunnar Bartsch, Katja Herrmann, Schnellungsdruck GmbH



Neue Wege: Andrea Kübler arbeitet an Gehirn-Computer-Verbindungen Seite 6



Ferne Länder: Sabine Metzger hat ein Praktikum in Afrika absolviert Seite 16



Große Fragen: Wie Evolutionstheorie und die Bibel zusammenpassen Seite 34



Anderes Denken: Wie Darwin die Literaturgeschichte beeinflusst hat Seite 36

## menschen

- Mit Gedanken den PC steuern** **6**  
Die Professorin Andrea Kübler ist neu am Institut für Psychologie
- Ideengeber und Diskussionspartner** **8**  
Martin Eilers ist neuer Inhaber des Lehrstuhls für Physiologische Chemie II
- Zu Gast an der Uni** **10**  
Der Humboldt-Preisträger Mark Marsh erforscht HIV-Erreger
- Zu Gast in der Fremde** **11**  
Stephan Wagner hat in Afghanistan beim Aufbau eines Labors geholfen
- Ein Gewinn für alle Beteiligten** **12**  
Werner Hanke ist Seniorprofessor an der Uni Würzburg

## studium

- Mathe mit dem Kutzer-Zug** **14**  
Studierende lieben die Lernwerkstatt und hassen den Weg dorthin
- Karibu in Tansania** **16**  
Sabine Metzger hat ein Praktikum in Tansania absolviert
- Andere Länder, andere Sitten** **18**  
Das Projekt „Globale Systeme und interkulturelle Kompetenz“

## thema

- Sammler aus Leidenschaft** **19**  
Vor 200 Jahren wurde Charles Darwin geboren. Vor 150 Jahren veröffentlichte er sein Hauptwerk „On the Origin of Species“. Seine Arbeit bildet die Grundlage der modernen Evolutionstheorie und markiert einen entscheidenden Wendepunkt in der Geschichte der Biologie.
- Die Tumorzelle hat den Vorteil** **24**  
Fische, die kaum schwimmen können und trotzdem den Weibchen imponieren. Eine rote Königin, die rennt, aber keinen Schritt voran kommt: Die Evolution hält viele Überraschungen parat.
- Brillenträger sind die Zukunft** **26**  
Der Humangenetiker Holger Höhn im Interview
- Wenn der Putzer zubeißt** **30**  
Eine Vorlesungsstunde über Evolution im Biozentrum
- Die Evolution als Rechenaufgabe** **32**  
Bioinformatiker berechnen den Stammbaum des Lebens
- Am Anfang war das Wort** **34**  
Religiöse Wahrheiten und naturwissenschaftliche Erkenntnisse sind zwei verschiedene Ansätze, die sich gegenseitig aber nicht ausschließen.



## thema

### Bruch beim grünen Heinrich 36

Was die Evolutionstheorie bei den Literaten auslöste

### Auf Spurensuche im Vatikan 38

Ein Forschungsprojekt am Lehrstuhl für Kirchengeschichte des Mittelalters und der Neuzeit untersucht, wie die katholische Kirche auf Darwins Evolutionstheorie reagierte



Verborgene Zeugnisse: Ein Theologe auf Spurensuche im Vatikan Seite 38

## forschung

### Damit der Frühstart ohne Folgen bleibt 42

Es braucht viel Erfahrung, Einfühlungsvermögen und eine besondere Infrastruktur und Technik, damit Kinder, die zu früh auf die Welt kommen, ohne bleibende Schäden ihren weiteren Lebensweg absolvieren können. An der Universitäts-Kinderklinik ist dies alles vorhanden. Ihr Leiter, Professor Christian P. Speer, engagiert sich seit vielen Jahren dafür, dass Erkenntnisse aus der Forschung schnell in der Praxis landen.



Kleine Hände: Wie Kinderärzte Frühgeborenen den Start erleichtern Seite 42

### Keine Angst vor Schwarzen Löchern 46

Die Forschung mit dem Teilchenbeschleuniger bietet Chancen und neue Perspektiven

### Blaues aus Beeren 51

Lebensmittelchemiker erforschen medizinisch interessante Stoffe

### Ein Navi für den Pharao 52

Würzburger Ägyptologen stellen interaktive Datenbank ins Netz, die bei der Suche nach Tempelinschriften behilflich ist



Viele Bilder: Eine Datenbank hilft bei der Suche nach Inschriften Seite 52

### Schneller als die Amerikaner 54

Phase-I-Unit an der Medizinischen Klinik und Poliklinik II der Universität Würzburg ermöglicht Erfolg in der Krebsforschung

## campus

### Geschüttelt und gerührt 56

Am Rudolf-Virchow-Zentrum können Schüler selbständig experimentieren und im Anschluss daran wie Reporter Wissenschaftlern bei der Arbeit zuschauen und sie interviewen. Ihre Berichte veröffentlichen die „ForscherReporter“ in ihren Schülerzeitungen und auf einer eigenen Homepage

### Wandeln durch den Regenwald 58

Die Schaugewächshäuser im Botanischen Garten sind saniert



Neue Wege: Der Botanische Garten hat seine Gewächshäuser renoviert Seite 58

### Ansturm auf die Uni-Messe 59

Tausende Besucher kommen auf die Internationale Hochschulmesse

### Newsletter 60

### Personalia 63

### Die Frage zum Schluss 66





Als Doktorandin in Tübingen arbeitete Andrea Kübler viele Jahre mit einem gelähmten Patienten zusammen. Ein Bild aus dieser Zeit hängt heute in ihrem Würzburger Büro. (Foto Robert Emmerich)

## Mit Gedanken den PC steuern

Professorin Andrea Kübler ist neu am Institut für Psychologie

Was der Höhepunkt in ihrem Leben als Forscherin war? Da muss Andrea Kübler nicht lange nachdenken: „Als es einem komplett gelähmten Patienten erstmals gelungen ist, einen Brief zu schreiben – indem er allein mit seinen Gedanken einen Computer gesteuert hat.“

Als sie diesen Patienten im Jahr 1996 kennenlernte, war Andrea Kübler Doktorandin am Institut für medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie der Universität Tübingen. Dort arbeitete sie bei Professor Niels Birbaumer mit. In seinem Team werden so genannte Brain-Computer-Interfaces entwickelt, Verbindungen also zwischen Gehirn und Computer. Wie das funktioniert? Vereinfacht er-

klärt: Wenn sich ein Mensch bestimmte Körperbewegungen, Buchstaben oder andere Dinge vorstellt, entstehen in seinem Gehirn jeweils charakteristische Signalmuster. Die lassen sich mit Elektroden an der Kopfoberfläche aufzeichnen, per Computer analysieren und in Steuersignale umwandeln, die dann beispielsweise den Cursor eines PCs bewegen, einen Rollstuhl oder eine Armprothese.

Allerdings ist Training nötig, bis beispielsweise ein gelähmter Patient einen Computer mit Gedanken steuern kann. „Manche schaffen das nie“, sagt Andrea Kübler. Der Patient aber, den sie länger als zehn Jahre bis zu seinem Lebensende begleitet hat, konnte es. Der Mann litt an Amyotropher Lateral-

sklerose (ALS). Diese Diagnose kommt einem Todesurteil gleich: Die Nerven, die normalerweise die Muskeln in Aktion versetzen, gehen nach und nach zugrunde. Dadurch kommt es zu fortschreitenden Lähmungen. Die Betroffenen sterben in der Regel wenige Jahre nach der Diagnose, weil am Ende auch die Atemmuskulatur ihren Dienst versagt.

Mit solchen Patienten möchte die 45-jährige Wissenschaftlerin auch in Würzburg weiterarbeiten. Nicht nur die technischen Möglichkeiten der Gehirn-Computer-Schnittstellen sollen dabei im Mittelpunkt stehen. Denn der Umgang mit ALS-Patienten hat für die Psychologin neue Forschungsfragen aufgeworfen: Wie steht es um die Le-



bensqualität von Menschen, die immer unbeweglicher werden? Die irgendwann nicht mehr mit anderen kommunizieren können? Die wissen, dass sie sterben müssen? „Man könnte ja denken, dass all diese Patienten depressiv werden *müssen*. Dabei ist genau das Gegenteil der Fall, meist empfinden sie ihre Lebensqualität als gut“, sagt Andrea Kübler. Warum das so ist, darüber möchte sie mehr erfahren.

Vereinzelt entwickeln sich aber auch Depressionen bei ALS-Patienten: „Die werden aber oft nicht erkannt und folglich auch nicht behandelt.“ Diesem Feld will sich die neue Professorin ebenfalls widmen und psychologische Interventionen für solche Patienten erarbeiten. Mit Interventionen meint sie nicht nur Psychotherapien, sondern auch Aktivitäten im Umfeld der Patienten. „Sie sind ja stark pflegeabhängig, und wenn da etwas nicht stimmt, wenn zum Beispiel der Pfleger unzuverlässig ist, kann sie das stark belasten“, erklärt Andrea Kübler.

### Sucht- und Schlafforschung als weitere Schwerpunkte

Neben den Gehirn-Computer-Schnittstellen hat die Psychologin zwei weitere Forschungsgebiete. Eines davon ist die Suchtforschung, und hier interessiert sie sich vor allem für die Veränderungen, zu denen es in einem süchtigen Gehirn kommt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Verhaltenssüchten, etwa auf der Kaufsucht, sowie auf suchtartigen Ess-Störungen. Das andere Gebiet ist die Erforschung von Schlafstörungen bei Kindern: „Dabei geht es um Störungen, die keine primär physiologische Ursache haben. Damit wird sich ab März eine Doktorandin befassen.“

Auch für den Schlaf von ALS-Patienten interessiert sich Andrea Kübler. Wie verändern sich das Schlafmuster und die Träume bei Menschen, die an dieser Krankheit leiden? Auf diesem Gebiet hat sie einen prominenten Kooperationspartner aus den USA: Professor Allan Hobson von der Harvard Medical School, der als einer der berühmtesten Schlafforscher gilt: „Von ihm stammt zum Beispiel die Erkenntnis, dass der Hirnstamm die Schlafphasen steuert.“ Das Team, das die Professorin in Würzburg aufbauen will, wird interdisziplinär sein und aus Psychologen, Biologen, Medizinern und Informatikern

bestehen. Sie selbst hat ihre Laufbahn in der Wissenschaft mit einem Biologiestudium begonnen. „Ich wollte später umweltpolitisch aktiv werden, hatte damals aber nur eine recht vage Idee über das Wie und Wo.“ Bei dieser Ausgangslage war Biologie eine gute Wahl. Andrea Kübler spezialisierte sich auf Botanik, ein Semester lang studierte sie sogar an der Uni Würzburg, wegen der hiesigen Pflanzenökologie.

### Der Hochschule vorerst den Rücken gekehrt

Doch nach dem Studium kehrte sie der Hochschulszene vorerst den Rücken – sie war damals der Meinung, eine Karriere in der Universität sei nicht ihr Ding. Stattdessen absolvierte sie ein Volontariat als Lektorin beim Stuttgarter Franck-Kosmos-Verlag, der unter anderem Naturführer und Experimentierkästen herausbringt.

Als Lektorin arbeitete sie insgesamt vier Jahre lang – und dann wurde es doch noch etwas mit der Umweltpolitik: Andrea Kübler übernahm für einige Jahre den Posten als Geschäftsführerin der Grünen in Stuttgart, wurde dort auch in den Stadtrat gewählt. Aber auf Dauer sollte diese Tätigkeit sie nicht ausfüllen: „Ich muss nicht ständig im Rampenlicht stehen. Darum und aus anderen Gründen war die Politik einfach nicht meine Welt.“

Zu diesem Zeitpunkt war sie 33 Jahre alt und stand vor der Frage: Was möchte ich eigentlich wirklich gerne machen? Die Antwort war klar: Psychologie. Doch ein Zweitstudium in einem ZVS-Fach zu bekommen, erwies sich als schwierig: Als Biologin musste sie fachlich begründen, warum ein Psychologie-Studium für sie unverzichtbar sei. Das gelang ihr erst, nachdem sie Doktorandin bei Niels Birbaumer geworden war. Der Experte für Brain-Computer-Interfaces hatte jemanden für die Arbeit mit ALS-Patienten gesucht.

Nun konnte Andrea Kübler promovieren und parallel dazu Psychologie studieren. Eine harte Zeit. „Vier Jahre lang hatte ich kaum ein freies Wochenende“, sagt sie, „und das ist bis heute so geblieben.“ Der Mangel an Freizeit macht ihr aber offensichtlich nichts aus: „Ich habe viel Spaß an der wissenschaftlichen Arbeit.“

*Robert Emmerich*

## Zur Person

Andrea Kübler, 1963 in Ludwigsburg geboren. Biologiestudium in Stuttgart, Tübingen und Würzburg; Diplom 1990. Danach Volontariat als Verlagslektorin bei Franck-Kosmos (Stuttgart) und Tätigkeit als Lektorin. 1992-1995 Geschäftsführerin von Bündnis 90/Die Grünen in Stuttgart. 1996-2000 Promotion an der Universität Tübingen, parallel dazu bis 2001 Studium der Psychologie. Assistant Professor an der Uni Tübingen, 2001-2003 Postdoc am Trinity College in Dublin. 2005 Habilitation an der Uni Tübingen, 2007-2008 Reader an der Roehampton University London.



Ein möglichst intensives Diskussionsklima ist ihm wichtig: Der Biochemiker Martin Eilers verbringt mehrere Stunden am Tag mit seinen Graduierten. (Foto Margarete Pauli)



## Ideengeber und Diskussionspartner

Martin Eilers ist der neue Inhaber des Lehrstuhls für Physiologische Chemie II

Als Martin Eilers 1988 als Postdoc nach San Francisco ging, ins Labor des Entdeckers der Onkogene und späteren Nobelpreisträgers Michael Bishop, hatte sich schon abgezeichnet, dass die sogenannten Myc-Proteine „ein großes Rätsel“ sind. Allerdings hatte er damals noch die Idee, dass dieses Rätsel in zwei bis drei Jahren gelöst sein würde, erzählt er heute durchaus amüsiert. Mittlerweile weiß er, dass solche Entdeckungen zuweilen etwas länger dauern. Aber das Thema hat ihn seither nicht mehr losgelassen: „Diese Proteine gehören zu den großen ungeklärten Fragen der Tumorbilogie“, sagt der Professor, der seit Oktober 2008 den Lehrstuhl für Physiologische Chemie II am Biozentrum der Universität Würzburg innehat. „Solange wir diese Fragen nicht verstehen, verstehen wir die Entstehung von Tumoren nicht.“ Martin Eilers konzentriert sich in seiner Forschung auf grundlegende Mechanismen der Tumorentstehung. Tumore bilden sich – das weiß man schon seit geraumer Zeit – infolge von Mutationen in einzelnen Genen, die deswegen auch als Tumor- oder Onkogene bezeichnet werden. Der Schwerpunkt von Eilers' Arbeit liegt auf einer Grup-

pe von drei Onkogenen, den sogenannten MYC-Genen, die zur Entstehung vieler, möglicherweise fast aller Tumore beim Menschen beitragen: Diese Gene steuern die Produktion von bestimmten Eiweißen, den Myc-Proteinen. Tumore stellen in aller Regel viel mehr von diesen Eiweißen her als normale Gewebe. Außerdem – das zeigen unter anderem auch Eilers eigene Versuche – regen Myc-Proteine normale Zellen dazu an, unkontrolliert zu wachsen.

### Myc-Proteine verleiten normale Zellen zu einem anderem Verhalten

Wie sie diese Funktion ausüben, sei jedoch trotz vieler Fortschritte immer noch nicht geklärt, berichtet Eilers und hofft, mit seiner Arbeit in Würzburg zur Lösung des Problems beitragen zu können. Ganz wichtig sei derzeit zum Beispiel die Frage, „ob diese Myc-Proteine normale Zellen dazu verleiten, sich wie Stammzellen zu verhalten – und ob dies ihre tumorerzeugende Funktion erklären könnte“. Denn Stammzellen können sich selbst erneuern und sich in alle möglichen Richtungen ausdifferenzieren. „Die Frage ist also, ob eine typische Zelle in einem Gewebeverband, die weiß: ‚Hier ist mein Platz, ich teile

mich drei Mal und dann ist Schluss‘, vergisst, dass sie eigentlich eine normale Zelle ist und immer weiter proliferiert“, erklärt der Biochemiker. „Diese Dinge sind nicht nur wichtig für die Grundlagenforschung: Es gibt viele Hinweise, dass es eine gute Tumorthherapie wäre, wenn es gelingen würde, Myc-Proteine mit Medikamenten zu hemmen“.

Ein zweiter Schwerpunkt seiner Arbeit liegt darin, Gene zu identifizieren, die für das Wachstum von Tumorzellen notwendig sind, für normale Zellen aber keine nennenswerte Bedeutung haben – mit dem Ziel, solche Gene eventuell ausschalten zu können. Dazu setzt sein Team die sogenannten siRNA-Screens ein. Mit Hilfe dieser neuen Techniken wird systematisch ein Gen nach dem anderen in einer Tumorzelle ausgeschaltet, um zu prüfen, welche Gene für das Tumorstadium notwendig sind. In diesen Fragen arbeiten Wissenschaftler aus Würzburg und Marburg, wo Eilers bislang tätig war, bereits intensiv zusammen – in dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Transregio-Forschungsverbund und in einer klinischen Forschergruppe. Sein Fach, so scheint es, fasziniert Mar-

tin Eilers mehr denn je. Die Tumorbio-  
logie sei in einem „äußerst spannenden  
Stadium“ angekommen, sagt er: „In  
einem Stadium, in dem man auf der  
einen Seite grundlegende Prozesse der  
Zellentstehung und Zellentwicklung  
versteht und auf der anderen Seite die  
berechtigte Hoffnung herrscht, dass  
dies zu anwendbaren Therapien führt.  
Dieser Dualismus ist sehr spannend.“  
Und die Tumorbio-  
logie ist nach seiner  
Meinung eines der wenigen Fächer, „in  
dem sich beginnt zu zeigen, dass das  
verbesserte molekulare Verständnis der  
Krankheitsprozesse zu konkreten Ver-  
besserungen in der Therapie führt.“  
Martin Eilers hat in Münster, Tübingen  
und Edinburgh Chemie und Biochemie  
studiert. In seiner Doktorarbeit hat er  
noch ein klassisches zellbiologisches  
Thema bearbeitet. Doch dann suchte  
er nach einem Arbeitsfeld, das noch of-  
fener war. Also ging er als Postdoc nach  
San Francisco – ins Labor von Michael  
Bishop, der für die Entdeckung der  
Onkogene 1989 den Nobelpreis be-  
kam. 1991 hat Eilers am Zentrum für  
molekulare Biologie in Heidelberg sei-  
ne erste eigene Arbeitsgruppe bekom-  
men. 1997 wurde er dann Professor für  
Molekularbiologie am Institut für Mo-  
lekularbiologie und Tumorforschung  
(IMT) der Universität Marburg.  
Seither haben ihn die verschiedensten  
Universitäten – das Netherlands Can-  
cer Center, die Universität Konstanz,  
die Gesamthochschule Essen und die  
Universität Göttingen – zu gewinnen  
gesucht. Auch die Universität Würz-  
burg hat ihn schon zwei Mal vergeblich  
gerufen. Nun, beim dritten Anlauf, mit  
Erfolg: Vor allem die direkte Zusam-  
menarbeit mit Kollegen wie Manfred  
Schartl, Ralf Bargou und Hermann  
Einsele, mit denen er schon seit Jahren

im Transregio-Forschungsverbund und  
in der klinischen Forschergruppe sehr  
gewinnbringend kooperiere, habe letzt-  
lich den Ausschlag gegeben, sagt Eilers:  
„Das ist schon eine sehr forschungsin-  
tensive Landschaft hier in Würzburg.“  
Außerdem seien die „Rahmenbedin-  
gungen in Bayern einfach besser“.

### Praktische Laborarbeit soll möglichst früh beginnen

Der neue Lehrstuhlinhaber versteht  
sich als derjenige im Team, der Ideen  
produziert und Richtungen vorgibt.  
Im Labor steht er selbst schon seit 15  
Jahren nicht mehr. „Das macht keinen  
Sinn mehr“, sagt er unumwunden. Mit  
seinen Graduierten verbringe er aber  
täglich mehrere Stunden, um über de-  
ren Projekte und aktuelle Literatur zu  
sprechen. Das sei vielleicht etwas, was  
ihn auszeichne, sagt er über sich selbst.  
Ein möglichst intensives Diskussions-  
klima zu schaffen – vor allem darauf  
kommt es ihm an.

In der Lehre ist ihm wichtig, dass die  
praktische Laborarbeit möglichst früh  
beginnt: Zum einen, damit die Studie-  
renden schneller sehen, wie Wissen-  
schaft funktioniert. Zum anderen aber  
auch, damit sie Einblick bekommen,  
„wie neue Fragen entstehen, wie unsi-  
cher sie sind – und auch wo diese neu-  
en Fragen herkommen: nämlich aus der  
Auseinandersetzung mit der Literatur“.  
Anfang des neuen Jahres, so hofft Mar-  
tin Eilers, wird der Umzug seiner Ar-  
beitsgruppe nach Würzburg geschafft  
sein. Er selbst wird am Wochenende  
vorerst noch nach Marburg pendeln.  
Die jüngere seiner beiden Töchter  
steht kurz vor dem Abitur. Das soll sie  
noch in Marburg abschließen können,  
bevor auch die Familie nach Würzburg  
kommt.

*Margarete Pauli*

## Zur Person

Martin Eilers, 1960 in Bonn  
geboren, war Stipendiat der  
„Studienstiftung des Deutschen  
Volkes“ und hat Chemie und  
Biochemie an den Universi-  
täten von Münster, Tübingen  
und Edinburgh studiert. Seine  
Diplomarbeit schrieb er am  
Max-Planck-Institut Tübingen.  
Seine Dissertation fertigte er am  
Biozentrum der Universität Basel  
bei Gottfried Schatz an. Als Post-  
doctoral Fellow forschte er von  
1988 bis 1990 an der University  
of California in San Francisco –  
im Labor des Nobelpreisträgers  
Michael Bishop. 1991 wechselte  
er zurück nach Deutschland, wo  
er eine Forschungsgruppe am  
Zentrum für Molekulare Biologie  
(ZMBH) der Universität Heidel-  
berg leitete. Von 1997 bis 2008  
war er Professor für Molekular-  
biologie am Institut für Moleku-  
larbiologie und Tumorforschung  
(IMT) der Universität Marburg.  
Seit Oktober 2008 hat er die  
Professur für Physiologische  
Chemie II am Biozentrum der  
Universität Würzburg inne. Eilers  
hat 1995 den Hess-Preis der  
Deutschen Forschungsgemein-  
schaft (DFG) bekommen und  
2004 den Deutschen Krebspreis.  
Er war Fachgutachter „Moleku-  
larbiologie“ und Fachgutachter  
„Biochemie“ der Deutschen For-  
schungsgemeinschaft. Seit 2004  
ist er Sprecher des Transregio  
„Ras-dependent pathways in  
human Cancer“.

## Darwin und die Tumorbio- logie

Warum bekommen Menschen Krebs? Für Martin Eilers  
bietet Darwins Evolutionstheorie eine gute Erklärung.  
Bei Mäusen zum Beispiel lasse sich die Krebsrate mit gen-  
technischen Eingriffen senken. Deshalb geht er davon aus,  
dass beim Menschen wahrscheinlich keine Selektionsmecha-  
nismen gegen Krebs entstehen, „weil dessen Eliminierung  
kein so ganz hohes evolutionäres Ziel ist“. Vor allem weil  
Menschen in der Regel erst im höheren Alter Krebs bekom-  
men, also dann, wenn die Krankheit den Fortbestand der Art  
nicht mehr gefährdet. Für Eilers liefern „evolutionäre Kon-

zepte aber auch wichtige Sichtweisen für die Entstehung von  
Krebs“: „Die Tumorentstehung ist ein mikroevolutionärer  
Prozess, bei der eine erste mutierte Zelle schneller wächst  
und sich schneller teilt als die anderen und dadurch letztlich  
die anderen Zellen verdrängt. Das erklärt, warum es bei Tu-  
morzellen zu so vielen Mutationen kommt.“ Die Metastasen-  
bildung hingegen werde noch nicht verstanden, sei aber auch  
kein evolutionärer Prozess. „Denn wo wäre der evolutionäre  
Vorteil, Metastasen zu bilden, nachdem sie aus dem Umfeld,  
in dem sie sich bilden, auswandern?“

*Margarete Pauli*



# Zu Gast an der Uni

Der Humboldt-Preisträger Mark Marsh erforscht die Ausbreitung der HIV-Erreger in der Zelle



Mark Marsh (Foto Margarete Pauli)

## Zur Person

Mark Christopher Pakes Marsh, geboren 1953 in England, hat Zoologie studiert und 1979 promoviert. Nach Stationen in Heidelberg und Yale ging er an das Institute for Cancer Research in London, 1992 wechselte er an das Laboratory for Molecular Cell Biology (LMCB) am University College London. Dort ist er seit 2006 Direktor der Medical Research Council Cell Biology Unit und des LMCB. Im März 2007 hat er den mit 50.000 Euro dotierten Alexander-von-Humboldt-Forschungspreis erhalten.

Genau betrachtet hat seine wissenschaftliche Karriere in Heidelberg begonnen, am „European Molecular Biology Laboratory“ (EMBL). Seine Zeit dort als Postdoc sei „total inspirierend“ gewesen, schwärmt Mark Marsh noch immer. „Es war wunderbar. Ein Institut, an dem einem alle Möglichkeiten offen standen. Man konnte mit exzellenten Kollegen zusammenarbeiten.“ Damals sei er das erste Mal richtig fasziniert gewesen von Wissenschaft und von der Idee, eine wissenschaftliche Karriere zu verfolgen. Mittlerweile ist er Direktor einer renommierten zellbiologischen Forschungseinrichtung in London und einer der angesehensten Vertreter seines Fachs. Und er ist zurück in Deutschland: 2007 wurde er mit dem Humboldt-Forschungspreis ausgezeichnet. Diesen nutzt er nun für eine Kooperation mit dem Institut für Virologie und Immunbiologie an der Universität Würzburg.

Mark Marsh ist ein leidenschaftlicher Netzwerker. Kollegialität, kollegialer Austausch bedeuten ihm viel. In Deutschland pflegt er neben Würzburg Kontakte mit Wissenschaftlern in Dresden, Köln und – natürlich – Heidelberg. Entsprechend kommt ihm der Humboldt-Preis, der internationale Forschungskontakte fördern will, sehr entgegen. Für die Zukunft würde sich Marsh jedoch wünschen, dass dieses Networking noch internationaler wird. In Europa funktioniert es nach seiner Erfahrung schon gut. Er würde aber auch gerne Länder wie Peru, China oder Indien stärker eingebunden sehen.

Der 55-jährige Engländer ist Direktor des Laboratory for Molecular Cell Biology am University College in London sowie der dort angesiedelten zellbiologischen Abteilung, die vom englischen Medical Research Council (MRC) gefördert wird. Ähnlich der Deutschen Forschungsgemeinschaft ist der MRC in England die Einrichtung, mit der die öffentliche Hand Forschung finanziert.

International bekannt geworden ist Mark Marsh vor allem durch seine Arbeiten über die Aufnahme von Viren in

Zellen, über den Zusammenbau neuer Viruspartikel und über die Freisetzung von Viren aus infizierten Zellen. Mit seiner Forschung hat er wesentlich dazu beigetragen, das Wissen über die Aufnahme von Infektionserregern wie HIV und Herpesviren in Zellen zu mehren. „Konkret“, erklärt er, „versuchen wir die Signale zu verstehen, die von viralen Proteinen ausgehen und die den Verkehr in den Zellen kontrollieren – um dann herausfinden, ob die Entwicklung der Krankheit aufgehalten werden kann, wenn man diese Signale beeinflusst“. Erste Experimente, sagt er, sprächen dafür. Zusammen mit den Würzburger Virologen um die Professoren Axel Rethwilm und Sibylle Schneider-Schaulies möchte er gerne der Frage nachgehen, wie Viren die Interaktion zwischen den Zellen ausnutzen für die Übertragung und Entwicklung der Krankheit.

Bei all dem wähnt er sein Fach zurzeit in einem „goldenen Zeitalter der Biologie“: „Wir haben nun Hilfsmittel und Methoden, um Fragen zu stellen, die vor 15 oder 20 Jahren undenkbar gewesen wären“, ist er jeden Tag aufs Neue begeistert. Aber bei aller Faszination: Diese Arbeit kann auch sehr vereinnahmend sein. „Man muss sich voll zuwenden, es gibt immer Meetings, die man besuchen müsste. Da ist man dann schnell dabei, Dinge aufzuschieben, zu sagen: ‚Ich verbringe nächste Woche Zeit mit den Kindern‘“, hat er auch bei sich selbst beobachtet. „Aber dann kann es eben passieren, dass sie weg sind, bevor du es merkst.“

Deshalb versucht er bewusst, sich Zeit zu nehmen. Die verbringt er dann am liebsten mit seinen drei Töchtern. Und er fährt gern Fahrrad und wandert durchs ländliche England. Das kann er gleich von seiner Haustür aus tun. Er wohnt am südlichen Rand des Großraums von London – dort wo England ganz englisch ist und ganz in der Nähe von Charles Darwins Haus in Downe. Erst kürzlich ist er bei einem Spaziergang dort wieder vorbeigekommen.

Margarete Pauli

# Zu Gast in der Fremde

Nach Afghanistan? Stephan Wagner hat es gewagt – und kam mit guten Erfahrungen zurück

Drei Wochen lang in Afghanistan ein Chemielabor einrichten – davor hatte Dr. Stephan Wagner schon „ein etwas mulmiges Gefühl“. Doch nachdem der Chemiker im überraschend grünen Herat die vielen wissbegierigen Studenten und hilfsbereiten Dozenten kennen gelernt hatte, war er froh, es gewagt zu haben. Das Projekt gehört zum Sonderprogramm „Stabilitätspakt Afghanistan“ des Auswärtigen Amtes und wird vom DAAD koordiniert.

Im Rahmen dieses Programms hatte Stephan Wagner bereits im vergangenen Jahr eine Gruppe Studierender und ihrer Dozenten aus Herat am Institut für Anorganische Chemie der Uni Würzburg betreut, wo er als akademischer Oberrat tätig ist. Auf diesem Weg kam der Kontakt mit dem Mathematikprofessor Stephan Ruscheweyh zustande, der in Würzburg Afghanistanprojekte koordiniert und ihn wenig später fragte, ob er in Herat beim Aufbau eines Chemielabors für ein Praktikum helfen würde. Stephan Wagners Antwort war: „Das muss ich erst mit meiner Frau besprechen.“ „Die fand das aber gleich gut“, erinnert er sich.

Am 8. September flog Wagner in Frankfurt los. Da Afghan Airlines in Deutschland nicht landen darf, brachte ihn eine gecharterte Maschine einer türkischen Airline nach Kabul. „Dort ist noch viel vom Krieg zu sehen, Einschusslöcher in den Häusern und hohe Absperrungen vor den Botschaften“, erzählt er. Das einzige, was überall gut funktioniere, sei das Mobilfunknetz. Ein Handy, gespickt mit wichtigen Telefonnummern – zum Beispiel von vertrauenswürdigen Taxifahrern –, war das erste, was Stephan Wagner in die Hand bekam.

Um von Kabul nach Herat zu gelangen, brauchte es zwei Anläufe: Beim ersten Versuch hatte gerade ein Anschlag den Flughafen in Herat lahm gelegt. Die Praktikumsgeräte hatten es noch schwerer anzukommen: Erst war der Gabelstapler kaputt, dann der LKW zu klein, so dass sich die Lieferung immer wieder verzögerte. „Wirk-

lich typisch war auch die Sache mit der Eismaschine“, berichtet Wagner. „Die kam zwar überraschend pünktlich, war aber beschädigt. Dort bedeutete das nicht wie hier: Kundendienst rufen, sondern: Tüfteln.“ Wagner und seine Kollegen ersetzten die undichte Dichtung durch eine Hilfskonstruktion aus einer gekappten Einmalspritze, einem Stück Gummischlauch und auf dem Markt erstandenem Silikon.

Da einige Studenten und Dozenten sehr gut Englisch sprachen, hatte Wagner an der Universität keine Probleme, sich zu verständigen. Außerdem wurde seine Vorlesung simultan auf Farsi übersetzt. In der Stadt war er jedoch auf seine Begleiter, Said Qatali und Bakar Farangis, angewiesen. „Unsicher habe ich mich dort aber nicht gefühlt“, meint er. „Ein bisschen stressig war nur, dass mein Aufenthalt direkt in den Ramadan fiel. Essen und Trinken war also erst ab sechs Uhr erlaubt. Für mich haben sie zum Glück Ausnahmen gemacht.“ Kurz vor sechs Uhr sei es wie in Deutschland vor dem Fußball-Länderspiel: Alles eilt nach Hause, macht die letzten Erledigungen, und wenn endlich gegessen werden darf, sind die Straßen wie leergefegt.

An der Universität zeigten sich noch andere Besonderheiten der afghanischen Kultur: Als Stephan Wagner Studenten an den Geräten ausbildete, achteten die Dozenten immer auf ein ausgewogenes Verhältnis von Sunniten und Schiiten sowie von Männern und Frauen. „Studentinnen gab es relativ viele, ebenso wie hier in den Naturwissenschaften auch“, sagt Wagner, „Studenten und Studentinnen sitzen aber im Hörsaal auf getrennten Seiten.“

Das Praktikumslabor, das Wagner in Herat aufgebaut hat, ist das einzige in ganz Afghanistan. Als nächstes Projekt beantragt die Universität Herat nun ein Forschungslabor bei der Weltbank. Stephan Wagner half mit, den Antrag zu schreiben. Wenn das klappt, sieht er gute Chancen für eine Weiterentwicklung der Chemie. Ob er dann noch mal hinfährt? „Das muss ich erst mit meiner Frau klären...“ *Astrid Jahnke*



Stephan Wagner in Afghanistan.

(Foto privat)

## Zur Person

Dr. Stephan Wagner stammt aus Mühlacker. Er hat in Karlsruhe Chemie studiert und bei Professor Reinhold Tacke promoviert, der ihn 1995 mit nach Würzburg nahm. Am Institut für Anorganische Chemie hat Wagner seitdem eine Ratsstelle. Der 42-jährige hat drei Kinder im Alter von drei bis sieben Jahren. Vom 8. bis 29. September 2008 richtete er ein Praktikumslabor in Herat ein. Finanziert wurde das Projekt vom Stabilitätspakt Afghanistan des Auswärtigen Amtes.



## Ein Gewinn für alle Beteiligten

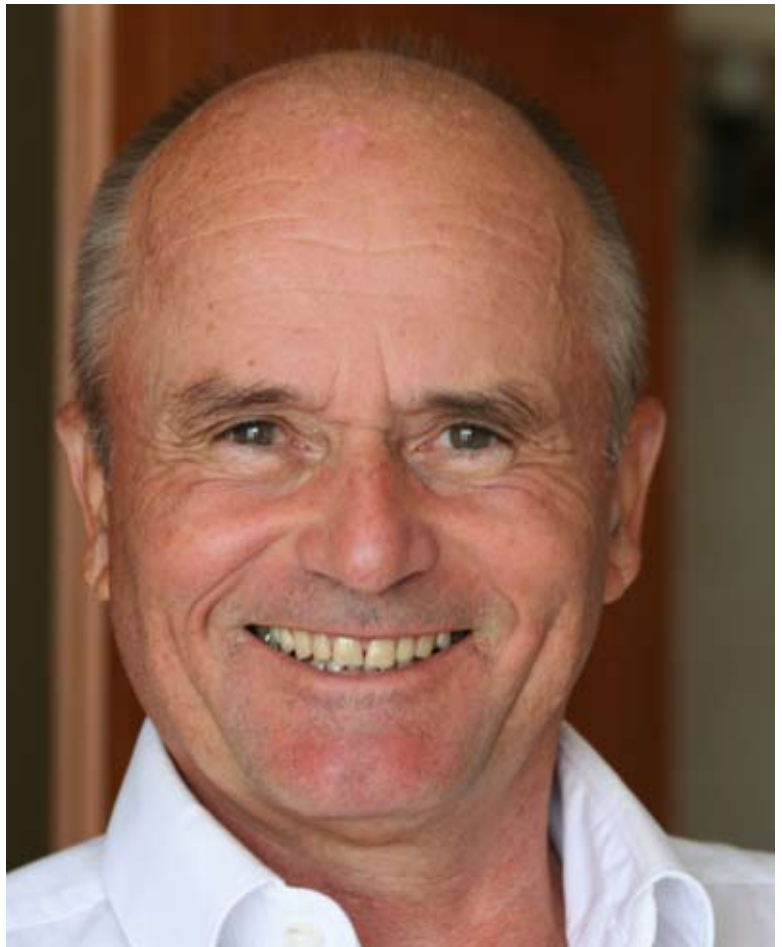
Was Juniorprofessoren sind, dürfte sich inzwischen herumgesprochen haben. Aber was macht eigentlich ein Seniorprofessor? An der Universität Würzburg gibt es die ersten Exemplare dieser neuen Gattung schon. Der Physiker Werner Hanke ist einer von ihnen.

„Ich bin total begeistert, dass ich die Chance habe, auf diese Weise meine Arbeit fortzusetzen.“ Werner Hanke ist die Freude über seinen neuen Status als „Seniorprofessor“ anzuhören. Im vergangenen Juli ist der Physiker 65 Jahre alt geworden; wäre alles den regulären Gang des deutschen Paragrafenwesens gegangen, hätte der Inhaber des Lehrstuhls für Theoretische Physik I an der Universität Würzburg sich zum Ende des Sommersemesters 2008 in den Status des „Emeritus“ verabschiedet und fortan viel Zeit mit seinen Hobbys verbracht. Darauf hatte Hanke allerdings keine rechte Lust. „Ich habe für meine Projekte noch ausreichend Drittmittel zur Verfügung, über die unter anderem ja auch etliche Mitarbeiter ihre Stellen finanziert bekommen. Und meine Partner in den USA und Japan haben mir auch signalisiert, dass sie gerne weiter mit mir zusammenarbeiten wollen“, erzählt Hanke.

Tatsächlich hatte Hanke wenige Monate zuvor ein Angebot aus Kalifornien erhalten, dort hätte man ihn gerne auch jenseits der 65 als Professor beschäftigt hätte. Soweit wollte der Physiker allerdings nicht gehen: „Ich fühle mich an der Universität Würzburg sehr wohl, sowohl in der Forschung als auch in der Lehre“, sagt Hanke. Kein Grund also, dauerhaft ins sonnige Kalifornien umzuziehen – wo er doch dort sowieso mindestens zwei Monate im Jahr zum Forschen verbringt. Die Lösung für den Spagat zwischen Emeritierung und Wechsel ins Ausland fand sich dann im Gespräch mit der Hochschulleitung. Ihr Name: Seniorprofessur.

### Kein Geld und keine Stellen von der Universität

„Ich stehe der Universität weiterhin in Forschung und Lehre zur Verfügung; nehme ihr – und natürlich auch meinem Nachfolger – aber keine Stellen und keine Mittel weg, da ich meine gesamten Projekte über Drittmittel finanziere“, schildert Hanke die getroffene Vereinbarung. Somit würden



Werner Hanke, einer der ersten Seniorprofessoren an der Uni Würzburg. (Foto privat)

beide Seiten von der Seniorprofessur profitieren: Hanke, der weiterhin seiner Leidenschaft – der theoretischen Physik – nachgehen kann. Und die Universität, die in schwierigen Zeiten weiter auf die Erfahrung und das Wissen eines bewährten Hochschullehrers zurückgreifen kann, der auch in den kommenden Jahren Lust dazu hat, sein ganzes Potenzial einzubringen. Und schwierig seien die Zeiten allemal: In der Lehre, wo die Umstellung auf den Bachelor und Master und weitere neue Regelungen eine „große Herausforderung“, darstellen. Aber natürlich auch in der Forschung, wo die Konkurrenz der Hochschulen untereinander um

Geld und Titel, wie beispielsweise den der „Elite-Universität“, deutlich gewachsen ist.

Von der positiven Wirkung der Zusammenarbeit zwischen Seniorprofessoren und jungen Kollegen ist Hanke überzeugt – „das sehe ich jedes Mal, wenn in den USA bin“, sagt er. An der Universität von Santa Barbara treffe er beispielsweise regelmäßig seinen 75 Jahre alten Kollegen, der erst vor drei Jahren emeritiert wurde und der jetzt noch, mit dem von ihm eingeworbenen Geld, weiter forschen darf. Um diese Flexibilität benedict Hanke seine amerikanischen Kollegen: „Dort sind die Hochschulen darum bemüht, aktive

Wissenschaftler so lange wie möglich in Forschung und Lehre zu integrieren.“ Angst, dass die Seniorprofessoren keine Spitzenleistungen mehr bringen, sei nicht angebracht. Das regelt sich über das Geld: „Wer nicht mehr in der Lage ist, auf internationalem Niveau zu forschen, wird auch sehr schnell keine Drittmittel mehr bekommen“, sagt Hanke.

Werner Hanes Arbeitsgebiet ist die theoretische Festkörperphysik; in ihrem Mittelpunkt stehen grundlegende Eigenschaften bestimmter Materialien, wie beispielweise der Widerstand oder das magnetische Verhalten eines Metalls. Der Physiker versucht, diese Eigenschaften aus den mikroskopischen Bausteinen, den Elektronen und Ionen, abzuleiten. Dabei nutzen er und seine Mitarbeiter sogenannte Super-Computer mit gigantischen Rechenleistungen. In Deutschland gibt es gerade mal drei Exemplare, die schnell genug sind, um diese Arbeiten in angemessener Zeit erledigen zu können. Im vergangenen Jahrzehnt hat sich Hanke darauf konzentriert, den mikroskopischen Mechanismus aufzu-

klären, welcher der Hochtemperatur-Supraleitung zugrunde liegt.

Supraleitung heißt: Ein Stromleiter transportiert Strom ohne den geringsten Widerstand. „Das ist beispielsweise für die Speicherung von Energie interessant“, erklärt Hanke. Damit könnten Kraftwerke Strom, der momentan nicht gebraucht wird, sozusagen auf eine Kreisbahn schicken, auf der sich die den Strom aufbauenden Elektronen verlustfrei bewegen – so lange, bis sie in Form von Strom benötigt werden. Mit Supraleitern ließen sich aber auch sehr viel bessere Chips für Computer herstellen als dies heute der Fall ist.

Supraleitung ist ein Effekt, der zurzeit erst bei sehr tiefen Temperaturen auftritt. „Momentan liegt die höchste Temperatur, ab der ein bestimmtes Material supraleitend wird, bei etwa minus 150 Grad Celsius“, sagt Hanke. Physiker träumen allerdings davon, diesen Wert auf das Niveau von Zimmertemperatur zu bringen. Dabei sind die Theoretiker gefragte Experten: „Wir versuchen, Voraussagen zu machen, welche Materialien wie zusammengesetzt werden

müssen, damit sie bei möglichst hohen Temperaturen supraleitend werden“, sagt Hanke. Dafür arbeitet der Physiker mit Kollegen in Kalifornien und in Japan zusammen.

Dass er dies als Seniorprofessor auch in den kommenden Jahren tun können, dafür ist Hanke sehr dankbar – der Universität und ganz besonders seiner Fakultät. Das gute Klima dort und die angenehme Atmosphäre seien mitverantwortlich, dass sich der Wechsel vom Lehrstuhlinhaber zum Seniorprofessor so problemlos habe vollziehen können – sagt er. Klar gebe es auch Details, die noch besser geregelt sein könnten, wie beispielsweise die Frage, wie viel Platz eigentlich einem „Senior“ zur Verfügung stehen sollte oder wie stark er eine Sekretärin in Beschlag nehmen darf. Darüber sollte die Universität nach Hanes Meinung noch nachdenken, um mögliche „Definitionslöcher füllen“ zu können. Dann stehe dem Projekt „Seniorprofessur“, von dem beide Seiten nur profitieren könnten, keine Hürde mehr im Weg.

*Gunnar Bartsch*



# Mathe mit dem Kutzer-Zug

Studierende lieben die Lernwerkstatt und hassen den Weg dorthin

Wie bei einem privaten Spiele-Treff geht das hier zu. Der Raum ist klein und ziemlich schummrig, an den Tischen wird gewürfelt und mit Karten hantiert. Eine junge Frau legt nummerierte Scheiben in die Vertiefungen eines Brettes. Zwei andere platzieren fein säuberlich Holzwürfelchen in die Waggons einer Mini-Eisenbahn.

Würfelchen – das wäre ja noch in Ordnung bei einem Treffen von spielbegeisterten Erwachsenen. Aber die Eisenbahn? „In jeden Waggon passen zehn Klötzchen“, erklärt Hannah Eder. „Wenn das in den Köpfen der Kinder verankert ist, können sie damit sehr schön rechnen lernen.“ Die junge Frau studiert an der Uni Würzburg Sonderpädagogik im ersten Semester. Heute erfährt sie im Seminar von Walter Goschler, mit welchen Lernmaterialien sie auch leistungsschwächeren Kindern Mathematik beibringen kann.

Im Wechsel mit ihrer Kommilitonin Hannah Lang erklärt sie den anderen Seminarteilnehmern, was mit der Eisenbahn so alles geht. „In einem Waggon sind sechs Klötzchen, das Kind soll noch weitere sechs dazutun. Wenn es vier hineingelegt hat, ist der Waggon voll, die restlichen zwei Klötzchen muss es in einen leeren Wagen tun.“ Derart spielerisch lernen Kinder beispielsweise, wie Zahlen sich teilen lassen (sechs ist gleich vier plus zwei). Und es erleichtert ihnen das Rechnen mit dem Zehnerübergang. Denn sollen sie zum Beispiel sechs plus sechs im Kopf ausrechnen, so fällt ihnen das leichter, wenn sie erst sechs plus vier ist zehn rechnen und am Ende noch den Rest zwei hinzufügen. Nun stellen auch die anderen Studierenden die Materialien vor, mit denen sie sich zuvor

in Zweiergruppen beschäftigt haben. Da gibt es ein Brettspiel mit dem Namen „Räuber und Goldschatz“, da sind verschiedene Schüttelboxen mit Holzperlen drin, das Zauberdreieck oder der Kutzer-Zug. Das ist die kleine Eisenbahn, benannt nach ihrem Erfinder Professor Reinhard Kutzer.

Allerdings wird den Studierenden im Seminar nicht nur der Umgang mit den Lernmaterialien vermittelt. Dozent Walter Goschler hat ihnen zuerst eine Einführung in die fachdidaktischen Grundlagen des struktur- und niveaorientierten Lernens nach Kutzer gegeben. Auch das aktiv-entdeckende Lernen nach dem Konzept „mathe 2000“ hat er präsentiert.

Zehn Studentinnen und ein Student sind heute zu dem Mathe-Didaktik-Seminar gekommen. Es findet in der Lernwerkstatt des Instituts für Sonderpädagogik statt, die aus Studienbeiträgen finanziert wird. In der ersten Aufbauphase hat das Institut für rund 30.000 Euro knapp tausend verschiedene Lernmaterialien angeschafft. Die studentischen Hilfskräfte von der Ausleihe der Lernwerkstatt werden ebenso aus Studienbeiträgen bezahlt

wie Walter Goschler. Der bietet neben Seminaren zur Mathe-Didaktik unter anderem auch welche zur Deutsch-Didaktik oder zum Offenen Unterricht an. „Die Lernwerkstatt mit den Seminaren soll die Studierenden in die Lage versetzen, Lernprozesse zu strukturieren und zu analysieren“, sagt er. Sie sei ein Instrument zur Verknüpfung von Theorie und Praxis in der Lehrerbildung. Sie biete den Studierenden die Möglichkeit, sich auf Formen des offenen Unterrichts sowie auf handlungsorientiertes Lernen und Arbeiten in Projekten vorzubereiten. „Die Verbindung von fachdidaktischen Prinzipien und didaktischen Lernmaterialien dient der Durchdringung und Strukturierung von Lerngegenständen.“

Der Unterricht von Walter Goschler und die Lernwerkstatt kommen bei den Studierenden offensichtlich sehr gut an. „Mir gefällt, dass ich hier schon im ersten Semester Bezug zur Praxis bekomme“, sagt Hannah Lang, „dass ich jetzt schon sehe, was ich später als Lehrerin im Unterricht alles machen kann.“ Auf jeden Fall wolle sie in den kommenden Semestern noch mehr Seminare in der Lernwerkstatt besuchen. Begeistert ist auch Hannah Eder. „Wir erfahren hier, wie Kinder denken, und wie man sie mit den unterschiedlichsten Materialien an ihren jeweiligen Leistungsstufen abholen kann.“

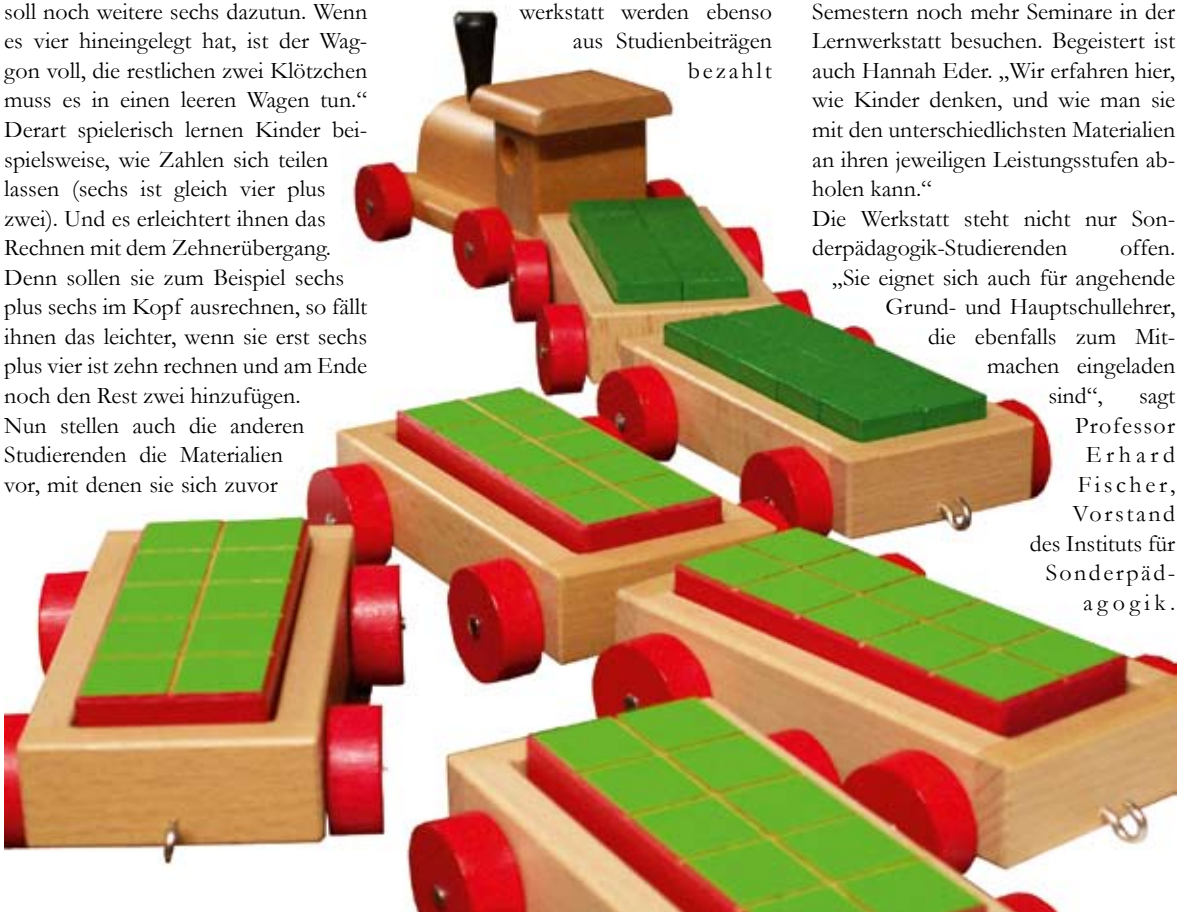
Die Werkstatt steht nicht nur Sonderpädagogik-Studierenden offen.

„Sie eignet sich auch für angehende Grund- und Hauptschullehrer,

die ebenfalls zum Mitmachen eingeladen sind“, sagt

Professor Erhard Fischer, Vorstand

des Instituts für Sonderpädagogik.



Eine weitere Besonderheit: In den Seminaren sitzen Studierende aus verschiedenen Semestern, und dieser „Generationen-Mix“ bringt Vorteile. So kann zum Beispiel eine Studienanfängerin von einer älteren Kommilitonin hören, welche Erfahrungen die bei ihrem Praktikum in einer Förderschule gemacht hat.

Allerdings ist da auch ein dicker Wermutstropfen: Die Lernwerkstatt ist in zwei Räumen im Würzburger Blindeninstitut untergebracht. Das liegt in der Ohmstraße und damit weit weg vom Wittelsbacherplatz, dem „Stammhaus“ der Sonderpädagogen. Mit dem Bus ist das Blindeninstitut nur umständlich zu erreichen.

„Vom Wittel aus brauchen wir fünf Minuten zum Frauenlandplatz. Dort nehmen wir den 6er-Bus, steigen am Theater um und laufen dann von der Nürnberger Straße aus noch mal zehn Minuten zu Fuß bis hierher“, klagt ein Student. Das dauere deutlich länger als eine halbe Stunde, und darum komme er immer zu spät – denn vor dem Seminar in der Lernwerkstatt hat er noch eine andere Lehrveranstaltung am Wittelsbacherplatz. Das Fahrrad? Ist keine gute Alternative. Die Strecke ist lang und teils steil, die Wegführung wirr.

Warum die Werkstatt so weit ab vom Schuss liegt? Wegen der Raumnot, die an der Uni allgegenwärtig ist. „Am Wittelsbacherplatz und in den umliegenden Gebäuden waren trotz aller Bemühungen keine geeigneten Räume zu bekommen“, bedauert Walter Goschler. Fündig wurde er schließlich beim Blindeninstitut, das den Sonderpädagogen zwei Kellerräume überlassen hat. „Wir zahlen dafür keine Miete, nur die Bewirtschaftungskosten. Im Gegenzug darf das Blindeninstitut die Lernwerkstatt mitnutzen“, sagt Goschler.

Um die Werkstatt zumindest virtuell näher an den Wittelsbacherplatz zu



In der Lernwerkstatt der Sonderpädagogik: Dozent Walter Goschler erklärt den Studentinnen Hannah Eder (links) und Hannah Lang die Vorteile des Kutzer-Zugs. (Foto Robert Emmerich)

bringen, haben die Sonderpädagogen eine Kooperation mit der Universitätsbibliothek gestartet: Die nimmt nach und nach die Materialien in ihren Katalog auf, so dass sie online recherchierbar sind. Im Katalog können die Studierenden dann auch sehen, welche Sachen in der Werkstatt präsent sind und welche nicht. Denn Zauberdreieck, Kutzer-Zug & Co. dürfen auch ausgeliehen werden. Zum Konzept gehört es außerdem, dass die Studierenden auch selbst Lernmaterialien herstellen – zugeschnitten auf die jeweils speziellen Bedürfnisse verschiedener Schüler.

„In Bayern ist unsere Lernwerkstatt einzigartig“, sagt Professor Fischer. Dass ihre Bestände wachsen werden, ist eingeplant. Es sollen auch spezielle Materialien für den individuellen Lernbedarf von Schülern erstellt und didaktische Konzepte für ihren Einsatz erarbeitet werden. Und das Raumproblem? Hier hofft Fischer auf die Um- und Neubaumaßnahmen, die derzeit am Wittelsbacherplatz anlaufen: „Für ein Angebot, das bei den Studierenden so gut ankommt, sollten dort bald Räume zur Verfügung gestellt werden.“

Robert Emmerich



# Karibu in Tansania

Sabine Metzger (22) studiert an der Universität Würzburg Sonderpädagogik im 7. Semester. Im Sommer hat sie ein zweimonatiges Praktikum in einem Waisenhaus in Tansania absolviert. Was sie in dieser Zeit erlebt hat, hat sie für Blick aufgeschrieben.

„Du willst ein Praktikum in Tansania machen?“ Ein wenig entsetzt haben viele meiner Freunde reagiert, als ich ihnen erzählte, dass ich im August als Volunteer ins Msamaria Centre, einer Straßenkinderschule mit angeschlossenen Heim in Moshi/Tansania gehen würde. Auf dieses Angebot war ich durch Zufall im Internet gestoßen – vermittelt durch die Organisation *World Unite*. Und dann folgte: „Wo liegt das denn?“. Genau diese Frage hatte ich mich mir auch gestellt – und bin zwei Monate später in die Kleinstadt am Fuß des Kilimanjaro aufgebrochen.

„Karibu“: Mit einem herzlichen Willkommen haben mich meine Gastmutter und am Tag darauf auch die Kinder und Lehrer des Msamaria Centres in Moshi empfangen. In diesem Waisenhaus leben zurzeit 30 Kinder, darunter nur zwei Mädchen. Die Jüngsten sind drei Jahre, die Ältesten um die 15 Jahre alt, genaue Geburtsdaten kennt niemand. Viele von ihnen haben Wochen oder sogar Jahre auf der Straße gelebt, bevor sie in dem Heim aufgenommen wurden. Einige haben noch Eltern oder Verwandte in Moshi, andere sind tatsächlich Waisen – aber auch darüber gibt es keine verlässlichen Unterlagen.

Vor allem in den Sommermonaten arbeiten im Msamaria Centre viele Volunteers. So sind die Kinder ausländische Praktikanten gewöhnt und nehmen sehr schnell von sich aus Kontakt auf. Was in meinem Fall angesichts einiger Sprachprobleme nicht ganz einfach war: Obwohl die Kinder mehrere Jahre lang Englischunterricht gehabt hatten, können nur die Wenigsten mehr als eine Begrüßung formulieren. Und meine Suaheli-Kenntnisse gingen am Anfang ebenfalls nicht darüber hinaus. Doch Kommunikation geht auch anders: Mit einem Fußball konnte ich mit den Kindern schnell in Kontakt kommen. Und mit der Unterstützung meiner Gastfamilie, hilfsbereiter Lehrer und sehr motivierter Kinder, die mir alle Suaheli beibringen wollten, habe ich schnell zu-



Sabine Metzger im Kreise einiger ihrer Schüler am Msamaria Centre. (Foto privat)

mindest die wichtigsten Worte für den Unterricht gelernt.

Das Msamaria Centre ist gerade mal ein Jahr alt. Das macht sich in vielen Bereichen bemerkbar: Der Tagesablauf ist noch sehr unorganisiert, das Gebäude ist noch unfertig. Während meines Praktikums stand die Renovierung an. Alle Lehrer, Volunteers und einige der Kinder haben mitgeholfen, die Außenwände und Räume zu streichen. Und dank einer Spende gibt es jetzt sogar für jedes Kind einen Tisch und einen Stuhl.

## Erstaunte Blicke im ersten Kunstunterricht

Auch inhaltlich muss sich noch einiges ändern. Ein pädagogisches Konzept, wie man es aus Europa kennt, gibt es nicht. Vielmehr unterrichten viele Erwachsene, die keine Lehrerausbildung haben. Kein Wunder, dass sich der Unterrichtsstil von Einheimischen und Volunteers stark unterscheidet: Da trafen Prügelstrafe, Nachsprechen, Auswendig-Lernen und Von-der-Tafel-Abschreiben auf Malen, Spiele im Unterricht und individuelle Förderung. In meiner ersten Kunststunde blickten mich zehn große, erstaunte Kinderau-

gen an, die nicht verstanden, wieso sie einen Elefanten malen sollten. An der Sprache konnte es nicht liegen, hatte ich mir doch extra vor der Stunde die Wörter „zeichnen“ und „Elefant“ beigebracht. Erst mit der Zeit wurde mir klar, dass die Erstklässler noch nie zuvor eine Kunststunde gehabt hatten. Für sie hatte Schule bisher aus Lesen, Schreiben und Rechnen bestanden.

Glücklicherweise habe ich mich mit den Lehrern sehr gut verstanden. Wir konnten intensive Diskussionen über die unterschiedlichen Erfahrungen aus unseren Ländern führen. Darüber hinaus haben sie uns Volunteers völlige Freiheit bei der Unterrichtsgestaltung gelassen. Eine Stunde vorzubereiten ist allerdings auf eine ganz andere Art als in Deutschland schwierig: Zwar verfügt die Schule über Bücher – die stammen jedoch zum Großteil von Spendern, die die Bedürfnisse der Schule nicht kannten. Deswegen gibt es von jedem Buch nur ein einziges Exemplar. Selbst Arbeitsbücher existieren nicht in einer Klassenstärke und sind überdies meistens für englische Muttersprachler konzipiert. Wer Arbeitsblätter kopieren will, steht vor einem weiteren Problem: Das Msamaria Centre verfügt über kei-

nen Kopierer. Und selbst das Schreib- und Malpapier ist im Zimmer des Direktors eingeschlossen.

Deswegen habe ich mich öfter mit anderen Volunteers getroffen, um gemeinsam etwas vorzubereiten. Aus Salz, Mehl, Wasser und Lebensmittelfarbe lässt sich Knete herstellen, aus ähnlichen Zutaten Fingerfarbe, Bettlaken dienen als großes Malpapier. Mein Abschlussprojekt, bei dem die Kinder ihre Hände drucken konnten, lief dann schon wesentlich besser. Jedenfalls hatten alle viel Spaß dabei.

Nicht nur der Unterricht unterscheidet sich deutlich von dem in Deutschland; auch das normale Alltagsleben verläuft in Tansania ganz anders.

### Ein unnötiger Schreck beim ersten Stadtbummel

Lebensmittel werden nur auf dem Markt gekauft, Kleidung findet man auf riesigen Second-Hand-Märkten oder an Kanga-Ständen mit den traditionellen, bunten Tüchern afrikanischer Frauen. Preisschilder gibt es nicht, Handeln scheint ein Volkssport zu sein. Bei Weißen ist der Einstiegspreis wesentlich höher; kann man das Gespräch auf Suaheli führen, sinkt er etwas schneller, alles Weitere ist Verhandlungsbasis. Jeder Verkäufer testet zunächst, ob der potenzielle Käufer die realen Preise kennt oder nicht.

Genauso ungewohnt wie das Verhandeln empfand ich meinen ersten Stadtbummel alleine. Ich hatte noch die Warnungen von Freunden und Familie zu Hause im Ohr, wie gefährlich solch eine Stadt sein könne, wie sehr ich aufpassen müsse. Deshalb war ich auch ziemlich erschrocken, als mich sofort einige Männer bestürmten. Doch von Gefahr keine Spur: Die meisten wollten nur wissen, woher ich kam; viele waren neugierig, wollten Nachrichten aus Deutschland hören. Andere wollten mir etwas verkaufen, einer begrüßte mich mit „Guten Tag“, da er schon einmal in Deutschland gewesen war und noch einige deutsche Wörter beherrschte. Prinzipiell sind Gastfreundschaft und das Interesse an Ausländern in Tansania sehr groß. Allerdings halten viele Afrikaner weiße Menschen für reich und wohlhabend und versuchen deshalb, ihr Ware zu einem überbewerteten Preis zu verkaufen. Da kann die Taxifahrt schon einmal das 50- oder sogar

100-fache vom normalen Preis kosten. Reisen durch Afrika sind – zumindest dann, wenn man wie die Einheimischen mit Bussen quer durchs Land fährt – äußerst erlebnisreich. Die Fahrt dauert zwar lange, ist aber sehr günstig. Auf dem Weg an die Küste war ich mit solch einem Bus unterwegs, der – typisch afrikanisch – nach einem Umbau fünf Leute in einer Reihe unterbringt. Während der Fahrt habe ich bei afrikanischen Temperaturen die unglaubliche Weite des Landes kennen gelernt, eine Giraffe am Straßenrand gesehen, den feuerroten Sonnenaufgang bestaunt und wurde über unzählige Schlaglöcher geschüttelt. Am Meer angekommen, bin ich mit der Fähre für einige Tage nach Sansibar übersetzt.

Auf Sansibar verschmelzen indische und afrikanische Bräuche. Durch die hohe Luftfeuchtigkeit verfärben sich die Häuserwände schwarz oder der Putz bröckelt, es duftet nach indischen Gewürzen, und auf dem Markt gibt es Früchte, von denen ich weder wusste, wie sie heißen, noch dass es sie gibt. An den Ständen findet man feine Schnitzereien aus dunklem Holz und prächtige, bunte Stoffe. In kleinen Läden

brennen die Besitzer ihren Kunden die gewünschte Musik direkt vom Computer auf CD. Während des Ramadans ist Essen und Trinken in der Öffentlichkeit verboten. Doch jede Nacht verwandeln sich die Straßen und Plätze bei Kerzenschein in riesige Buffets mit Fleischspießen, Fisch, Pommes und Früchten.

Fährt man eine weitere Stunde mit dem „Daladala“, dem afrikanischen Linienbus, betritt man feinkörnigen weißen Sandstrand, blickt auf türkisblaues Wasser des Indischen Ozeans und staunt über die Menge an Holzbooten, in denen entspannte und scheinbar immer gut gelaunte Fischer ihrer Arbeit nachgehen.

Schnell hatte ich mich an den afrikanischen Lebensstil gewöhnt. Die Vorstellung, bald wieder im organisierten, herbstlichen Deutschland zurück zu sein und mich nach Terminen, Busfahrplänen oder Vorlesungszeiten richten zu müssen, kam mir in Tansana wenig verlockend vor. Und mitten in diesen Gedanken hinein fragt ein Schüler meiner Klasse: „Kommst du eigentlich nächste Ferien wieder?“

*Sabine Metzger*



Auf Busreise in Tansania

(Foto Sabine Metzger)

# Andere Länder, andere Sitten

Überall dort, wo Menschen aus unterschiedlichen Ländern zusammen kommen, drohen kulturell bedingte Missverständnisse. In einem neuen Projekt vermittelt die Universität Würzburg deshalb seit diesem Semester ihren Studierenden interkulturelle Kompetenz. Das Angebot wird aus den Studienbeiträgen finanziert.

Kopfschütteln bedeutet in Indien, Bulgarien und Griechenland „Ja“. In einigen asiatischen Ländern gilt es als besonders höflich, bei einer Einladung zum Essen direkt nach dem letzten Bissen aufzustehen und zu gehen. Isst man in Spanien seinen Teller, ganz nach deutscher Manier, restlos leer, zeigt man damit dem Gastgeber: „Ich habe noch Hunger, das war mir zu wenig“.

Kulturelle Unterschiede betreffen alle Bereiche des Lebens, und Missverständnisse sind somit vorprogrammiert, wenn Menschen unterschiedlicher Kulturkreise aufeinander treffen. Wie man diese Missverständnisse erkennen und einen Weg finden kann, mit ihnen, mit einer fremden Kultur möglichst konfliktlos umzugehen – das will das in diesem Semester gestartete, fakultätsübergreifende Projekt „Globale Systeme und interkulturelle Kompetenz“ (GSiK) Studierenden der Universität Würzburg vermitteln.

Initiator des Projekts ist der Jurist Eric Hilgendorf. Erfahrungen mit seinen ausländischen Doktoranden hatten den Inhaber des Lehrstuhls für Strafrecht auf die Idee gebracht, GSiK an der Universität Würzburg ins Leben zu rufen. Bunt gemischt aus Ländern wie der Mongolei, Amerika oder Korea hatte jeder Einzelne seine ganz eigenen Probleme mit der fremden deutschen Kultur.

„Vor allem die eher zurückhaltenden Koreaner tun sich oft schwer mit der Art der Deutschen“, so Hilgendorf. Meist trauten diese sich einfach nicht direkt nach Hilfe zu fragen, sondern warteten darauf, sie angeboten zu bekommen. „Dies ist in der koreanischen Kultur selbstverständlich. Doch in Deutschland kann man mit diesem Verständnis im Zweifel lange warten“, so Hilgendorf.

An dem Projekt beteiligt sind unter anderem die Juristische Fakultät, die Wirtschaftswissenschaften, Sinologen, Indologen, das Institut für Slavistik, die Pädagogen und Biologen. Fachleute aus verschiedenen Disziplinen und aus unterschiedlichen Ländern vermitteln in Kursen interkulturelles Wissen und üben mit den Teilnehmern Problemlöse-Techniken ein. Dort sind dann auch die Gäste aus dem Ausland gefragt: „Im Rahmen des GSiK-Projekts werden die Rollen mal getauscht: Ausländer, die zum Studieren nach Würzburg gekommen sind, werden zu Dozenten, die ihr Wissen an uns weitergeben“, so Hilgendorf.

Ziel des Projekts ist es, der ständig wachsenden Bedeutung von interkultureller Kompetenz angesichts einer wachsenden Multikulturalität und der fortschreitenden Globalisierung Rechnung zu tragen. „In jedem Unternehmen werden Leute gebraucht, die wissen, wie man mit Partnern aus anderen

Ländern umgeht. Interkulturelle Kompetenz ist neben Sprachkenntnissen oder Auslandserfahrung eine wichtige Sonderqualifikation und verschafft einen weiteren Vorteil auf dem Arbeitsmarkt“, so Hilgendorf. Studierende der Universität Würzburg sollen sich durch diese Schlüsselqualifikationen von anderen Studenten abheben. Hilgendorf erhofft sich für die Zukunft des Projekts, dass „interkulturelle Kompetenz ein Leistungsmerkmal für Würzburg wird“.

Das Angebot steht für Studierende aller Fachrichtungen offen. Tatsächlich ist dies einer der Grundgedanken des Projektes: Offenheit für alle. Womit laut Eric Hilgendorf auch gemeint ist: Verständlichkeit für alle. „Auch ein Germanist muss beispielsweise in den Seminaren über deutsch-türkische

Rechtsfragen alles verstehen können“,

so der Jurist. Der Besuch der Seminare soll durch die Vergabe von Credit Points oder die Ausstellung von Zertifikaten in das Studium integriert werden.

Von Vorträgen über den Zusammenhang von Recht und Kultur über Seminare zum Thema Globalisierung bis hin zu gespielten Verhandlungen mit getauschten Rollen

reicht das Themenspektrum des GSiK-Projekts momentan. So trafen sich Anfang November Studie-

rende, um die Gerichtsverhandlung über den sogenannten „Ehrenmord“ an der jungen Türkin Hatun Sürücü, der im Februar 2005 Deutschland erschüttert hatte, nachzustellen. Diesmal allerdings mit vertauschten Seiten: Studierende mit Migrationshintergrund übernahmen die Rolle der Staatsanwaltschaft; Studierende ohne Migrationshintergrund schlüpften in die Rolle der Verteidiger des Angeklagten. Auf diese Weise wollten die Veranstalter den Studierenden einerseits das Fremde nahe bringen und ihnen andererseits die Grenzen der interkulturellen Sensibilität an dem besonders brutalen Beispiel des Ehrenmordes klar machen. Umrahmt wurde die „Scheinverhandlung“ von drei Referaten, in denen es unter anderem um die Stellung der Frau in der Türkei und – im Vergleich dazu – um die Stellung der türkischen Frau in Deutschland ging.

„Die Resonanz war riesig“, freut sich Eric Hilgendorf. Nach der Veranstaltung hätten vor allem türkische Frauen mit und ohne Kopftuch heftig weiterdiskutiert. Diese Art, Wissen über fremde Kulturen nicht rein theoretisch zu vermitteln, hält Hilgendorf für besonders wichtig, er fordert „weniger Wissenschaft und dafür mehr Praxis“.

Carolyn Markert







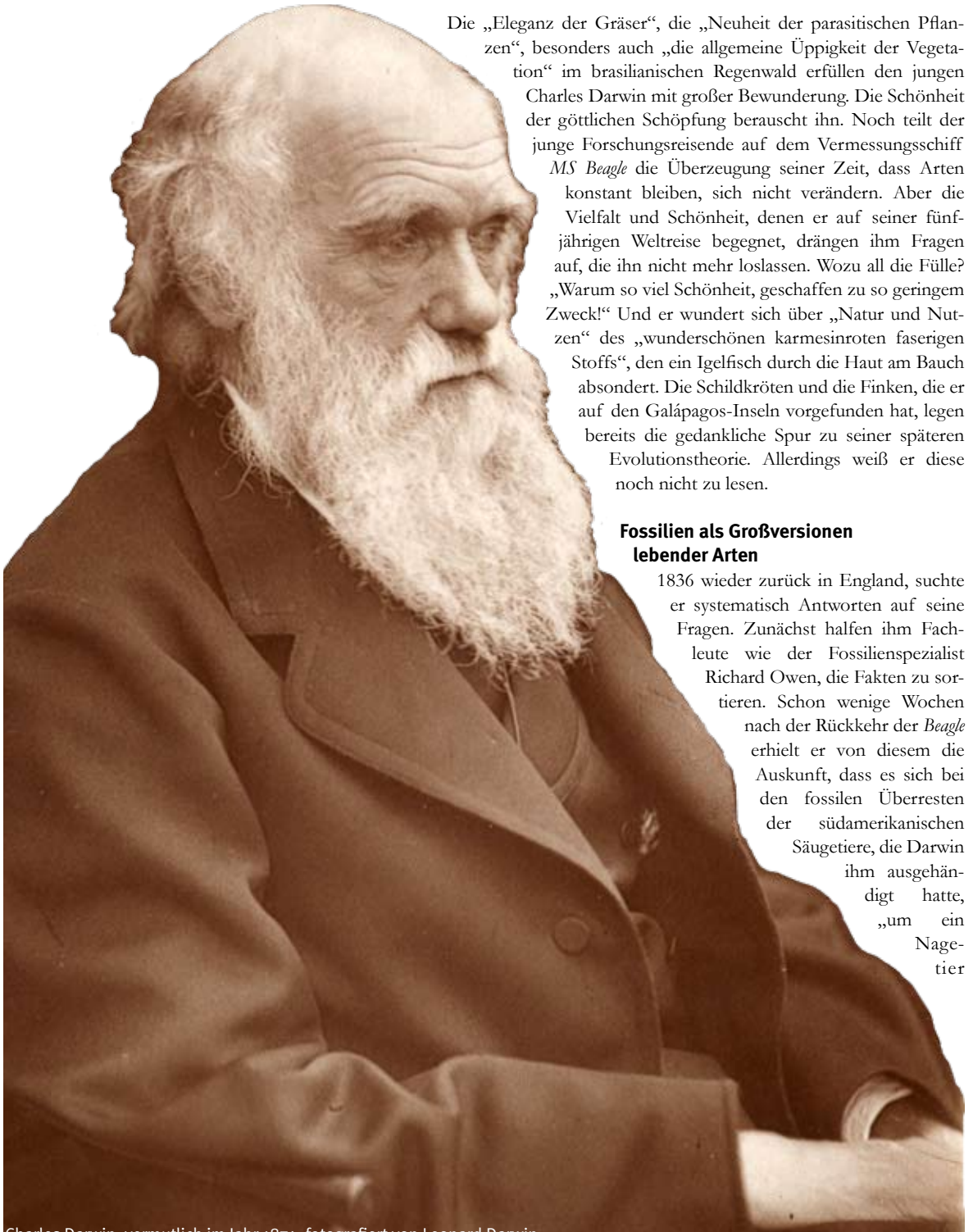
# VOM URSPRUNG DER ARTEN

Vor 200 Jahren – am 12. Februar 1809 - wurde Charles Darwin in Shrewsbury, England, geboren. Vor 150 Jahren – am 24. November 1859 – veröffentlichte er sein Hauptwerk „On the Origin of Species“. Darin liefert Darwin die erste streng naturwissenschaftlich orientierte Erklärung für die Vielgestaltigkeit des Lebens. Seine Arbeit bildet die Grundlage der modernen Evolutionstheorie und markiert einen entscheidenden Wendepunkt in der Geschichte der Biologie. Und noch heute bildet sie die Grundlage für mannigfaltige Forschungsprojekte – auch an der Universität Würzburg. Angefangen bei Biologen, über Literaturwissenschaftler bin hin zu – natürlich – Theologen.



# Sammler aus Leidenschaft

Charles Darwin und die Entwicklung der Evolutionstheorie



Die „Eleganz der Gräser“, die „Neuheit der parasitischen Pflanzen“, besonders auch „die allgemeine Üppigkeit der Vegetation“ im brasilianischen Regenwald erfüllen den jungen Charles Darwin mit großer Bewunderung. Die Schönheit der göttlichen Schöpfung berauscht ihn. Noch teilt der junge Forschungsreisende auf dem Vermessungsschiff *MS Beagle* die Überzeugung seiner Zeit, dass Arten konstant bleiben, sich nicht verändern. Aber die Vielfalt und Schönheit, denen er auf seiner fünfjährigen Weltreise begegnet, drängen ihm Fragen auf, die ihn nicht mehr loslassen. Wozu all die Fülle? „Warum so viel Schönheit, geschaffen zu so geringem Zweck!“ Und er wundert sich über „Natur und Nutzen“ des „wunderschönen karmesinroten faserigen Stoffs“, den ein Igel fisch durch die Haut am Bauch absondert. Die Schildkröten und die Finken, die er auf den Galápagos-Inseln vorgefunden hat, legen bereits die gedankliche Spur zu seiner späteren Evolutionstheorie. Allerdings weiß er diese noch nicht zu lesen.

## Fossilien als Großversionen lebender Arten

1836 wieder zurück in England, suchte er systematisch Antworten auf seine Fragen. Zunächst halfen ihm Fachleute wie der Fossilien spezialist Richard Owen, die Fakten zu sortieren. Schon wenige Wochen nach der Rückkehr der *Beagle* erhielt er von diesem die Auskunft, dass es sich bei den fossilen Überresten der südamerikanischen Säugetiere, die Darwin ihm ausgehändigt hatte, „um ein Nagetier

Charles Darwin, vermutlich im Jahr 1874, fotografiert von Leonard Darwin.

(Nachdruck mit freundlicher Erlaubnis von John van Wyhe ed., *The Complete Work of Charles Darwin Online*, <http://darwin-online.org.uk/>)

von der Größe eines Nilpferds“ und einen „Ameisenbär von der Größe eines Pferdes“ handelte. Darwin war begeistert. Denn die Tiere, die er ans Tageslicht befördert hatte, erschienen wie die Großversionen von Faultier, Gürteltier und Ameisenbär – also von Tieren, die auf dem mittel- und südamerikanischen Kontinent immer noch heimisch waren.

### Galápagosfinken geben den entscheidenden Anstoß

Noch bemerkenswerter aber war, was der Ornithologe John Gould ihm über die mitgebrachten Galápagosfinken mitzuteilen hatte. Darwin hatte Gould am 6. März 1837 in der Zoological Society getroffen. Nach dessen Taxation handelte es sich bei den Tieren, die Darwin im Vorfeld als Finken, Amseln, Grasmücken und Zaunkönige klassifiziert hatte, um nicht weniger als 13 verschiedene Arten von Galápagosfinken. Mit diesem Wissen, so scheint es, konnten sich nun bereits vorher erwogene Gedanken Bahn brechen. Seine Mitschrift der Zusammenkunft führt 13 Arten von Galápagosfinken auf, und 13 Enden zählt auch Darwins berühmte Zeichnung vom Baum des Lebens in seinem „Notebook B“. Überschriften mit „I think“, zeigt das Diagramm vom Sommer 1837, wie sich eine Art in 13 neue aufspaltet – also genau so viele, wie die Gattung der Galápagosfinken nach Darwins Kenntnisstand beinhaltete. Spätestens zu diesem Zeitpunkt also hat sich Darwin von der Theorie verabschiedet, dass Arten konstant bleiben. „Modern ausgedrückt würden wir sagen: Darwin hat anerkannt, dass Leben sich entwickelt“, formuliert John van Wyhe. Der englische Wissenschaftshistoriker ist Gründer und Direktor von Darwin Online, der größten wissenschaftlichen Datenbank zu Charles Darwin und seinem Werk.

Aber wie verändern sich lebende Formen über die Zeit? Arbeiten unter anderem von Charles Lyell, Jean-Baptiste Lamarck und Thomas Malthus haben Darwins Überlegungen vorbereitet. In seinen „Principles of Geology“ zeigte Charles Lyell, der Geologe und spätere Förderer Darwins, auf, wie kleine, langsame, graduelle und kumulative Veränderungen über immens lange Zeitspannen große Veränderungen be-

wirken können. Der junge Forschungsreisende hatte das Buch während der Fahrt auf der *Beagle* sehr intensiv gelesen. Verdienst des französischen Botanikers und Zoologen Lamarck dürfte vor allem sein, Darwin grundsätzlich mit einem Evolutionsmodell konfrontiert zu haben. Bei Thomas Malthus' „Essay on the Principles of Population“ inspirierte ihn vor allem die Beobachtung, dass ein großer Teil der Population einer Art stirbt, bevor sie sich vermehren kann.

## „Warum so viel Schönheit, geschaffen zu so geringem Zweck!“

„Darwin, der nun schon der Frage nachging, wie neue Varietäten geformt werden, erkannte plötzlich, dass der Schlüssel dazu im Unterschied zwischen denen lag, die überleben und sich vermehren und denjenigen, denen dies nicht gelingt“, erklärt Darwin-Spezialist John van der Wyhe. Darwin selbst schreibt dazu in seiner Autobiographie: „Plötzlich hat mich dann die Einsicht überkommen, dass unter diesen Umständen günstige Variationen voraussichtlich bewahrt werden und ungünstige zerstört würden“. Mit der Erkenntnis also, dass im wiederkehrenden Existenzkampf diejenigen überleben und sich fortpflanzen, die sich durch vielleicht noch so kleine Veränderungen am besten an ihr Umfeld angepasst haben, ist das zweite Element von Darwins Evolutionstheorie gefunden, die „natürliche Selektion“.

1842 brachte er den ersten Entwurf seiner Theorie – 35 Seiten lang – zu Papier. 1844 baute er ihn auf 240 Seiten aus. Das zweite Manuskript hatte er seiner Frau übergeben, um es – im Fall seines plötzlichen Todes – zu publizieren. Doch es sollte noch fünfzehn Jahre dauern, bis Darwin seine Evolutionstheorie veröffentlichte.

Darwin sei vor den weltanschaulichen und religiösen Folgen seiner Theorie zurückgeschreckt, haben manche Forscher als Ursache dafür ausgemacht. Für wahrscheinlicher jedoch hält John van Wyhe, dass es wissenschaftliche Skrupel waren, die ihn vor einer vorzeitigen Veröffentlichung abhielten. Die Skizze vom Baum des Lebens, die er 1837 angefertigt hatte, wollte er solide mit Fakten untermauern.

1842 kehrt er – mittlerweile verheiratet – dem schmutzigen viktorianischen London den Rücken und zieht mit seiner Familie nach Downe, eine kleine Ortschaft in der Grafschaft Kent – „am extremen Rand der Welt“, wie er selbst sagt. In der Zurückgezogenheit seines Landhauses mit dem großen Garten, den dazugehörigen Wiesen und Feldern, will er sein Theorieprojekt voranbringen. In seinem Haus in Downe, das heute als englisches Kulturerbe zu besichtigen ist, wertet er akribisch die Proben und Aufzeichnungen aus, die er von seiner Reise mitgebracht hat. Und er führt unzählige Experimente durch, um seine Evolutionstheorie zu bestätigen:

### Experimente im heimischen Garten

In Suppentellern auf Tischen und Fensterbänken legt er Samen von Sellerie, Kresse, Kohl und Pfefferpflanze aber auch Schlangeneier in Salzwasser ein. So will er klären, wie es möglich ist, dass Arten sich über weite Strecken und sogar über Meere hinweg verbreiten. Und tatsächlich kann er schon bald vermelden, dass viele der Samen nach 40 Tagen im Salzwasser gekeimt haben – in einem Zeitraum also, in dem sie von England bis zu den Azoren hätten treiben können. Er züchtet Tauben, um den Prozess einer künstlichen Selektion unmittelbar verfolgen zu können. Und um zu beweisen, dass – analog zu den Galápagosfinken – alle Nachkommen von Zieltauben von einer Art abstammten. Seine Kinder beauftragt er, auf der Wiese hinterm Haus die Bienen zu beobachten, die nach seiner Erkenntnis die einzigen Bestäuber von Rot-Klee sind und einem festen Flug-Pfad von Baum zu Baum zu folgen scheinen.

Dabei war sein Tagesablauf von einer Routine bestimmt, von der er kaum abwich. Er verbrachte jeden Tag bis



zu sechs Stunden in seinem Arbeitszimmer, meist am Vormittag, wo er seine Proben untersuchte, Korrespondenz erledigte oder Bücher schrieb. Während er sich nach dem Mittagessen ausruhte, las ihm seine Frau seine umfangreiche Post vor. Im Laufe seines Lebens hatte er mit rund 2000 Menschen korrespondiert, mehr als 14.000 Briefe geschrieben und empfangen. Die Briefe waren für ihn – auch weil er wegen seines Gesundheitszustandes schlecht reisen konnte – eine wichtige Verbindung zur Außenwelt. Sie brachten ihm Informationen über Tiere, Pflanzen und Landstriche aller Herren Länder ins Haus. Er nutzte sie aber auch zum fachlichen Austausch mit Kollegen und Freunden.

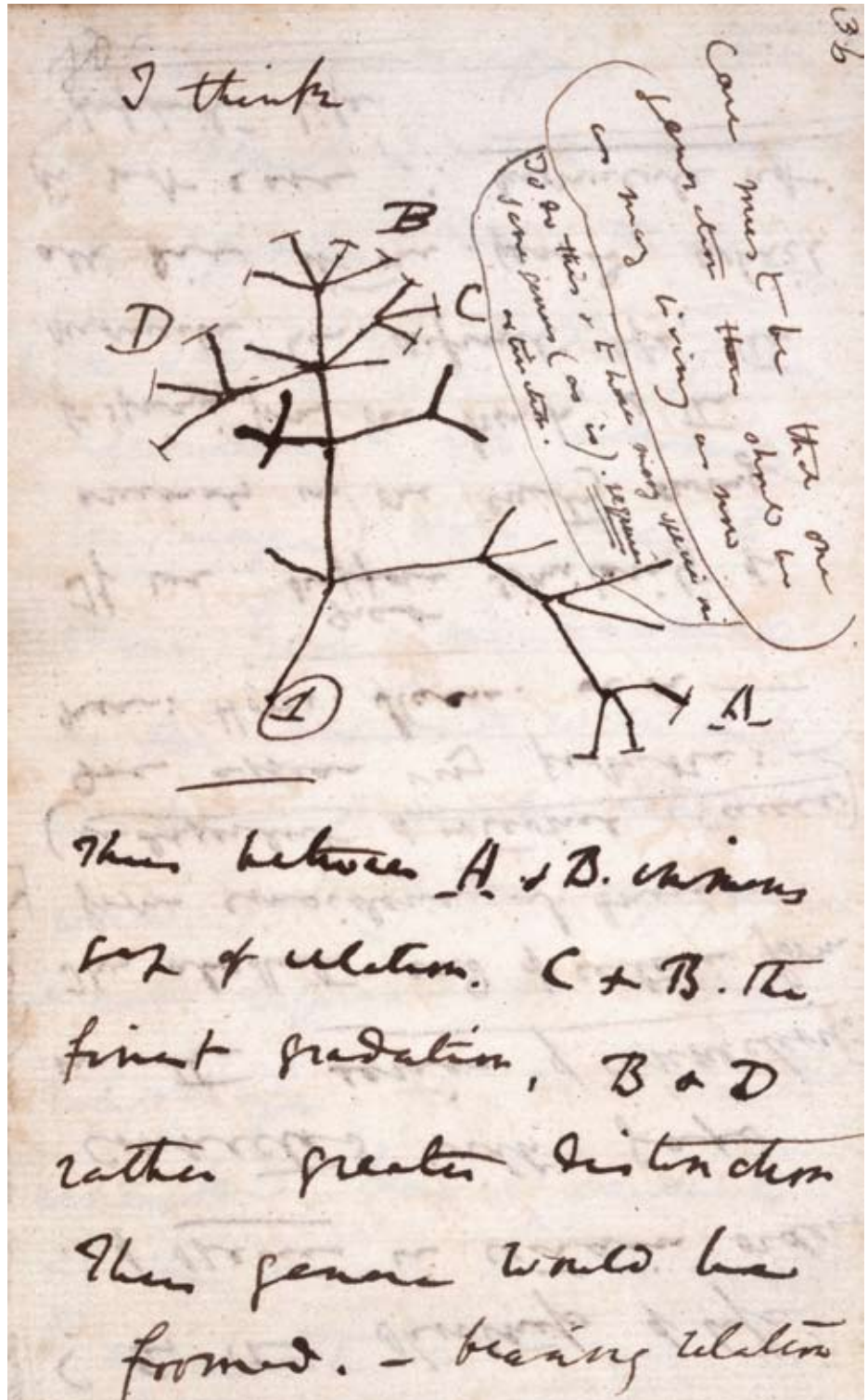
### Spaziergänge auf dem „Thinking Path“

Und jeden Morgen, vor dem Mittagessen und am Nachmittage unternahm er ausgiebige Spaziergänge auf dem Wanderweg hinterm Haus – auch „Thinking Path“ genannt. Das ist Teil seines Kampfes gegen seine angeschlagene Gesundheit. Seit seiner Reise mit der Beagle hatte er mit Magenschmerzen und Hautproblemen zu kämpfen. Es war aber auch eine wunderbare Gelegenheit, jährlich jahraus die Natur in den wechselnden Jahreszeiten zu beobachten.

Hier konnte er verfolgen, wie auf dem angrenzenden Feld, das längere Zeit brach gelegen hatte, sich im Lauf eines Jahres 142 Pflanzen angesiedelt hatten, „die 108 Arten zugeordnet werden konnten und 32

der insgesamt 86 Ordnungen, in die die Pflanzen in England klassifiziert sind“. Hier wurde er auch Zeuge, wie ein Dornbusch, in dessen Schutz ein kleines Bäumchen gedieh, schließlich

von diesem verdrängt wurde, weil es über seinen Beschützer hinauswuchs und ihm dann das Licht nahm. Die Menschen um ihn herum konnten den Sinn seines Tuns nicht unbedingt



Der Baum des Lebens: Darwins erster Entwurf eines Stammbaums (Abbildung DAR.121: p.36. Nachdruck mit freundlicher Erlaubnis der Syndizi der Cambridge University Library)

nachvollziehen. So soll sein Gärtner eines Tages über ihn gesagt haben: „Er streift durch den Garten, und ich habe ihn zehn Minuten vor einer Blume stehen sehen. Wenn er nur etwas zu tun hätte, würde es ihm, glaube ich, besser gehen.“

1856 begann er auf Betreiben von Charles Lyell damit, seine Gedanken für ein Buch zum Thema „natürliche Selektion“ zu formulieren, ein Projekt, das ihn viele Jahre beschäftigte. Anders, als lange Zeit angenommen wurde, hielt Darwin seine Ideen nicht geheim und diskutierte sie mit vielen Kollegen und Freunden, sagt John van Wyhe. Wichtige Gesprächspartner und Weggefährten waren neben Charles Lyell der Botaniker Joseph Dalton Hooker und Thomas Huxley, die später auch zu seinen stärksten Verbündeten werden sollten.

### Zwei Vertreter ein und derselben Theorie

Im Juni 1858 jedoch schreckte ihn eine Briefsendung von Alfred Russel Wallace auf. Der Forschungsreisende, der sich seinen Lebensunterhalt durch das Sammeln und Verkaufen von Präparaten verdiente, schickte ihm ein Exposé zu einer Evolutionstheorie, die in verblüffender Weise der Seinen glich.

Um beiden Autoren gerecht zu werden, wurden beide Evolutionstheorien zusammen im Juli 1858 vor der *Linnean Society* vorgestellt. Allerdings wurde von ihnen kaum Notiz genommen. Im Jahresabschlussbericht 1858 jedenfalls vermerkte der Präsident der wissenschaftlichen Gesellschaft: „Das vergangene Jahr zeichnete sich gewiss nicht durch eine Art aufsehenerregender Entdeckung aus, welche auf einen Schlag die Abteilungen der Wissenschaft revolutionieren, aus denen sie hervorgehen.“

Im November 1859 erschien Darwins Werk „Entstehung der Arten“. Mit seiner Auffassung von Evolution überzeugte er den größten Teil der Wissenschaftsgemeinde. Schließlich war der Boden schon vorbereitet von Evolutionstheorien wie der von Lamarck, aber auch von populären Schriften wie Robert Chambers „Natürliche Geschichte der Schöpfung“. Aber die „natürliche Selektion“ wurde meist nicht akzeptiert. „Tatsächlich ging eine ganze Generation von Biologen davon aus, dass

Darwin recht hatte mit seiner Entdeckung über die Evolution, aber dass er sich bei der natürlichen Selektion irrte“, sagt van Wyhe: „Es sollte noch bis zur modernen Synthese von Darwinismus und Mendel'scher Genetik in den 1930er Jahren dauern, bis die natürliche Selektion allgemein anerkannt wurde.“

### Die Grundlagen der modernen Biologie

Die anglikanische Kirche äußerte sich zunächst überwiegend ablehnend. Seinen Höhepunkt fand der Konflikt in der Huxley-Wilberforce-Debatte, als im Juni 1860 der Bischof von Oxford, Samuel Wilberforce, und Thomas Huxley, Anatom und Physiologe, bei der Jahrestagung der *British Association for the Advancement of Science* ihren Streit um die Evolutionstheorie öffentlich austrugen.

Darwin hat die natürliche Selektion immer als eine Entdeckung von Wallace und sich selbst betrachtet. Dennoch ist die Evolutionstheorie untrennbar mit Darwins Namen verknüpft, Wallace der ewige Zweite geblieben. Wallace, so scheint es, war damit einverstanden. Er betonte mehrfach, dass es sich ausschließlich um Darwins Theorie handele, weil dieser sie in allen Einzelheiten ausgearbeitet habe. 1889 dann gab er auch seinen gesammelten Aufsätzen zur Evolutionstheorie den Titel „Darwinismus“ und sorgte damit selbst dafür, dass Darwin als Begründer der Evolutionstheorie gilt.

Wozu all die Fülle? Warum so viel Schönheit? Mit seiner Theorie der Evolution durch natürliche Selektion hat Charles Darwin die Grundlage der modernen Biologie und der Lebenswissenschaften geschaffen. Sie erklärt die Vielfalt des Lebens und wie es Tieren und Pflanzen gelingt, sich an ihre spezielle Umwelt optimal anzupassen. Noch heute wird Charles Darwin als einer der bedeutendsten Wissenschaftler betrachtet. In seiner Biographie, die er 1876 für seine Kinder und Enkel geschrieben hat, sagt er über sich selbst: „Sofern ich mich selbst richtig einschätzen kann, habe ich während der Reise (auf der *Beagle*) ohne Einschränkung aus reiner Freude am Forschen gearbeitet und bin meinem brennenden Wunsch gefolgt, der Masse von Tatsachen in der Na-

turwissenschaft noch ein paar neue hinzuzufügen. Aber ich hatte auch den Ehrgeiz, einen ansehnlichen Platz in der Rangliste der Wissenschaftler einzunehmen – ob dieser Ehrgeiz stärker oder schwächer ausgeprägt war als der meiner Kollegen, dazu kann ich keine Meinung bilden.“

Margarete Pauli

### Quellen:

- <http://darwin-online.org>
- <http://www.darwinatdowne.co.uk>
- Charles Darwin: Mein Leben; Frankfurt 2008
- Charles Darwin: Die Fahrt der *Beagle*; Frankfurt 2008
- Julia Voss: Charles Darwin zur Einführung; Hamburg 2008
- Jens Schröder: Die Kraft, die neue Arten schafft; in: GEO kompakt Nr. 14, Die 100 größten Forscher aller Zeiten; S. 68 -77

## ZUR PERSON

Charles Darwin wurde am 12. Februar 1809 in eine wohlhabende Familie im englischen Shrewsbury geboren. Mit 16 Jahren begann er ein Medizinstudium in Edinburgh, wechselte dann aber schon bald zum Theologiestudium nach Cambridge. Die Reise auf der *Beagle* von 1831 bis 1836 führte ihn insbesondere nach Südamerika, zu den Galápagos-Inseln und zu den Inseln des Pazifischen Ozeans. Zurück in England veröffentlicht er unter anderem seine Reiseberichte und seine umfangreiche Studie über die Rankenfußkrebse. Teils unter erschwerten Bedingungen – seit seiner Reise ist seine Gesundheit angeschlagen – widmet er sich sodann seinem Theorieprojekt, der Evolutionstheorie, die er 1859 in seinem Hauptwerk „Die Entstehung der Arten“ darlegt.

Darwin starb am 19. April 1882 in Downe in der Grafschaft Kent. Am 26. April wurden ihm ein Staatsbegräbnis und ein Grab in der Westminster Abbey gewährt.

# Die Tumorzelle hat den Vorteil

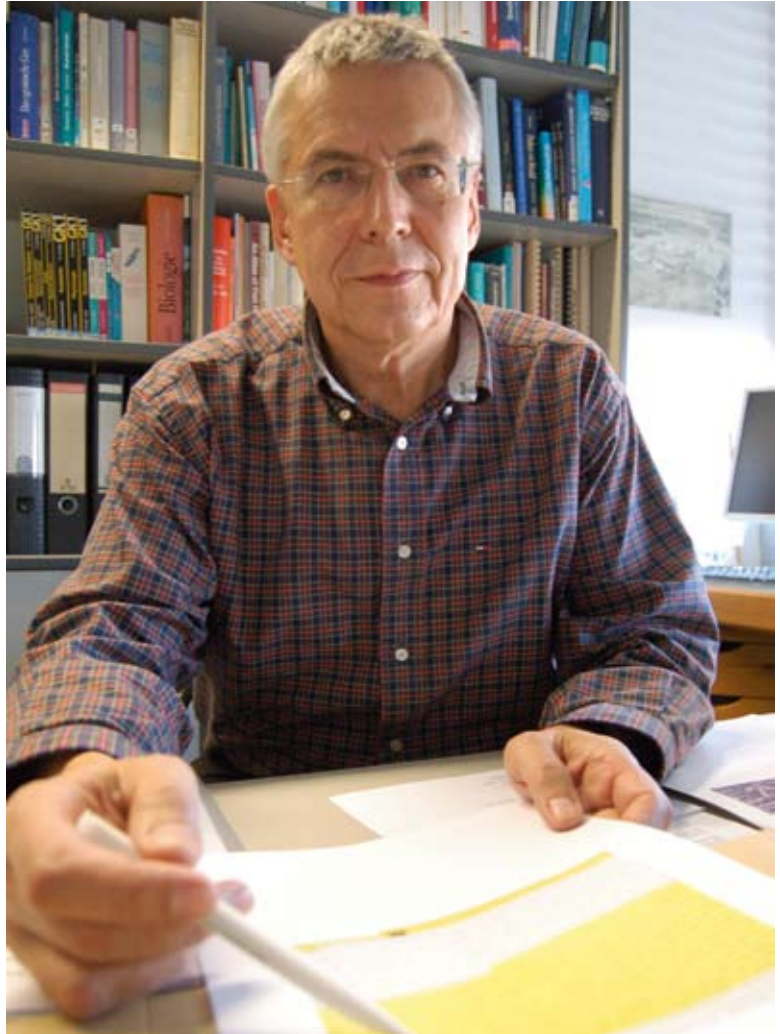
Fische, die kaum schwimmen können und trotzdem den Weibchen imponieren. Eine rote Königin, die rennt, aber keinen Schritt voran kommt. Parasiten, die ihren Wirt töten und sich davon einen Vorteil versprechen: Die Evolution hält viele Überraschungen parat, und noch längst sind nicht alle Fragen geklärt.

Natürlich hat Manfred Scharl Charles Darwins „Über den Ursprung der Arten“ gelesen. Denn zum einen ist Scharl Biologe; zum anderen spielen evolutionäre Prozesse in seiner Arbeit eine wichtige Rolle – was man von einem Inhaber des Lehrstuhls für Physiologische Chemie I auf den ersten Blick möglicherweise gar nicht vermuten würde. Zum dritten aber arbeitet Scharl mit einer Fischart, die Darwin schon in seinem Buch als Beispiel für sexuelle Selektion angeführt hat: den Schwerträger-Fisch *Xiphophorus*.

Dessen Schwert ist kein wirkliches Kampfinstrument. Wissenschaftler bezeichnen so die bei männlichen Exemplaren dieser Spezies im unteren Teil verlängerte Schwanzflosse. Sie dient dazu, bei der Balz die Weibchen zu stimulieren und zur Paarung zu animieren. Je größer das Schwert, desto besser die Chancen auf Fortpflanzung – selbst wenn das auf Kosten der Schwimmfähigkeit bei den Männchen geht. Das ist allerdings nicht das Gebiet, auf dem Scharl hauptsächlich forscht. Der Molekularbiologe arbeitet daran, auf der Ebene der Gene die Mechanismen aufzudecken, die ablaufen, wenn sich Pigment- in Tumorzellen verwandeln und am Ende Hautkrebs verursachen. Und dieser Prozess lässt sich bei *Xiphophorus* gut untersuchen.

## Evolutionäre Prozesse lassen den Tumor wachsen

„Die Entstehung eines Tumors ist im Prinzip nichts anderes als ein evolutionäres Geschehen“, sagt Manfred Scharl. Im Kern einer Pigmentzelle verändert sich spontan ein Gen; in der Folge kann sich die Zelle schneller teilen als ihre unveränderten Nachbarn. „Das verschafft ihr im Sinne der Evolution einen Vorteil“, so Scharl. Wenn die Zelle sich tatsächlich nur schneller teilen würde, wäre das für den betroffenen Organismus kein großes Problem. Der Tumor, der auf diese Weise entstehen würde, ließe sich vermutlich



Krebsforscher Manfred Scharl

(Foto Gunnar Bartsch)

operativ relativ einfach entfernen. Im Falle von Hautkrebs ist die Angelegenheit komplizierter: „Die Zelle durchläuft eine ganze Reihe weiterer Veränderungen, die sie für den Menschen so gefährlich macht“, so der Molekularbiologe. Um sich im Körper ausbreiten zu können, muss sie in tiefere Schichten der Unterhaut wandern – was normale Pigmentzellen niemals tun würden. Sie muss ihre Form verändern, damit sie in Blutgefäße eindringen und dort mit dem Strom schwimmen kann.

Und sie muss die Fähigkeit erlangen, in anderen Geweben weiterzuwachsen, in denen ganz andere Bedingungen herrschen als an ihrem Ursprungsort. „Für jeden dieser Schritte gibt es eine neue Genvariante, die einen Evolutionsvorteil bedeutet“, sagt Scharl. So gesehen sei eine Tumorzelle allen anderen Zellen überlegen – das Prinzip *Survival of the Fittest* gilt eben auch in dieser Größendimension.

Scharl forscht an *Xiphophorus*-Fischen, weil diese ebenfalls Hautkrebs



entwickelt können. Bei einer bestimmten Art von ihnen ist ein Gen außer Kontrolle und löst die Krebsbildung aus. Die entstehenden Tumore entsprechen dem bösartigen Melanom beim Menschen. Scharrtl hat dieses Krebsgen identifiziert und seine Eigenschaften beschrieben. Es enthält den Bauplan für ein Protein, das unter anderem die Zellteilung und die Zellwanderung in Gang setzt. Aufgrund einer Mutation ist das Protein bei den betroffenen Fischen fälschlicherweise dauernd aktiv. Als Folge entstehen schnell wachsende Hauttumoren, die sich stark ins umliegende Gewebe ausbreiten.

Ein weiterer Grund macht Fische für den Evolutionsforscher so interessant: Bei ihnen hat sich im Laufe der Entwicklung das Genom – also das gesamte Erbgut – verdoppelt. „Diese Verdoppelung ist ein wichtiger Mechanismus der Evolution“, sagt Scharrtl. Das überzählige Gen wird frei für andere Aufgaben; „die Evolution schafft sich Varianten, mit denen sie spielen kann“.

Krankheiten im Sinne der Evolutionstheorie zu interpretieren, ist ein vergleichsweise junger Ansatz. Dabei passt alles so gut: „Jeder Keim ist ein Parasit, dessen größtes Interesse es ist, im Körper seines Wirts zu leben, ihn auszusaugen, sich einen Vorteil zu verschaffen“, sagt Manfred Scharrtl. Das geht so lange gut, bis der Wirt durch eine genetische Variation in der Lage ist, einen Abwehrmechanismus zu entwickeln, der nun ihm einen Selektionsvorteil bietet. Worauf der Parasit reagieren muss; was dann wiederum den Wirt herausfordert und so weiter und so fort.

### Der ewige Wettstreit zwischen Wirt und Parasit

„Red-Queen-Hypothese“ nennen Wissenschaftler dieses evolutionäre Wettrennen. Die rote Königin ist eine Figur aus Lewis Carrolls „Alice im Wunderland“. Ihre Aussage: „Hierzulande musst du so schnell rennen, wie du kannst, wenn du am gleichen Fleck bleiben willst“, liefert die passende Parabel für den Wettstreit zwischen Wirt und Parasit. Beide müssen sich anstrengen, damit am Ende doch wieder nur Gleichstand herrscht. Pessimisten könnten daraus den Schluss ziehen: „Es gibt kein Heilmittel gegen Infektionen und Krebserkrankungen“. Denn jede neue Therapie birgt in sich schon

den Keim für eine neue Resistenz des Erregers.

Diese negative Betrachtungsweise liegt Manfred Scharrtl fern. Sein Ansatz lautet anders: „Wenn man einen Tumor bekämpfen will, muss man schnell sein. Er darf nicht die Zeit haben, neue Generationen zu bilden, die Resistenzen entwickeln könnten.“ Noch besser sei es, den Angriff von mehreren Seiten gleichzeitig zu führen: „Wenn man beispielsweise die Tumorzellen daran hindert sich zu teilen, und gleichzeitig die Bildung neuer Blutgefäße blockiert, die sie für ihre Versorgung benötigen, ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Zellen auf einen Schlag Resistenzen gegen beide Angriffspunkte entwickelt, deutlich geringer im Vergleich zu nur einer Therapie“, so Scharrtl.

## „Evolution hat kein Ziel und kein Ende“

Aber welchen Sinn macht das für eine Tumorzelle, ihrem Wirt überlegen zu sein, wenn sie ihn am Ende umbringt – und damit sich selbst auch? Von „Sinn“ will Manfred Scharrtl nicht sprechen. „Das ist eine sehr menschliche Betrachtungsweise“, findet er. Evolution sei kein gerichteter Prozess, sie habe kein Ziel und kein Ende. Und müsse deshalb auch nicht zwangsläufig – wie dies Kreationisten gerne behaupten – zu dem Zustand biologischer Vielfalt führen, wie wir ihn heute vorfinden. „Evolution verläuft ungerichtet. Sie produziert auch Formen wie Tumore, die scheinbar keinen Nutzen haben, oder führt in Sackgassen, wie das Beispiel der Schwertträger-Fische zeigt“, so Scharrtl.

Wie beurteilt ein Molekularbiologe von heute, der evolutionäre Prozesse an der Basis der Gene untersucht, die Leistung eines Charles Darwin? Handelt es sich dabei um die Arbeit eines Genies? Wäre heutzutage ein Wissenschaftler allein überhaupt in der Lage, ähnlich bahnbrechende Ergebnisse zu produzieren? „Das habe ich mich auch schon oft gefragt“, sagt Manfred Scharrtl.

„Es war wohl, wie so oft in der Wissenschaft: Die Zeit war einfach reif für

die Evolutionstheorie“, glaubt Scharrtl. Die Informationen seien bekannt gewesen, das gesellschaftliche Umfeld habe gepasst, man musste nur noch die richtigen Schlüsse ziehen. Dafür spreche ja auch die Tatsache, dass nicht Darwin alleine die richtige Theorie formulierte, sondern fast zeitgleich andere Wissenschaftler denselben Weg einschlugen. „Es waren wohl große Leute zur richtigen Zeit am passenden Ort“, sagt Scharrtl.

### Große Entdecker gibt es auch heute noch

Und heute? Wo sind heute die großen Entdecker? Das könne man nicht vergleichen, findet Scharrtl. Als Issac Newton zum Professor der Physik ernannt wurde, war er 21 Jahre alt. Heute ist ein Professor bei seinem ersten Ruf im Durchschnitt fast 40 Jahre alt. „Das liegt aber nicht daran, dass Newton so viel besser gewesen wäre“, sagt der Biologe. Zu Newtons Zeit sei es eben möglich gewesen, innerhalb von zwei Jahren das gesamte Wissen der Physik zu lernen. „Heute ist nur noch möglich, über kleine Bereiche die Übersicht zu behalten – und selbst dazu braucht es mehr als zwei Jahre.“

Trotzdem ist Scharrtl davon überzeugt, dass es auch jetzt noch Wissenschaftler vom Format eines Darwin gibt: „Watson und Crick haben ähnliches geleistet“, findet er. Und in ähnlicher Weise könnten technologische Entwicklungen die Biologie so revolutionieren wie eine Theorie: Die Erfindung der Polymerase-Kettenreaktion, die es möglich macht, ganze Genome in kurzer Zeit zu analysieren, sei solch ein Beispiel.

*Gunnar Bartsch*

### ZUR PERSON

Manfred Scharrtl wurde 1953 in Friedberg/Hessen geboren. Er hat Chemie und Biologie in Gießen studiert und als Wissenschaftlicher Assistent in Deutschland und den USA gearbeitet. Von 1985 an war er Gruppenleiter am Zentrum für Genetik des Max-Planck-Instituts für Biochemie in Martinsried. Seit 1991 ist er Inhaber des Lehrstuhls für Physiologische Chemie I am Biozentrum der Uni Würzburg.



Holger Höhn an seinem Schreibtisch im Institut für Humangenetik.

(Foto Gunnar Bartsch)

## Brillenträger sind die Zukunft

Ist der Mensch immer noch Spielball evolutionärer Prozesse? Oder hat er sich dank der modernen Medizin von diesen Mechanismen längst befreit? Der Humangenetiker Holger Höhn ist davon überzeugt, dass die Evolution noch immer ihr Spiel treibt mit *Homo sapiens*. Gewandelt haben sich jedoch die Kriterien, die über die Auslese bestimmen.

Der Mensch der Zukunft hat einen vergleichsweise großen Kopf – die Proportionen ähneln denen eines Säuglings. Das gewaltig vergrößerte Gehirn hat den Hinterkopf ballonförmig aufgeblasen, die Stirn ist hoch, die Augen sind groß, im Unterschied dazu ist der Kiefer klein. Der *Homo futurus* hat nach Jahrtausenden weichgekochten Essens keine Zähne mehr. So zumindest sieht das Computermodell des britischen Evolutionsbiologen Richard Dawkins die Zukunft des Menschen. Dawkins hat dafür einfach die Entwicklung der Schädelmaße unserer Vorfahren in die Zukunft hinein hochgerechnet.

Stephen J. Gould, Evolutionstheoretiker an der Harvard University, der im Mai 2002 gestorben ist, war hingegen davon überzeugt: „Biologisch sind wir klar am Ende“. Weil die natürliche Auslese durch Kindersterblichkeit – einstmals das größte Betätigungsfeld der Evolution – heute fast verschwunden ist, überleben nicht mehr die fittesten Exemplare der Gattung Mensch, glaubte Gould. Erfolg oder Versagen beeinflusse kaum noch den Kindersegen.

Der Soziobiologe Edward O. Wilson, der insbesondere für seine Forschungsarbeiten über Ameisen bekannt ist, glaubte hingegen, dass der Mensch in

der Lage sein werde, seine evolutionäre Zukunft selbst zu bestimmen, sobald alle menschlichen Gene entschlüsselt sind.

Also, was jetzt: Ein Wesen mit Riesengehirn, eine Gattung, die in zunehmendem Maße unter Krankheiten leidet, oder der perfekte Design-Klon? Wie die Zukunft des Menschen aussieht, und welche Rolle die Evolution dabei spielt, darüber sprach *Blick* mit Holger Höhn, Leiter des Instituts für Humangenetik der Universität Würzburg.

**Herr Professor Höhn, ich bin seit meiner frühen Jugend Brillenträger.**

**ger. In der Savanne hätte ich mich vermutlich nicht zurechtgefunden. Bin ich somit das lebende Beispiel dafür, dass sich der Mensch aus der Evolution ausgeklinkt hat?** Wie Sie richtig sagen, benötigen Sie ein Hilfsmittel, um Ihre Defizite im Sehen auszugleichen. Wenn Sie in Afrika keine Brille tragen würden, wäre der Löwe schneller als Sie. Wenn Sie hier auf dem Mittleren Ring keine Brille tragen würden, wäre das Auto schneller als Sie. Die Brille ist ein Mittel für Sie zum Überleben. Es handelt sich dabei um ein Hilfsmittel, genauso wie Insulin eines ist in einer Welt, in der zu viele Kohlenhydrate und Süßigkeiten angeboten werden.

**Was bedeutet: Wir haben die Evolution überlistet.** Wir überlisten sie mit jeder Art von Prothesen – ob das die künstliche Hüfte ist, das Insulin oder die Statine, mit denen wir unseren Cholesterinspiegel senken. Wir gleichen damit Defizite aus, die früher der natürlichen Selektion zum Opfer gefallen wären.

**Was hat das für Konsequenzen für die Menschheit? Wird das dazu führen, dass eines Tages kein gesunder Mensch mehr auf Erden wandeln wird?** Wenn man „gesund“ definiert als die Abwesenheit von Defekten oder Krankheit, dann ja. Aus genetischer Sicht gibt es in diesem Sinne keine gesunden Menschen, weil wir alle jede Menge Gendefekte in uns tragen, die sich unter bestimmten Umweltbedingungen als Krankheit manifestieren. Das sind vor allem Gene, die spät auftretende Krankheiten, also die sogenannten Alterskrankheiten verursachen oder mitverursachen.

**Für Sie ist jeder Mensch krank, nein, gesund?** Wie gesagt: Das ist eine Sache

der Definition. Aus genetischer Sicht handelt es sich einfach um genetische Variationen. Wer kurzsichtig ist, trägt eine genetische Variation, die ihm heute nicht schadet, die ihn früher aber möglicherweise das Leben gekostet hätte. Solche Variationen finden wir sehr zahlreich beim Menschen. Glücklicherweise verfügen wir aber auch über Medikamente oder Prothesen, so dass unsere Fitness und Lebenserwartung dadurch nicht eingeschränkt wird.

**Zumindest nicht in den ersten Jahrzehnten unseres Lebens.** Alterskrankheiten machen sich erst dann bemerkbar, nachdem Sie Ihre Kinder gezeugt haben. Sie spielen darum für die Evolution überhaupt keine Rolle. Das bedeutet aber auch, dass diese Krankheiten letztlich nicht zu verhindern sind. Die moderne Medizin kann diese Krankheiten nur lindern, nicht grundsätzlich verhindern.

**Dank der modernen Medizin überleben aber auch viele Neugeborene und Kinder, die noch vor wenigen Jahrzehnten an ihren Krankheiten gestorben wären. Die transportieren dann nicht nur Gene weiter, die sich im Alter manifestieren. Bei die-**

sen schweren, angeborenen Problemen ist es so, dass die Betroffenen selbst in der Regel keine Nachkommen haben. Kinder, die beispielsweise an Muskeldystrophie erkrankt sind, leben heute zwar sehr viel länger als früher. Dass sie selber Nachwuchs haben, ist jedoch sehr selten.

**Anderes Beispiel: Mukoviszidose.** Die Häufigkeit von Genträgern wird sicherlich zunehmen – ganz klar. Es gibt eine Reihe von behandelbaren Erbkrankheiten, die über die Generationen hinweg mit größerer Häufigkeit auftreten werden. Aber für diese finden wir immer bessere Möglichkeiten der Behandlung, was dazu führt, dass Lebenserwartung und Lebensqualität der betroffenen Menschen immer noch zunimmt.

**Behandlung heißt aber nicht Heilung.** Nein, Heilung nicht. Behandlung ist eine Prothese, mit der man leben kann.

**Und somit schaffen sich beispielsweise Reproduktionsmediziner zu einem gewissen Teil ihre Patienten der nächsten Generation, weil sie Männern zu Nachwuchs verhelfen,**



die ohne diese Hilfe zeugungsunfähig wären. Genau. Wenn die Unfruchtbarkeit genetisch bedingt ist, wird sie auf diese Weise weitergegeben.

**Ist das nicht ein erschreckendes Szenario?** Für uns nicht, weil es sich aus genetischer Sicht um eine natürliche Variation handelt, die von der Gesellschaft akzeptiert wird und die behandelbar ist. Die Kinder, die auf diese Weise auf die Welt kommen, haben ja die gleiche Lebensqualität wie andere Kinder. Ein Elternpaar, das ohne ärztliche Hilfe keine Kinder bekommen kann, wird in der Regel nicht auf Nachwuchs verzichten, bloß weil dieses Kind möglicherweise ebenfalls zeugungsunfähig sein wird.

**Führt das nicht in der letzten Konsequenz dazu, dass die Menschheit insgesamt anfälliger wird? Und wenn dann eines Tages ein besonders aggressiver und gleichzeitig gegen die gängigen Mittel resistenter Erreger auftaucht, wiederholen sich Szenarien, wie man sie von den Pest-Epidemien im Mittelalter kennt?** Dazu kann ich wenig sagen. Wir wissen nur, dass genetische Variation dazu beiträgt, dass immer auch Menschen existieren, die sich als besonders resistent erweisen. Das war bei der Pest so; das war bei den häufigen Durchfallerkrankungen so: Zum Beispiel hatten Menschen mit bestimmten Blutgruppen bessere Überlebenschancen. Deshalb finden wir in Mitteleuropa heute überwiegend Blutgruppe Null. In Gegenden, wo die Pest nicht auftrat, findet man dagegen die Gruppen A und B. Ein anderes Beispiel ist die Malaria, wo es bestimmte Genvarianten gibt, die vor einer Erkrankung schützen.

**Die Evolution kann also immer noch am Menschen ansetzen?** Es gibt viele Beispiele für aktuelle Spuren von Evolution und Selektion in unserem Genom. Ein gutes Beispiel dafür sind die Amylase-Gene. Amylase ist ein Enzym, das man vor allem im Speichel findet. Es zerschneidet stärkehaltige Nahrung in kleine Bruchstücke und macht sie somit für uns verdaubar. Bei Bevölkerungsgruppen, die viel Hülsenfrüchte und Kartoffeln essen, also einen hohen Stärkeanteil in ihrer Nahrung haben, hat man eine erhöhte

Zahl von Amylase-Genen gefunden. Während andererseits Eskimos, die sich hauptsächlich von Fisch und Fleisch ernähren, nur wenige Amylase-Gene besitzen. Schimpansen, die praktisch keine stärkehaltige Nahrung zu sich nehmen, haben nur ein einziges Amylase-Gen – das war also unser ursprünglicher Zustand vor ca. fünf Millionen Jahren. Erst mit der Einführung des Ackerbaus vor ca. 30.000 Jahren hatten Menschen mit mehreren Amylase-Genen den Vorteil, dass sie keine Magen-Darm-Probleme bei der Verdauung von stärkehaltigen Lebensmitteln bekamen. Diese Menschen hatten also aus evolutionärer Sicht einen klaren Vorteil und konnten ihre erhöhte Zahl von Amylase-Genen an ihre Nachkommen weitergeben.

## „Die Zunahme der Mobilität ist aus genetischer Sicht nur positiv“

**Da bedarf es aber immer auch des Faktors Isolation, damit sich ein Gen durchsetzen kann. Geht das heute noch, bei knapp sieben Milliarden Menschen?** Das ist tatsächlich schwierig. Jedoch kann man auch heute noch sogenannte Founder-Effekte – also die Tatsache, dass eine Genveränderung bei einem einzigen Menschen auftaucht und sich dann unter den Nachkommen verbreitet – in räumlich isolierten Gebieten nachweisen. Etwa in Island: Dort gibt es ein aktuelles Beispiel einer Genmutation, die sich auf die Stabilität der Blutgefäße im Gehirn auswirkt. Wer Träger dieser Mutation ist, besitzt brüchige Gefäße im Gehirn und erleidet somit leicht Schlaganfälle. Das Faszinierende daran ist: Diese Mutation ist ungefähr um das Jahr 1500 erstmals in Island aufgetreten, aber erst im 19. und 20. Jahrhundert ist sie

auch für junge Menschen gefährlich geworden: Mutationsträger sterben heute bereits im jungen Erwachsenenalter an Hirnblutungen.

**Wie erklärt sich das?** In den letzten 200 Jahren haben die Isländer ihre Essgewohnheiten komplett umgestellt, weg von der fett- und proteinreichen Ernährung mit Fisch und Fleisch hin zur kohlenhydratreichen Kost der modernen Zivilisation. Erst mit dieser Ernährungsumstellung konnte sich die Mutation schädlich auswirken. Die Umwelt war also der entscheidende Faktor für die schädliche Auswirkung. Für die Betroffenen birgt diese Erkenntnis die Hoffnung, durch Verzicht auf kohlenhydratreiche Ernährung wieder länger überleben zu können.

**Mit der Konsequenz, dass dieses Gen weiter vererbt wird.** Ja. Aber Sie sehen: Wenn man die Umwelt ändert, kann man die Schädlichkeit eines Gens neutralisieren. Das ist ein gutes Beispiel für das Zusammenspiel zwischen Genen und Umwelt. Unsere Gene können wir nicht beeinflussen oder ändern, die Umweltbedingungen Gott sei Dank schon.

**Solch isolierte Bevölkerungsgruppen wie die in Island gibt es doch in der heutigen Zeit nur noch selten? – oder?** Tatsächlich hat die Mobilität heute dramatisch zugenommen. Aus der Sicht der Genetik ist das nur positiv. Denn eine Zunahme an genetischen Defekten kann sich vor allem dann als Krankheit manifestieren, wenn eng verwandte Bevölkerungsgruppen untereinander Nachkommen haben. Ein klassisches Beispiel dafür sind zwei Orte hier in Franken. Während in dem einen Dorf viele Menschen an einer erblich bedingten Blindheit erkrankten, fanden sich im Nachbardorf viele Einwohner mit einer erblich bedingten Taubheit. Hätten die Bewohner über die Dorfgrenzen hinweg geheiratet, wären die Krankheiten sehr viel seltener aufgetreten. Stattdessen hieß es aber: „Heirate bloß nicht ins Nachbardorf, dann werden deine Kinder nicht nur blind, sondern auch noch taub“. Eine verhängnisvolle Folge der Unkenntnis einfacher Erbgelen.

**Das ist wohl das gleiche Prinzip wie in abgeschotteten einsamen Alpen-**

tälern, wo Inzucht viele erbkrankte Kinder zur Folge hatte. Ja, genau. Vermischung ist aus genetischer Sicht der beste Weg zur Prävention von genetischen Defekten. Durch die erhöhte physische und soziale Mobilität beobachten wir heute überall in der Welt einen deutlichen Rückgang von Erbkrankheiten mit rezessivem Erbgang.

**Sie würden also nicht sagen: Mit der Menschheit geht es bergab?** Nein, im Gegenteil. Die Mobilität führt dazu, dass sich keine Isolate mehr bilden können, in denen die Träger gleicher Gene immer wieder aufeinander treffen. Der moderne Trend ist aus unserer Sicht nur gut. Mehr Sorgen machen mir Selektionsvorgänge ganz anderer Art.

**Welche?** Es lässt sich zeigen, dass in unserer heutigen Gesellschaft reiche Männer einen eindeutigen Selektionsvorteil haben.

**Wieso bereitet Ihnen das Sorgen?** Daten aus den Industrienationen zeigen, dass reiche Männer mehr Kinder haben als nicht ganz so gut gestellte – übrigens im Unterschied zu reichen Frauen. Bei denen ist es genau umgekehrt: Die haben weniger Kinder. Nun muss man sich fragen: Was haben diese Männer für Fähigkeiten, dass sie so wohlhabend werden? Bei einigen stammt der Reichtum aus der Familie, bei den meisten wird er erworben sein. Das sind dann wahrscheinlich eher aggressive Persönlichkeiten, die egoistisch durch die Welt gehen und Reichtum anhäufen. Solche Männer haben offenbar bessere Chancen, ihre Gene weiterzugeben. Das macht schon nachdenklich, wenn diese Art von charakterlichen Eigenschaften einen Selektionsvorteil hat und sich dadurch vermehrt....

**Wobei ich ja mal das genaue Gegenteil gehört habe. Da hieß es: Familien aus sozial schwachen Schichten hätten deutlich mehr Kinder als Akademiker und würden somit ihre Gene besser verbreiten als zum Beispiel Hochschulabsolventen.** Ja, das mag schon stimmen. Akademiker sind ja in der Regel keine reichen Leute. In der zitierten Untersuchung geht es um den Geldadel. Dazu zählen Akademiker im Bereich der Uni eher nicht. (*lacht*)

**Welche Rolle wird die Gentechnik für die weitere Entwicklung des Menschen spielen? Wird es den Designer-Menschen geben?** Man kann das nicht völlig ausschließen. Aber wenn überhaupt, wird bis dahin noch viel Zeit vergehen – Jahrhunderte wahrscheinlich. Allerdings habe ich ernsthafte Zweifel, ob eine genetische Manipulation des Menschen jemals erfolgreich sein wird. In den nahezu 40 Jahren, seit ich als Humangenetiker tätig bin, habe ich drei große Perioden der wissenschaftlichen Forschung miterlebt, die alle unglaubliche Versprechungen gemacht haben – ohne sie jemals verwirklichen zu können.

**Welche waren das?** Das war zunächst die Genterapie. Da hieß es, man könne Erbkrankheiten heilen, indem man ein gesundes Gen in den Körper einschleust. Das hat nicht funktioniert – bis auf ein einziges Beispiel, bei dem zwei der Patienten anschließend jedoch Leukämie bekamen. Die somatische Genterapie von Erbkrankheiten ist letztlich an der Komplexität unserer biologischen Grundstruktur gescheitert. Das Zweite war die Klonierung. Bei Dolly war die Aufregung groß: Ab jetzt wissen wir, dass klonierte Säugetiere, wenn sie überhaupt geboren werden, nicht gesund und schon gar nicht gewinnbringend sind. Damit ist auch das Schreckensszenario des klonierten Menschen aus dem Medieninteresse verschwunden.

**Immerhin ist vor Kurzem ein Hund geklont worden.** Ja, es gibt einen Hund, eine Katze, ein Schaf. Aber immer nur einzelne Individuen. Und dafür sind 500 bis 1000 Versuche nötig. Und auch Dolly selbst, dieses eine Schaf, ist mit sechs Jahren verfrüht gestorben und war krank – wie auch alle anderen Klontiere. Es funktioniert einfach nicht, so wie wir uns das in unserer wissenschaftlichen Naivität vorgestellt haben.

**Und das dritte Beispiel?** Das ist die Stammzelltherapie. Diese Epoche ist momentan noch am Laufen. Ich wage allerdings die Voraussage, dass auch diese Epoche vorbeigehen wird, ohne dass es zu medizinisch und menschlich sinnvollen Anwendungen kommt. Von der Stammzellforschung lernen wir

sehr viel über die Biologie unserer Zellen, aber wir lernen auch, wie schmal der Grat zwischen Stammzellen und Krebszellen ist. Wer möchte sich mit einer Stammzelltherapie schon das Risiko einer Krebserkrankung einhandeln?

**Was heißt das jetzt für die Evolution und den Menschen der Zukunft? Es wird immer mehr Brillenträger geben?** Ja, bestimmt. (*lacht*) Aber die Brillenträger haben, wie Sie wissen, andere Fähigkeiten. Sie sehen nicht so gut, verfügen aber auch über Eigenschaften, die Nicht-Brillenträger weniger besitzen. Sie lesen vielleicht mehr, sind vielleicht vorsichtiger und treiben vielleicht weniger Hochrisikosport. Und auf dem Heiratsmarkt hat man heutzutage als Brillenträger auch keinen Nachteil mehr. (*lacht*).

*Die Fragen stellte Gunnar Bartsch*

## ZUR PERSON

Holger Höhn wurde am 28. Dezember 1942 in Sonneberg (Thüringen) geboren und wuchs in Würzburg auf. Von 1962 bis 1968 studierte er in Würzburg und Innsbruck Medizin und spezialisierte sich anschließend in Freiburg auf die Humangenetik. Von 1971 bis 1979 forschte Höhn am Department of Pathology und am Center for Inherited Diseases der University of Washington in Seattle. Am 1. November 1979 wurde er auf den neuen Lehrstuhl für Humangenetik in Würzburg berufen, den er momentan – nach seiner Emeritierung – noch vertritt. 1980 stand die Gründung des Instituts für Humangenetik an, damals noch in der Koellikerstraße untergebracht, das Höhn seitdem leitet. 1991 erfolgte der Umzug in das Biozentrum am Hubland; 1997 wurde die eigenständige Abteilung Medizinische Genetik unter Leitung von Tiemo Grimm gegründet, und 2001 erfolgte die Erweiterung mit dem Verfügungsbäude.



Zwei Putzerfische arbeiten an einem großen Kunden. Manchmal beißen sie ihn auch, aber auf Dauer können sie sich diese Aggression nicht leisten. (Foto Redouan Bshary)

## Wenn der Putzer zubeißt

Eine Vorlesungsstunde über Evolution im Biozentrum

Erst in 15 Minuten soll die Vorlesung anfangen, aber der Hörsaal ist schon jetzt fast voll. „Wenn man zu spät kommt, kriegt man vielleicht nur noch einen Platz auf der Treppe“, erklärt ein Biologiestudent. Kein Wunder also, dass seine Kommilitonen schon weit vor der Zeit zusammenströmen.

Ein Donnerstag im Wintersemester, Biozentrum, Hörsaal A101. Der Raum ist für 198 Zuhörer gedacht. Als Heike Feldhaar um 12:15 Uhr mit ihrer Vorlesung anfängt, muss zwar niemand auf den Treppenstufen sitzen. Aber es sind auch nur noch vereinzelt Plätze frei. Die Erstsemester scheinen sich sehr für das Thema zu interessieren, über das die Dozentin heute vorträgt: die Evolution von Kooperationen.

Am Anfang steht Abstraktes – Heike Feldhaar spricht über die Grundzüge der Spieltheorie. Die ist zwar eher aus der Ökonomie oder der Soziologie bekannt, erklärt aber auch viele biologische Sachverhalte sehr gut. Mit ihr lassen sich Systeme analysieren, die aus mehreren Akteuren bestehen. Eine große Rolle spielen dabei die Begriffe Kosten und Nutzen – und die tauchen in der Vorlesung immer wieder auf.

Denn Kooperationen zwischen Lebewesen bleiben nur dann stabil, wenn der Nutzen für die „Spieler“ größer ist als die Kosten. Und der Nutzen besteht in der Evolutionsbiologie am Ende immer darin, Fitness zu gewinnen und dadurch mehr Nachkommen in die Welt setzen zu können.

### Bachstelzen-Männchen tun sich zusammen

Beispiel aus der heimischen Vogelwelt gefällig? Das Männchen der Bachstelze schreitet systematisch sein Revier entlang von Wasserläufen ab. Dabei pickt es Insekten auf – gerne auch solche, die schon tot sind und angeschwemmt werden. „Ist genug Nahrung da, akzeptiert der Revierinhaber ein zweites Männchen in seinem Reich“, erklärt Heike Feldhaar. Die beiden Vögel halten dann möglichst viel Abstand voneinander, verteidigen das Revier aber gemeinsam. Das ist der Nutzen, und er ist größer als die Kosten: Zwar verzichtet der Revierinhaber auf einen Teil der Nahrung. Aber das tut ihm nicht weh, solange genug für zwei da ist. Nimmt allerdings die Insektenmenge ab, beendet der Hausherr die Reviergemeinschaft

und vertreibt seinen Gast. Diese Art der Kooperation sorgt dafür, dass die Bachstelzen die vorhandene Nahrung jeweils optimal nutzen und dadurch möglichst viel Fitness gewinnen.

Dann ist die verblüffende Kooperation zwischen Putzerfischen und anderen Meeresbewohnern an der Reihe. Hier gibt Heike Feldhaar neueste Erkenntnisse wieder. Sie stammen von Professor Redouan Bshary, der in Neuchâtel in der Schweiz forscht, und sind so neu, dass sie noch gar nicht in den Lehrbüchern zur Evolutionsbiologie stehen.

Putzerfische sind relativ kleine Fische, die zum Beispiel im Roten Meer an Korallenriffen leben. Dort haben sie feste Standorte, an denen sie auf Kundschaft warten, nämlich auf größere Fische, die sie dann von Parasiten befreien: Die Putzerfische ziehen ihnen die Schmarotzer aus der Haut und fressen sie.

Allerdings schmeckt den Putzerfischen auch die Schleimschicht, die ihre Kunden überzieht. Und so kommt es immer wieder vor, dass sie nicht nur Parasiten vertilgen, sondern auch mal einen Brocken Schleim abbeißen. Das ist riskant. Denn die Kunden lassen sich nicht wirklich gern anknabbern und sind au-



ßerdem so groß, dass sie für die Putzerfische eine Bedrohung darstellen. Eine sehr zerbrechliche Partnerschaft also, und trotzdem hatte sie im Lauf der Evolution Bestand.

„Wenn ein Putzerfisch seinen Klienten beißt, kann der eine Gegenattacke starten“, sagt Heike Feldhaar. Dabei wird der Putzerfisch zwar nicht gefressen, bekommt aber vielleicht einen derben Schlag von der Schwanzflosse seines Kunden ab. Und das zeigt Wirkung: Der kleine Fisch bessert sein Verhalten. Würde er das nicht tun, bliebe er irgendwann allein an seiner Putzstation. Denn die Fische, die sich am Riff säubern lassen, merken sich genau, welche Putzer allzu aggressiv sind. Um schmerzhafte Bisse zu vermeiden, besuchen sie dann lieber die weniger dreisten Putzerfische. Sie beobachten sogar das Treiben am Riff: Wenn sie bemerken, dass die Kunden an einer bestimmten Putzstation häufig geplagt werden, meiden sie diese Station.

Wie du mir, so ich dir: „Dieses Spiel geht hier über mehrere Runden“, sagt die Dozentin. „Wenn ein Spieler betrügt, kann der andere ihn beim nächsten Mal bestrafen. Dabei gilt aber, dass beide nicht nachtragend sind und jederzeit zur Kooperation zurückkehren können.“ Der Nutzen für den Putzerfisch: Er muss keine Nahrung suchen, sondern bekommt sie mundgerecht serviert. Und die größeren Fische erhalten eine Körperreinigung, wenn sie dauerhaft auf die Beute namens Putzerfisch verzichten.

Warum kooperatives Verhalten bei Tieren entsteht, lässt sich auch durch die so genannte Verwandtenselektion erklären. Die Weibchen der Erdhörnchen zum Beispiel helfen sich gegenseitig bei

der Aufzucht der Jungen. Dabei kooperieren sie umso stärker, je enger sie miteinander verwandt sind. Schwestern helfen sich häufiger als Halbschwestern. Diese Strategie steigert die Chancen, die eigenen Gene zu erhalten – schließlich ist das Erbgut von Geschwistern, statistisch gesehen, zu 50 Prozent identisch.

### Auch Bakterien erkennen ihre Verwandten

Verwandte erkennen und ihnen den Vorzug geben: Das passiert nicht nur bei Erdhörnchen und anderen höher entwickelten Tieren, sondern erstaunlicherweise auch bei Bakterien. „Dass die Entwicklung sozialen Verhaltens eine gewisse Menge an Hirn voraussetzt, ist eine veraltete Annahme“, sagt Heike Feldhaar. Zwar wisse die Forschung bislang noch nicht, auf welche Weise Bakterien ihre Verwandten erkennen. Aber sie können es, wie das Beispiel von *Pseudomonas aeruginosa* zeigt. Diese Bakterien geben in ihre Umgebung Enzyme ab, die den wertvollen Nährstoff Eisen binden, und nehmen dann die Enzyme samt Eisen wieder auf. Solange nah miteinander verwandte Bakterien unter sich bleiben, ist die Produktion der Enzyme hoch. Sie wird aber deutlich gedrosselt, sobald Fremde auftauchen. Denn die konkurrieren mit den „Familienmitgliedern“ um den Eisen-Enzym-Komplex und sollen möglichst wenig davon abbekommen.

„Als Evolutionsbiologen anfangen, solche Phänomene bei Bakterien zu untersuchen, wurden sie zuerst belächelt“, sagt Heike Feldhaar. Mittlerweile sei das nicht mehr so. Denn wenn Bakterien kooperieren, verursacht das beispielsweise in der Medizin Probleme – und

die lassen sich auch mit den Methoden der Evolutionsbiologie gut erforschen. Probleme gibt es zum Beispiel, wenn krankheitserregende Bakterien sich auf medizinischen Geräten zu so genannten Biofilmen zusammenschließen, sich also gemeinsam in eine schützende Schleimschicht einbetten. Dann sind sie kaum noch mit Medikamenten oder Desinfektionsmitteln angreifbar. Solche Biofilme bilden die Bakterien erst, wenn sie merken, dass eine ausreichend große Zahl von ihnen zusammengekommen ist. Das ist, als würden sie sich absprechen: „Genau jetzt sind genug von uns da! Wenn wir alle zusammen anfangen, einen Biofilm zu bilden, dann bringt uns das richtig was!“

Auch in anderer Hinsicht kooperieren Bakterien, etwa wenn sie einen Organismus infiziert haben. Sie vermehren sich dann so lange, bis eine kritische Menge von ihnen existiert – und fangen dann alle gleichzeitig damit an, die Gewebe und Zellen des Wirtes aufzulösen und sich von den Bestandteilen zu ernähren. „So erreichen sie einen viel größeren Effekt als mit Einzelaktionen“, sagt Heike Feldhaar.

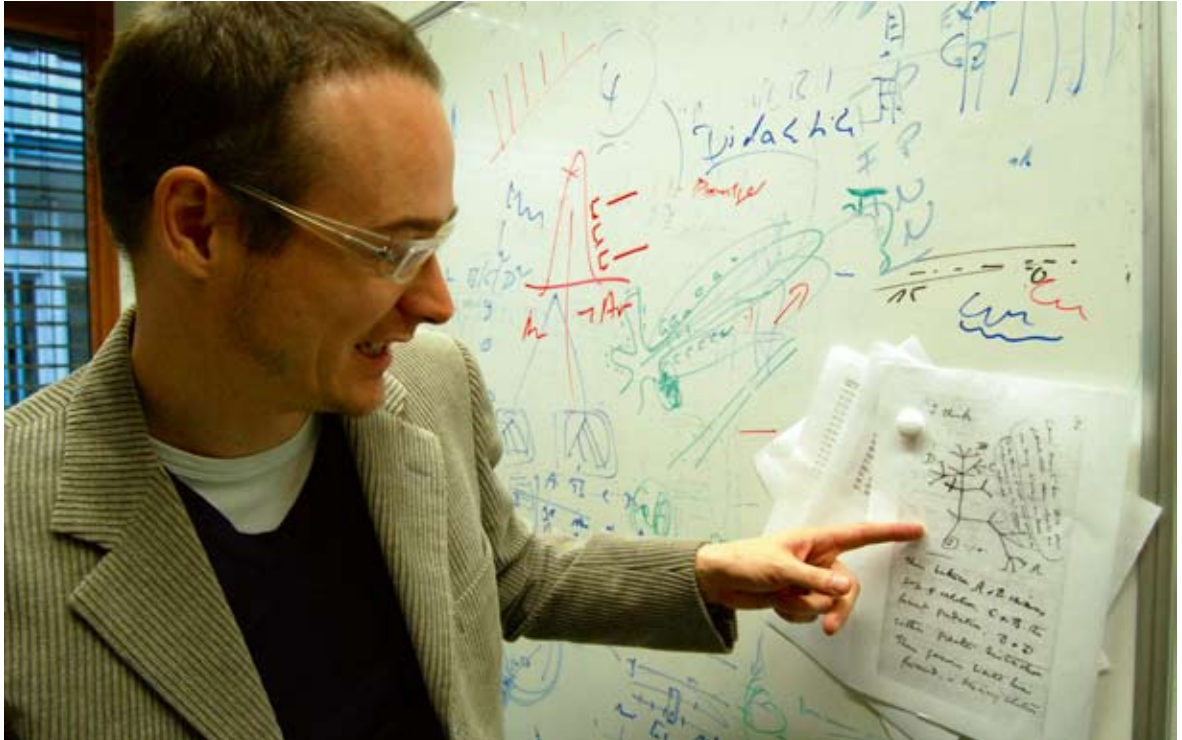
Auch die Studierenden setzen diese Art der Kooperation ein. Eigentlich soll die Vorlesung um 13 Uhr zu Ende sein – die Mägen knurren, die Mensa ruft. Aber die Dozentin überzieht, weil sie noch viel zu erzählen hat. Da fangen die fast 200 Zuhörer alle gleichzeitig an zu schwätzen – und werden schnell lauter. Heike Feldhaar merkt, dass die Zeit um ist, und beendet die Vorlesung um 13:03 Uhr. Im weiteren Verlauf der Evolution dürfte sich auch diese spezielle Kooperation zwischen Studierenden als beständig erweisen.

Robert Emmerich



Präriehunde gehören zu den Erdhörnchen. Bei der Aufzucht ihrer Jungen kooperieren die Weibchen, und zwar umso stärker, je näher sie miteinander verwandt sind.

(Foto Günther Dotzler/Pixelio.de)



Stammbäume der Evolution sind – neben anderem – das Ergebnis von Matthias Wolfs Forschungsarbeiten. Kein Wunder, dass an seiner Magnettafel der erste, von Charles Darwin gezeichnete „Tree of Life“ zu finden ist. (Foto Gunnar Bartsch)

## Die Evolution als Rechenaufgabe

Am Lehrstuhl für Bioinformatik arbeiten Biologen, Mathematiker und Informatiker gemeinsam daran, den Stammbaum des Lebens zu berechnen

Am Anfang des Lebens stand eine Zelle. Bis heute hat sich daraus eine gigantische Vielfalt an Lebewesen entwickelt – so viele, dass die Schätzungen der Experten zwischen zehn und 100 Millionen Arten schwanken. Rund 1,8 Millionen von ihnen sind derzeit bekannt. Wie sich diese Artenvielfalt entwickelt hat, und wer mit wem verwandt ist, das versuchen Evolutionsforscher zu ergründen. Unterstützt werden sie dabei auch von Bioinformatikern der Universität Würzburg. Denn wer Verwandtschaftsbeziehungen möglichst exakt darstellen möchte, ist heute auf jede Menge Mathematik und Informatik angewiesen. Allerdings: Die Rechenleistung, die benötigt würde, um einen exakten Stammbaum für sämtliche Lebewesen zu erstellen, übersteigt die heute weltweit vorhandenen Kapazitäten bei weitem.

„Evolution ist die Grundlage, auf der die gesamte Biologie mit all ihren Fachgebieten und Fragestellungen ruht. Ohne

Evolution bräuchte man keine Biologie.“ Matthias Wolf ist Akademischer Rat am Lehrstuhl für Bioinformatik der Universität Würzburg. Evolutionsbiologie und die Systematik von Tieren und Pflanzen zählen zu seinen Forschungsschwerpunkten. Seine Arbeit stehe im Schnittpunkt von Bioinformatik und Phylogenetik – also der Frage, wie sich die Gesamtheit aller Lebewesen stammesgeschichtlich entwickelt hat. Der promovierte Biologe Wolf arbeitet mit Unterstützung von Mathematikern und Informatikern daran, die Evolution einzelner Merkmale im Verlauf der Entwicklungsgeschichte zu charakterisieren. Dabei konzentriert er sich insbesondere auf die Stammbäume von Algen und Wirbellosen. Darüber hinaus sind die Bioinformatiker damit beschäftigt, die Methoden und Programme, mit deren Hilfe sie Verwandtschaftsbeziehungen untersuchen, permanent zu verbessern, damit sie noch schneller und akkurater arbeiten.

„Vereinfacht gesagt, nehmen wir eine kleine Anzahl von beispielsweise Algenarten, sequenzieren deren Erbmateriale und messen dann die Anzahl der Unterschiede zwischen den einzelnen Arten. Je weniger Unterschiede wir finden, desto näher sind die Algen miteinander verwandt“, sagt Matthias Wolf. Klingt einfach, kann aber sehr schnell extrem aufwändig werden: Sind beim Vergleich von vier Organismen drei unterschiedliche Stammbäume möglich, geht die Zahl bei sechs Organismen hoch auf 105 Varianten. „Und bei zehn Beteiligten erreichen wir bereits Möglichkeiten in Millionenhöhe“, so Wolf. Die Verwandtschaftsbeziehungen sämtlicher bekannter Arten? „Die Menge an Möglichkeiten würde die Zahl der Sterne im Universum bei weitem überschreiten.“

In der Regel untersuchen die Würzburger Bioinformatiker für ihre Vergleiche nicht das gesamte Erbgut, um Verwandtschaftsbeziehungen aufzudecken.

Ihnen reicht der Internal Transcribed Spacer 2 (ITS2) – eine Art Leerstelle zwischen zwei Wörtern im Satzbau des Genoms. Zu finden ist ITS2 im Erbgut von Ribosomen – winzigen Bestandteilen des Zellplasmas, die am Bau von Proteinen beteiligt sind. „Ribosomen bestehen aus drei Genen, die durch Abstandshalter voneinander getrennt sind, den ITS 1 und 2“, sagt Wolf. Während die Gene in ihrem Aufbau sehr beständig sind – innerhalb einer Art gibt es so gut wie keine Abweichungen, und auch über Artgrenzen hinweg sind die Variationen äußerst gering –, hat sich ITS2 als äußerst variabel erwiesen. „Mutationen in diesem Abschnitt haben wahrscheinlich keine größeren Konsequenzen für das Ribosom und können deshalb problemlos vererbt werden“, sagt Wolf. Natürlich gilt auch für ITS2: Je geringer die Anzahl der Unterschiede, desto enger die Verwandtschaft ihrer Träger.

#### Ein schönes Beispiel für die Richtigkeit der Evolutionstheorie

Allerdings beschränken sich die Würzburger Bioinformatiker nicht darauf, allein die Sequenz von ITS2 zu vergleichen. In ihrem Bestreben, die bioinformatischen Methoden zu verfeinern und zu verbessern, sind sie auf die Idee gekommen, die Struktur, die das ITS2-Molekül annimmt, zum Vergleich heranzuziehen. Die kettenförmigen Moleküle ordnen sich nämlich zu charakteristischen Gebilden an: Vier Ärmchen, von denen das dritte immer etwas länger ist. „ITS2 ist hoch variabel, bildet aber stabile Sekundärstrukturen aus“, sagt Wolf. Vergleicht man nun zwei solche Moleküle miteinander und stellt fest, dass sie sich an nur einer einzigen Stelle in einer ganz bestimmten Weise unterscheiden, reicht dieser Befund aus um sagen zu können, dass die beiden ITS2-Moleküle von zwei verschiedenen Arten stammen.

Für den Stammbaumforscher sind ribosomale Gene ein ideales Arbeitsmittel: „Die Struktur gibt uns Auskunft über ferne Verwandtschaftsbeziehungen, die Sequenz über nahe“, sagt Wolf. Darüber hinaus funktionieren ribosomale Gene als Marker über sämtliche Arten hinweg – „ein schönes Beispiel für die Richtigkeit der Evolutionstheorie“, wie Wolf sagt. Die Erkenntnisse der Forscher aus dem Biozentrum können Wissenschaftler weltweit nutzen:

Die ITS2-Datenbank erlaubt ihnen vielfältige Recherche-Möglichkeiten; zusätzliche Programme, die häufig im Rahmen von Doktorarbeiten entstanden sind, bieten Strukturanalysen und -vergleiche an, oder ermöglichen es, Stammbäume auf Sequenz- und Strukturinformationen zu berechnen.

Mit dem Vergleich eines einzelnen Merkmals ist es in der Regel nicht getan, um daraus ganze Stammbäume für größere Mengen an Lebewesen zu erstellen. Wer einen roten Hocker, einen blauen Stuhl und einen roten Sessel miteinander vergleicht und dabei die Farbe als Kriterium heranzieht, kommt zu einem anderen Ergebnis als sein Kollege, der die Rückenlehne als entscheidenden Unterschied ins Visier nimmt. Möglich ist ebenfalls, dass ein Merkmal im Laufe der Evolution zweimal aufgetaucht ist – allerdings an ganz unterschiedlichen Stellen des Stammbaums. Wer dann nur auf dieses Merkmal achtet, muss zwangsläufig zu falschen Schlüssen kommen. Damit das nicht passiert, gelten für den Evolutionsforscher eine Reihe von Regeln, die ihm beim Erstellen von Stammbäumen helfen soll.

## „Wir wissen nicht genau, wie die ersten Schritte abgelaufen sind“

„Das wichtigste Prinzip ist das Sparsamkeitsprinzip“, sagt Matthias Wolf. Dem liegt der Gedanke zugrunde, dass die Evolution ihre Arbeit möglichst rationell verrichtet. Deshalb ist es eher unwahrscheinlich, dass ein bestimmtes Merkmal zu unterschiedlichen Zeiten und an unterschiedlichen Zweigen des Stammbaums zweimal neu entstanden sein soll. Noch unwahrscheinlicher wird diese Annahme, wenn mehrere Merkmale diesen Weg gegangen sein müssen, damit zwei Arten als nahe Verwandte gelten können.

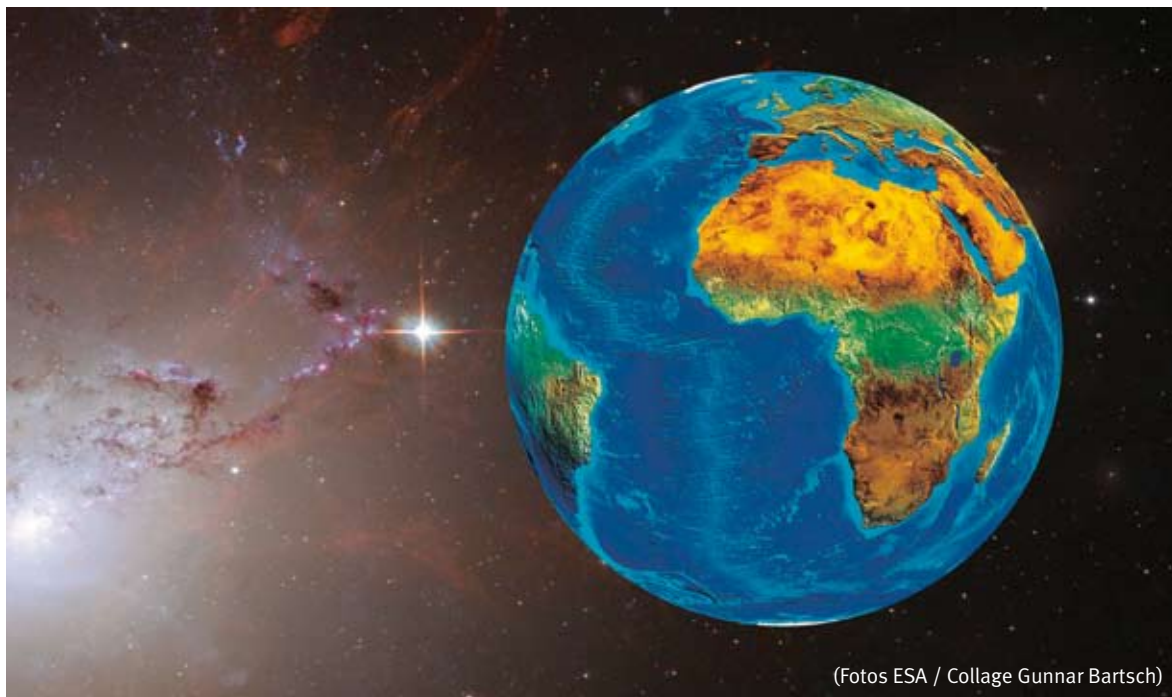
Das Wahrscheinlichkeitsprinzip hilft dem Evolutionsforscher auf der Basis der Statistik weiter: „Wir kennen von vielen Arten die Häufigkeiten, wie oft die einzelnen Bausteine des Genoms durch eine Mutation verändert werden“, so Wolf. Anhand der Mutationsraten kann nun der Grad der Verwandtschaft abgeschätzt werden.

Und zum Schluss das Distanzprinzip. Dabei geht es nicht um die Frage, ob die untersuchten Arten in räumlicher Nachbarschaft leben. Die Nähe – oder Distanz – wird auf der molekularen Ebene gemessen, in der Gensequenz. So ist es denkbar, dass sich zwei Organismen an jeweils fünf Stellen im Genom von einem dritten unterscheiden. Sind also beide gleich eng mit dem dritten verwandt? „Nicht unbedingt“, sagt Wolf. „Es kommt beispielsweise darauf an, wie weit die Unterschiede über das Genom verteilt sind.“ Liegen die Veränderungen über große Distanzen, spricht dies für mehrere, voneinander unabhängige Mutationen. Liegen sie eng beieinander, könnte ein Ereignis dafür verantwortlich sein. Letzteres deutet also auf eine engere Verwandtschaft hin im Vergleich zu dem Kandidat mit den weit verstreuten Abweichungen.

Mittlerweile ist der Tree of Life, der Stammbaum des Lebens, auch Dank der Arbeit der Bioinformatiker ein weit verzweigtes, vielfach verästeltes Gebilde. Damit seine Studierenden sich dort nicht verirren, lässt Matthias Wolf sie in seiner Vorlesung gerne die ersten Schritte der Evolution nachvollziehen. „Evolution hat sich immer in Teilschritten vollzogen, so dass aus einer Linie jeweils zwei hervorgingen“, so Wolf. Und so standen am Anfang ... Doch hier muss der Evolutionsforscher einschränkend zugeben: „Wir wissen nicht genau, wie die ersten Schritte abgelaufen sind.“ Klar ist, dass Eukaryonten – also Zellen, die einen Kern besitzen – sowie Archae- und Eubakterien die frühen Schritte der Evolution darstellten. Wann welcher Ast wo abgezweigt ist, lässt sich heute jedoch nicht mehr zweifelsfrei nachweisen. Aber das ist kein Wunder: „Je weiter ein Ereignis zurück liegt, desto schwerer lässt es sich rekonstruieren“, sagt Wolf. Und dieses Ereignis ist immerhin rund vier Milliarden Jahre alt.

Gunnar Bartsch





(Fotos ESA / Collage Gunnar Bartsch)

## „Am Anfang war das Wort“ ... oder doch der Urknall?

Religiöse Wahrheiten und naturwissenschaftliche Erkenntnisse sind zwei verschiedene Ansätze, die sich gegenseitig aber nicht ausschließen.

Genesis“ oder „Die Entstehung der Arten“, Evolutionstheorie oder wörtliche Bibelauslegung? Die katholische Kirche hat sich deutlich positioniert. Warum sie den Kreationismus ablehnt und wie sie naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit theologischem Verständnis verbindet, dazu nimmt Professor Theodor Seidl, Lehrstuhl für Altes Testament und biblisch-orientalische Sprachen, im Interview Stellung.

**Herr Professor Seidl, was ist unter Kreationismus zu verstehen?** Kreationismus ist eine neue Bewegung, die von Amerika auf den europäischen Kontinent übergegangen ist. Sie ist eine antidarwinische Theorie, welche die Evolutionslehre ganz bewusst ablehnt und das wörtliche Verständnis der biblischen Schöpfungsgeschichte reklamiert. Der Kreationismus geht von einem Schöpfer aus, der uranfänglich die Welt ins Dasein gerufen hat. In den Vereinigten Staaten wird diese Lehre vor allem von fundamentalistischen

Kreisen mit kämpferischer Attitüde vorgetragen.

### Wo ist nach dem Ursprung dieser Schöpfungsgeschichte zu suchen?

Die biblischen Schöpfungsberichte haben interessante Parallelen in Mesopotamien und Ägypten. Dort wird die Vorstellung der Schöpfung zum Beispiel durch einen Kampf der Götter oder durch Zeugung und Geburt beschrieben. Im Zweistromland gibt es Schöpfungsepen wie das „Enûma elisch“ oder das noch nicht lange bekannte „Atramchasis-Epos“. Letzteres hat insofern frappierende Parallelen zum zweiten Schöpfungsbericht der Bibel, als es gleichermaßen anthropozentrisch akzentuiert ist. Zum Vergleich und für eine bessere Auslegung der biblischen Texte eignen sich auch die ägyptischen Weltentstehungslehren und Schöpfungstheologien.

**Warum sind sich viele dieser Geschichten sehr ähnlich – gibt es**

**vielleicht einen gemeinsamen Ursprung?** Das schließen wir heute aus. Die Gemeinsamkeiten ergeben sich aus dem übergreifenden altorientalischen Kulturhorizont, der Ägypten, Mesopotamien, Syrien und die ägyptischen Großreiche umspannt. Deswegen muss es keine literarische Beeinflussung gegeben haben, keine Abhängigkeit auf schriftlicher Basis. Durch Geografie und Klima ergab sich eine ähnliche Fragestellung nach dem Warum und Wie der bestehenden Welt. Schöpfungsberichte sind also keine naturwissenschaftlichen, kausal ausgerichteten Weltentstehungstheorien, sondern religiöse Deutungen der Welt, wie sie ist. Und weil sich diese Welt in Ägypten und Mesopotamien – also in Flusskulturen – mit ähnlichen Problemen, Fragestellungen und Gegebenheiten präsentiert, kommt es auch zu solchen Parallelen. Zeitlich und regional liegen die Berichte so weit auseinander, dass man keine unmittelbare literarische Abhängigkeit zwischen diesen mesopota-

mischen, ägyptischen und israelitischen Schriften postulieren darf.

**Die Schöpfungsgeschichte, von der Sie gesprochen haben, welche Stellung nimmt sie in der katholischen Lehre ein?** Sie ist die Grundlage der christlichen Schöpfungslehre; diese erfährt im Neuen Testament eine Fortführung: Dort wird das Christusereignis in die Schöpfungsthematik integriert. Sie hat gleichfalls Bedeutung für die Kirchenväter und die gesamte systematische Theologie, die freilich von der griechischen Philosophie geprägt ist. Als Exeget lege ich diese Texte aber mit Blick auf ihre Entstehungszeit und die vorchristliche Umwelt aus. Die systematische Theologie hat lange die Schöpfungsberichte der Bibel mit dem aristotelischen Kausalprinzip interpretiert, mit einseitigem Blick auf die *prima causa*.

**Wie fügt sich hier die Evolutionslehre ein?** Eine kritische Interpretation der biblischen Schöpfungsberichte in ihrem historischen Kontext steht nicht im Widerspruch zur Evolutionslehre, weil die biblischen Texte Bekenntnistexte sind und religiöse Zielsetzungen aufweisen, während die Evolutionslehre eine naturwissenschaftliche Welterklärung darstellt.

**Aber: Wie geht ein gläubiger Mensch im Alltag damit um?** Der gläubige Mensch muss lernen, die Schöpfungsberichte der Bibel richtig zu verstehen und sie nicht wortwörtlich zu nehmen. Kreationismus ist eine oberflächliche, vordergründige und nicht sachgemäße Interpretation der Bibel. Dagegen kämpfe ich als Exeget an. Die biblischen Schöpfungsberichte bekennen, dass Gott die Welt erschaffen hat und dass er die Welt erhält. Vom Wie ist keine Rede. In den Schöpfungstexten der Bibel geht es demnach eher um die Welterhaltung als um die Weltentstehung. So hat also auch der gläubige Mensch keine Probleme, wenn er die Evolutionslehre als plausible naturwissenschaftliche Welterklärung annimmt.

**Warum greifen gläubige Menschen in den USA auf den Kreationismus zurück?** Weil sie meist Gruppierungen

mit einem fundamentalistischen Bibelverständnis angehören, das heißt, die Bibel wörtlich nehmen. Allerdings war auch die römische Kirche zu Zeiten Galileis und Darwins diesem wörtlichen, also fundamentalistischen Bibelverständnis verpflichtet.

**Was will man mit diesem fundamentalistischen Denken erreichen?** Die Bibel als oberste Glaubensautorität „retten“, indem man sie vordergründig naiv wörtlich nimmt.

**Seit wann wird in der katholischen Theologie die heute gängige Richtung verfolgt und warum?** Seit dem Zweiten Vatikanum (*Anm. d. Redaktion: Oktober 1962 bis Dezember 1965*), in der evangelischen Kirche bereits seit Beginn der Aufklärung am Ende des 18. Jahrhunderts. Ein echter Quantensprung in der katholischen Kirche vollzog sich, als das kirchliche Lehramt die kritische Bibelauslegung als die angemessene Methode akzeptiert hat.

**Was wurde dadurch erreicht?** Eine Entspannung im Gespräch von Theologie und Naturwissenschaften in Hin-

blick auf das Verständnis der Schöpfungslehre. Die beiden biblischen Schöpfungsberichte sind auf dem alten, längst verabschiedeten, weil naturwissenschaftlich nicht mehr haltbarem Weltbild aufgebaut. Die biblischen Autoren waren darin Kinder ihrer Zeit und in diesem Sinne durchaus auch fehlbar – bezogen auf historisch bedingte, zeitbegrenzte Aussagen. Eine fundamentalistische Bibelauslegung erweist sich überall dort als falsch, wo sie offenkundige Unwissenheiten der biblischen Autoren als unfehlbare Wahrheit annehmen muss, wie zum Beispiel, dass Hase und Dachs Wiederkäufer seien oder Insekten vier Beine hätten.

**Zusammengefasst heißt das also...?** Die Schöpfungstexte der Bibel bedienen sich der Sprache des Mythos. Ein Mythos im Alten Orient und auch in der klassischen Antike möchte die Welt erklären, wie sie ist, und die Wirklichkeit aus gläubiger Sicht deuten. Mythen sind Lebens- und Weltdeutung, aber keine Theorien der Weltentstehung.

*Fragen: Dr. Gabriele Geibig-Wagner*



Professor Theodor Seidl

(Foto Dr. Gabriele Geibig-Wagner)



Über die Nähe von Affe und Mensch machten sich Naturforscher und Literaten schon lange vor Charles Darwin Gedanken. (Foto Templermeister / Pixelio.de)

## Bruch beim grünen Heinrich

Was die Evolutionstheorie bei den Literaten auslöste

Für Umwälzungen auch in der Literatur sorgte Charles Darwins Buch „Über die Entstehung der Arten“, das im Jahr 1859 erschien. „Das war ein Dementi der biblischen Schöpfungsgeschichte, und Darwin trieb damit die letzten Funken teleologischen Denkens aus der Welt hinaus“, sagt der Literaturwissenschaftler Roland Borgards. Dass alles auf ein einziges Ziel ausgerichtet sei, nämlich auf den Menschen: Diese so genannte teleologische Denkweise gehörte nun der Vergangenheit an, und das spiegelte sich auch in der Literatur wider: Die Autoren stellten ihre Erzählmechanismen um.

Besonders deutlich wird das an Gottfried Kellers Roman *Der grüne Heinrich*, von dem es zwei Fassungen gibt. Das Buch handelt von einem jungen Mann, dem grünen Heinrich. Der wird so genannt, weil er nur Anzüge trägt, die ihm seine Mutter aus der Schützenkleidung seines gestorbenen Vaters schneidert. Heinrich wächst in armen Verhältnissen auf und verlässt dann seine Heimat, um sich in einer fremden Stadt als

Maler zu etablieren. Die erste Fassung von Heinrichs Werdegang schrieb Keller, kurz bevor Darwins Ideen publik wurden. „Das ist ein in sich geschlossener Roman“, sagt Roland Borgards. Gesichert wird dies durch einen souveränen Erzähler, der alle Geschehnisse einordnen kann und immer weiß, auf welches Ziel die Dinge hinauslaufen. Geordnete Verhältnisse, vorgefertigte Laufbahnen, festgelegtes Ziel – das entspricht der teleologischen Denkweise in der Zeit vor Darwin.

### Nach Darwin wurde die Geschichte brüchiger und ruppiger

Und die zweite Fassung, die gegen 1880 entstand? Die wirkt laut Borgards überraschenderweise unfertiger als ihre Vorgängerin, brüchiger und ruppiger – und spiegelt damit einen Bruch im Denken wider: „Darwins Theorie ist ja im Grunde brutal, denn ausgelesen werden nur die Besten. Die anderen gehen zugrunde.“ Geschichten über persönliche Misserfolge und das Zugrundegehen ganzer Familien erzählten die

Schriftsteller damals entsprechend häufig, so etwa Theodor Storm in seinen späten Novellen.

Nach Darwin war klar: Die Grenze zwischen Mensch und Tier muss neu gezogen werden. Der Mensch ist ein Zufallsprodukt, aus der Natur heraus entstanden. Er ist nicht der Endpunkt der Entwicklung und damit kein stabiles Geschöpf. Darüber haben seit Darwin viele Literaten auf neue Art und Weise nachgedacht. Besonders oft drehen sich ihre Geschichten um Menschen und Affen. Das ist kein Wunder, denn die Faszination für ihre nächsten Verwandten im Tierreich war bei den Menschen seit jeher groß.

„Affen verunsichern uns, weil sie uns so ähnlich sind“, sagt Professor Borgards. Die Rolle von Tieren, besonders von Affen, in der Literatur-, Kultur- und Wissensgeschichte – das ist sein großes Thema. „Über ihre Nähe und ihre Distanz zu Affen haben die Menschen schon lange vor Charles Darwin diskutiert, mindestens seit der Antike“, sagt er. Für Zentraleuropa müsse man



dabei allerdings berücksichtigen, dass hier bis zum späten 17. Jahrhundert kaum jemand einen echten Menschenaffen gesehen habe. Bis dahin waren die Tiere vor allem aus Reiseberichten bekannt; die Verfasser schilderten sie als seltsame, sagenhafte Gestalten.

„Teilweise galten Affen als deformierte Menschen, die von Gott für schwere Sünden bestraft worden waren“, so Roland Borgards. In der mittelalterlichen Handschrift *Rothschild Canticles* gebe es eine Geschichte, die vor dem Gebrauch von Rauschmitteln warnt – denn das führe dazu, dass Menschen Monster halluzinieren und sie dadurch in die reale Welt bringen. Affen galten als solche Monster, als Gestalten der Sünde, ja sogar als Figuren des Teufels.

Die Autoren des 18. Jahrhunderts verbanden die theologischen mit naturwissenschaftlichen Argumenten. Etwa der Philosoph Johann Gottfried Herder (1744-1803). Er meinte: Wenn man dem Menschen den aufrechten Gang wegnehme, dann bliebe: ein Affe. Beim Laufen auf allen Vieren müsse sich der Kopf stärker aufrichten, um gut sehen zu können. Das bringe einen anderen Schädelbau mit sich – und das wiederum ein kleineres, also „dümmeres“ Gehirn. „Man sieht: In dieser Zeit wurde alles vom Menschen her gedacht“, sagt der Würzburger Literaturwissenschaftler. „Der Mensch war die Krone der Schöpfung, das Ziel und das Ende jeglicher Entwicklung.“

Darum stand natürlich auch der Mensch an der Spitze der „großen Kette der Wesen“. Diese Kette war eine naturphilosophische Idee des 18. Jahrhunderts. Sie beschrieb die Natur als

hierarchisch gegliederte Abfolge von Stein-, Pflanzen- und Tierarten. Zwischen den einzelnen Arten hielt man alle möglichen Übergangsformen für denkbar – und man war sicher, dass diese Zwischenstufen im göttlichen Plan vorgesehen seien und sich irgendwann aus den Arten heraus entfalten würden. „Für diese Vorstellung gab es schon damals den Begriff Evolution. Darwin aber verstand später etwas anderes darunter. Seine Evolution ist ohne Ziel und blind, sie folgt keinem Plan“, so Professor Borgards.

## „Affen verunsichern den Menschen, weil sie ihm so ähnlich sind“

*Prof. Dr. Roland Borgards,  
Literaturwissenschaftler*

Die große Kette der Wesen allerdings hatte einen echten Schwachpunkt. Ihr zufolge hätten ja auch Übergangsformen zwischen Affen und Menschen denkbar sein müssen. Das vertrug sich aber überhaupt nicht mit der Sonderstellung, die dem Menschen zugewilligt wurde. Über dieses Problem machten sich so einige Literaten und Naturforscher ihre Gedanken. Eine recht einfache Lösung fand der französische

Zoologe Georges Louis Leclerc de Buffon (1707-1788). Er stellte fest, dass es in der großen Kette an genau einer einzigen Stelle einen Sprung geben müsse: zwischen den Affen und den Menschen. Hier sollte die göttliche Ordnung keine Übergangsformen vorgesehen haben.

Die Literaten gingen auf andere Weise mit der Problematik um: Sie erzählten Geschichten, die genau von dieser Unsicherheit handeln, und thematisierten zum Beispiel die Entstehung biologischer Mischwesen mit unklarem Status. „In diesen Geschichten geht es immer um Beziehungen zwischen Menschenfrauen und männlichen Affen, und immer wird dieser Mensch-Tier-Diskurs mit einem Rassen-Diskurs verknüpft“, erklärt Roland Borgards. So beschreibe beispielsweise Gustave Flaubert 1837 in seinem Jugendwerk „*Quidquid volueris*“ ein Experiment, bei dem eine afrikanische Sklavvin mit einem Menschenaffen gekreuzt wird. Heraus kommt eine Kreatur, die auf der Kippe steht: Sie hat menschliche Emotionen, kann aber auf der anderen Seite nicht sprechen – und wird am Ende zum Mörder.

Charles Darwin ließ schließlich die große Kette der Wesen zerbrechen. An ihre Stelle setzte er den Lebensbaum und die Vorstellung, dass die Arten auseinander hervorgehen. Dass bei allen Arten andauernd zufällige Abweichungen entstehen. Und dass diese Abweichungen untergehen oder bleiben – je nachdem, wie gut sie an die jeweiligen Lebensbedingungen angepasst sind.

*Robert Emmerich*



Der Literaturwissenschaftler Professor Roland Borgards vor dem Philosophiegebäude am Hubland. (Foto Robert Emmerich)

### Zur Person

Roland Borgards, Jahrgang 1968, geboren in Saarbrücken. Studierte von 1990 bis 1997 Germanistik, Philosophie, Geschichte und Musikwissenschaft in Freiburg, Lyon und Gießen. Promotion am Gießener Graduiertenkolleg „Klassizismus und Romantik“, 2006 Habilitation an der Universität Gießen, seit 1. Oktober 2008 Professor für Neuere Deutsche Literaturgeschichte an der Universität Würzburg.

# Auf Spurensuche im Vatikan

Ein Forschungsprojekt am Lehrstuhl für Kirchengeschichte des Mittelalters und der Neuzeit untersucht, wie die katholische Kirche auf Darwins Evolutionstheorie reagierte.

Es ist sicher nicht an der Tagesordnung, dass sich ein Kirchenhistoriker mit naturwissenschaftlichen Themen beschäftigt. Der Würzburger Lehrstuhlinhaber für Kirchengeschichte des Mittelalters und der Neuzeit tut es. Professor Dominik Burkard hat sich seit einem guten Jahr auf die Spuren der Evolutionstheorie in vatikanischen Archiven gemacht und ist fündig geworden. Zusammen mit seiner Mitarbeiterin Dr. Cristina M. Giacomini bereitet er derzeit eine Edition von Gutachten der päpstlichen Behörden vor.

## Darwin war kein Fall für den Index der verbotenen Bücher

„Bisher war nicht bekannt, dass man sich im Vatikan überhaupt mit der Evolutionstheorie beschäftigt hat“, sagt Burkard. Es gebe bis heute kein lehramtliches Schreiben, das sich explizit mit den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen auseinandergesetzt hat. Weder Charles Darwin, noch Thomas Henry Huxley, der als „Darwin's Bulldog“ in die Geschichte eingegangen ist, noch Alfred Russell Wallace landeten mit irgendeiner ihrer Schriften auf dem römischen Index der verbotenen Bücher, der vom Vatikan als Instrument der Wissenssteuerung immerhin bis 1966 gehandhabt wurde.

Dabei gilt die Entdeckung der Evolution Mitte des 19. Jahrhunderts neben der Entdeckung des heliozentrischen Weltbildes im 16. Jahrhundert als die zentrale Erschütterung des christlichen Weltbildes bis heute. Der Würzburger Theologe Franz Xaver Kiefl brachte dies 1909 auf den Punkt, als er im 100. Geburtsjahr Darwins als Rektor beim Stiftungsfest der Universität Würzburg über *Charles Darwin und die Theologie* sprach: „Eben hatte Kopernikus den Blick der Menschheit in unermessliche Fernen des Weltalls erweitert, und in dem Augenblick, da unsere Universität gegründet wurde, sah sich die Theolo-

gie in einen Entscheidungskampf, einen der größten und folgenschwersten ihrer Geschichte, gestellt. Es schien, wie im 19. Jahrhundert Feuerbach es blasphemisch ausdrückte, da in überwältigender Majestät der Tempel der Natur sich öffnete, für den alten Gott Wohnungsnot eingetreten zu sein. [...] Zum Blick ins unendlich Große kam der Blick ins unendlich Kleine, zum Teleskop das Mikroskop [...]. Dazu öffnete der bis dahin verschlossene Erdball seine Archive und schien eine andere Schöpfungsgeschichte zu erzählen als Bibel und Theologie. Darüber erschrak die Theologie ...“

Damals wie heute stehen elementare Fragen im Raum: Lässt sich angesichts der Evolutionslehre die vom Alten Testament bezeugte „Schöpfungsgeschichte“ noch halten? Hat der Mensch – als „Krone der Schöpfung“ – durch seine Einbeziehung in die Mechanismen der Evolution seine Einzigartigkeit verloren? Ist mit seiner „Vertierung“ das biblische Wort von der „Gottebenbildlichkeit“ auf Gott selbst zurückgefallen? Und wenn die Bibel in einer so wichtigen Sache irrte, welchen Offenbarungscharakter hat die „Heilige Schrift“ dann überhaupt noch? Ist mit Schöpfung und Bibel nicht auch der Schöpfergott, also Gott selbst, überflüssig geworden?

In Amerika ist der Streit um Evolution und Schöpfung seit langem voll entbrannt. Vor allem Freikirchen und Evangelikale kämpfen geradezu militant gegen die Erkenntnisse der Naturwissenschaften. In Europa hat das Thema bislang nicht den Stellenwert, der ihm in den USA beigemessen wird. Doch regen sich auch hier Vertreter beider Richtungen, die es offenbar auf einen weltanschaulichen Kampf abgesehen haben. Versachlichung ist angesagt.

Für den Kirchenhistoriker Burkard war es „undenkbar“, dass sich der Vatikan nicht mit der gegen Ende des 19.



Jahrhunderts sich immer mehr etablierenden Evolutionstheorie auseinandersetzte. Doch bei seiner Suche im Archiv der Glaubenskongregation in Rom, wo der Forscher seit 1997 arbeitet, fand sich kein Verfahren gegen Charles Darwins zentrales Werk *On the Origin of Species* oder gegen Publikationen anderer prominenter Evolutionsforscher. Selbst Ernst Haeckel, den deutschen „Designer“ Darwins und ehemaligen Sektionsassistenten bei Rudolf Virchow an der „Pathologisch-Anatomischen Anstalt zu Würzburg“, sucht man in den vatikanischen Archiven vergebens. Und dies, obwohl Haeckel mit seinen weltanschaulich überfrachteten Evolutionsvorstellungen die Kirche und ihre Schöpfungslehre heftigst attackierte. 1904 hatte er sich gar als Teilnehmer des Internationalen Freidenker-Kongresses in Rom feierlich zum „Gegenpapst“ ausrufen lassen.

## Der Ursprung des Menschen spielt eine besondere Rolle

Trotzdem wurde Burkard fündig. Er entdeckte eine Reihe von Gutachten, die sich aus naturwissenschaftlicher, philosophischer und theologischer Warte mit kirchlichen Vertretern der Evolutionslehre auseinandersetzten. „So lässt sich über den Umweg der Rezeption der Evolutionstheorie im Katholizismus selbst etwas über die Beurteilung dieser zentralen naturwissenschaftlichen Entdeckung durch das kirchliche Lehramt sagen, auch wenn die Päpste sich nie öffentlich dazu äußerten“.



In den Archiven des Vatikan sucht Dominik Burkard nach Zeugnissen zu Darwins Evolutionstheorie. (Foto pixlutz/pixelio.de)

Um welche Fragen ging es konkret? Zur Debatte stand nicht nur der göttliche Schöpfungsakt zu Beginn des Lebens und der Welt überhaupt, die Abhängigkeiten der Arten, die Frage nach einer Selbstorganisation der Materie, nach Mutation und Selektion sowie nach Zufall und Ziel. Eine besondere Rolle spielte der Ursprung des Menschen, sein evolutiver Zusammenhang mit den anderen Lebewesen, also die Frage, ob der Mensch denn zu den Primaten zu zählen sei, ob man von einem separaten Schöpfungsakt Gottes ausgehen müsse und wie dieser auszusehen habe, ob und wie die Beseelung des Menschen – als Unterscheidungsmerkmal gegenüber den Tieren – zu denken sei. Bei all dem wurden verschiedene Argumentationsmuster in die Waagschale geworfen: philosophische und erkenntnistheoretische ebenso wie exegetische, dogmatische und naturwissenschaftliche.

#### Am Anfang steht die Edition der Gutachten

Über 20 Geheimgutachten hat der Würzburger Wissenschaftler inzwischen ausfindig gemacht, weitere könnten noch auftauchen. Ein Teil der Dokumente wurde bereits transkribiert und übersetzt, der Rest harret der Bearbeitung. „Wir sind da auf finanzielle Förderung angewiesen“, erklärt Burkard, denn im Haushalt des Lehrstuhls sind prinzipiell keine Reisemittel vorgesehen. „Fatal“ nennt das der Wissen-

schaftler, „denn Archive sind ja sozusagen die unverzichtbaren Labore des Historikers“, ohne die er „einpacken“ kann. Burkard ist deshalb dankbar, dass die Wilhelm Rucht-Stiftung sein Forschungsvorhaben mit rund 5.000 Euro unterstützt. Allerdings sind zusätzliche Mittel für weitere Archivaufenthalte nötig. Für eine größere Antragsstellung blieb Burkard aber keine Zeit. „Es ist klar: Wenn wir das machen wollen, dann müssen wir es schnell machen“. Denn auch andere interessieren sich natürlich für diese Dinge.

Im Zentrum der Arbeit steht momentan die Edition der Gutachten samt deutscher Übersetzung. Ein mühsames Geschäft – wie Burkard zu berichten weiß. Denn die Stellungnahmen der Experten der römischen Kurie sind teils italienisch, teils lateinisch verfasst und mit französischen, englischen sowie spanischen Zitaten gespickt. „Da kommt man mit den eigenen Kapazitäten ziemlich bald an die Grenzen“. Zumal es sich bei alledem um keine einfache Materie handelt. „Hier wird auf teilweise hohem sprachlichen und wissenschaftlichen Niveau reflektiert. Ohne in die Materie selbst einzudringen, geht das nicht“ – meint auch Cristina M. Giacomini, die gerade an den Übersetzungen feilt.

Mit der Edition der Gutachten ist auch eine erste Rekonstruktion der „Fälle“ geplant, um die an der römischen Kurie gerungen wurde. Denn für den Histori-

ker ist natürlich nicht nur die inhaltliche Auseinandersetzung spannend. Auch die Frage, wie man kirchlicherseits mit dem Eindringen evolutionärer Vorstellungen umging, wo die treibenden und hemmenden Kräfte waren, wie die Reaktionen der Betroffenen aussahen und welche Alternativen zum Publikationsverbot erwogen wurden, interessieren. Darüber hinaus stellt sich die Frage, weshalb man sich nicht mit den Texten Darwins oder Haeckels selbst auseinandersetzte. Hatte man im Vatikan etwa aus den Fehlern der Vergangenheit, aus den negativen Erfahrungen mit Kopernikus und Galilei, gelernt? Hatte man die alten Ansprüche auf eine umfassende Wissenskontrolle endlich aufgegeben? Ist diese Nichtreaktion des Lehramts als ein erstes Zeichen einer Anerkennung der zunehmenden Verselbständigung weiter Wissensbereichen zu sehen? Oder hatte man sich einfachhin aus dem Diskurs der entstehenden modernen Naturwissenschaften verabschiedet und den Rückzug ins Theologische angetreten?

Die Edition der Gutachten ist von Burkard als Grundlagenforschung gedacht: „Wir schaffen damit überhaupt erst eine Grundlage für die Diskussion zwischen Theologie, Philosophie und Naturwissenschaft, denn was heute geboten wird, bleibt oft weit hinter dem zurück, was vor etwa hundert Jahren gedacht wurde“. *db*

#### Zur Person

Dominik Burkard, geboren 1967 in Rottweil, studierte in Tübingen und Freiburg Katholische Theologie. 1998 wurde er in Frankfurt St. Georgen zum Dr. theol. promoviert, 2002 habilitierte er sich an der Universität Münster. Seit 2003 ist er Professor für Kirchengeschichte des Mittelalters und der Neuzeit an der Universität Würzburg, seit 2006 Mitherausgeber der Römischen Quartalschrift für christliche Altertumskunde und Kirchengeschichte, seit 2007 Mitglied des Wissenschaftlichen Rates der Katholischen Akademie in Bayern und Vice-Dean der Würzburg Graduate School of Humanities.



# 1

## Xiphophorus: Was ist das?

- 6) Hip-Hop-Chor aus Oxford
- 9) phosphoreszierender Chinese
- 2) Falkengott aus Ägypten
- 1) schwertragender Fisch

Charles Darwin und seine Evolutionstheorie, darum geht es schwerpunktmäßig in diesem Heft. Wer die Artikel aufmerksam liest, findet darin die Antworten auf unsere Rätselfragen.

Als Preise hat die Buchhandlung Schöningh drei Büchergutscheine im Wert von 20, 15 und 10 Euro ausgelobt. Sie werden unter allen Teilnehmern verlost, die die richtige Antwort an die Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit schicken.

Lösung des Rätsels aus *Blick* 4/2008: **Zeit**

# 2

## Welches Buch zeigt deutlich den Einfluss, den Darwins Theorie auf die Literatur hatte?

- 7) Die rote Zora
- 4) Der blaue Klaus
- 3) Der grüne Heinrich
- 2) Der schwarze Abt

# FRAGE ZEICHEN

# 3

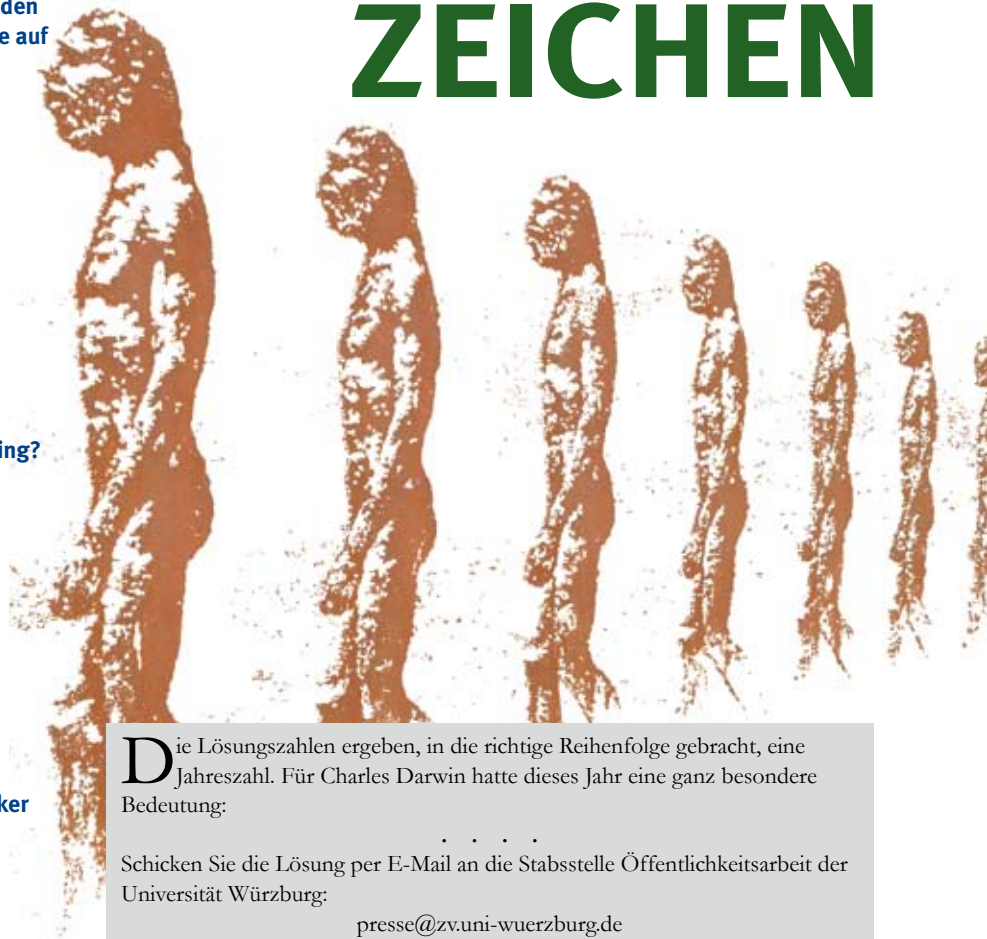
## Wie hieß das Schiff, mit dem Darwin auf Reisen ging?

- 4) Basset
- 8) Beagle
- 6) Bobtail
- 5) Boxer

# 4

## Womit erstellen Bioinformatiker Stammbäume?

- 1) Ribosomen
- 9) Mitochondrien
- 6) Rübensamen
- 7) Reticuli



Die Lösungszahlen ergeben, in die richtige Reihenfolge gebracht, eine Jahreszahl. Für Charles Darwin hatte dieses Jahr eine ganz besondere Bedeutung:

Schicken Sie die Lösung per E-Mail an die Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit der Universität Würzburg:

[presse@zv.uni-wuerzburg.de](mailto:presse@zv.uni-wuerzburg.de)

Betr.: Rätsel

Einsendeschluss ist der **1. März 2009**. Mitarbeiter der Stabsstelle und ihre Angehörigen sind von der Teilnahme ausgeschlossen.

# Das Kind als Karriereknick?

Wissenschaftler, die Kinder haben, fühlen sich häufig im Beruf benachteiligt

Wissenschaftliche Karriere und Elternschaft miteinander zu vereinbaren, ist besonders für Wissenschaftlerinnen, zunehmend aber auch für Wissenschaftler problematisch. Das geht aus einer Umfrage hervor, die das Kompetenzzentrum Frauen in Wissenschaft und Forschung CEWS unter 8.698 Personen durchgeführt hat und über die die Zeitschrift *Forschung & Lehre* in ihrem November-Heft berichtet hat.

Fast jede zweite Wissenschaftlerin und fast jeder vierte Wissenschaftler erlebten demnach seit der Geburt ihres ersten Kindes konkrete berufliche Nachteile. Von einer zurückhaltenderen Förderung durch Vorgesetzte und einer Abwertung ihrer wissenschaftlichen Leistung sahen sich vor allem Mütter betroffen. 41 Prozent der befragten Wissenschaftlerinnen mit Kind

und 15 Prozent der Wissenschaftler mit Kind fühlten sich aus beruflichen Netzwerken ausgeschlossen. 83 Prozent der Mütter und 60 Prozent der Väter sahen sich ferner durch ihre Elternschaft in ihrer Publikationstätigkeit eingeschränkt.

Zwei Drittel aller Wissenschaftlerinnen und immerhin knapp die Hälfte der Wissenschaftler gaben zudem an, Kinderlosigkeit oder den Aufschub des Kinderwunsches zugunsten der wissenschaftlichen Karriere in Kauf genommen zu haben. Bei den Professorinnen fiel



Die Zwergenstube der Uni Würzburg hilft Akademikern bei der Kinderbetreuung. (Foto Gunnar Bartsch)

das Ergebnis noch deutlicher aus: Laut Umfrage haben 88 Prozent von ihnen zumindest zeitweise auf die Realisierung ihres Kinderwunsches verzichtet.

## Ein Kiss für den Nachwuchs

Neues Internet-Beratungsportal gestartet

Wo bewerbe ich mich für ein Forschungsstipendium? Wer bietet die passende Nachwuchsförderung an? Fragen wie diese beantwortet das Kommunikations- und Informationssystem „Wissenschaftlicher Nachwuchs“ Kisswin. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat Kisswin vor wenigen Monaten gestartet. Das Portal bietet neben Informationen zu wissenschaftlichen Karrierewegen und Fördermöglichkeiten auch die Beratung durch Expertinnen und Experten an. „Mit dem neuen Internetportal und dem Beratungsservice steht nun ein Instrument zur Verfügung, mit dem sich alle Interessierten im In- und Ausland schnell und problemlos über das umfangreiche Förderspektrum in Deutschland informieren können“, sagte Michael Thielen, Staatssekretär im Forschungsministerium.

Das Portal gibt es in deutscher und englischer Sprache. Es soll zur zentralen und unabhängigen Anlaufstelle für

angehende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ausgebaut werden. Kisswin bietet neben einem Internetportal einen Mail- und Telefonservice, über den junge Forscherinnen und Forscher individuell beraten werden und Antworten auf ihre Fragen rund um die Themen Karriere und Förderung in der deutschen Forschungslandschaft bekommen. Das BMBF fördert Kisswin in seiner Startphase bis Ende Oktober 2010 mit insgesamt 1,4 Millionen Euro. [www.kisswin.de](http://www.kisswin.de)



## Zahlen & Fakten

Ende 2007 lehrten und forschten nach vorläufigen Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes 37.700 Professoren und Professorinnen an deutschen Hochschulen. Während ihre Gesamtzahl damit in den vergangenen zehn Jahren nahezu unverändert blieb, ist der Frauenanteil kontinuierlich gewachsen: Von neun Prozent im Jahr 1997 auf jetzt über 16 Prozent. Die Zahl der Professorinnen erreichte 2007 mit rund 6.100 einen neuen Höchststand. Gestiegen ist auch die Zahl der Habilitationen von Frauen – und zwar um 56 Prozent seit 1997. Im Jahr 2007 stammten 24 Prozent aller Habilitationen von Frauen. Unter diesem Wert blieben die Fächer Mathematik/Naturwissenschaften einschließlich Informatik (16 Prozent). Überdurchschnittlich hoch waren die Frauenanteile in Veterinärmedizin (46 Prozent) sowie in Sprach- und Kulturwissenschaften (38 Prozent).



Sind so kleine Hände ... Frühgeborene haben heute deutlich bessere Überlebenschancen als noch vor wenigen Jahrzehnten.

(Foto RalphH/pixelio.de)

## Damit der Frühstart ohne Folgen bleibt

Es braucht viel Erfahrung, Einfühlungsvermögen und eine besondere Infrastruktur und Technik, damit Kinder, die zu früh auf die Welt kommen, ohne bleibende Schäden ihren weiteren Lebensweg absolvieren können. An der Universitäts-Kinderklinik ist dies alles vorhanden. Ihr Leiter, Professor Christian P. Speer, engagiert sich seit vielen Jahren dafür, dass Erkenntnisse aus der Forschung schnell in der Praxis landen.

Wie ein Vogel, der aus dem Nest gefallen ist, liegt es da. Ein Frühgeborenes auf der Intensivstation der Universitäts-Kinderklinik. Kaum 600 Gramm schwer, gerade mal zwei Handvoll groß. Unter der Haut zeichnen sich bläuliche Venen ab, ein Beatmungsschlauch verschwindet in der Nase, eine Infusion mündet in einem Verband am Arm. Das winzige Frühgeborene ist lange vor dem errechneten Termin auf die Welt gekommen; jetzt steht ihm die erste Operation seines Lebens bevor: ein Eingriff im Brustraum, der seinen unreifen Kreislauf in Ordnung bringen wird. Dass es dem Winzling trotz allem

so gut geht, verdankt er dem Können und der Erfahrung von Ärzten und Schwestern, modernster Technik – und dem Fortschritt der Neugeborenenmedizin in den vergangenen Jahren. Vor noch nicht allzu langer Zeit wären seine Überlebenschancen deutlich geringer gewesen.

### Vor 30 Jahren lag die Grenze noch bei 1500 Gramm

„Vor 30 Jahren hatten Frühgeborene, die vor der 30. Schwangerschaftswoche – also zehn Wochen vor dem eigentlichen Termin – auf die Welt kamen oder deren Geburtsgewicht unterhalb

von 1500 Gramm lag, nur ganz geringe Überlebenschancen“, sagt Christian P. Speer. Speer ist seit 1999 Direktor der Universitäts-Kinderklinik und Inhaber des Lehrstuhls für Kinderheilkunde an der Uni Würzburg. Vor 30 Jahren hatte er gerade seine Facharztausbildung in Göttingen begonnen. Seitdem haben sich die Grenzen kontinuierlich verschoben: „Heutzutage können sich Kinder, die in der 24. Schwangerschaftswoche auf die Welt kommen und kaum mehr als 600 Gramm wiegen, normal entwickeln, ohne dass bleibende Schäden zwangsläufig die Folge sind“, sagt der Spezialist für Früh- und



Neugeborenen-Medizin. Für diesen Erfolg sind viele kleine Einzelmaßnahmen verantwortlich – und eine revolutionäre Entdeckung.

### Frühgeborene besitzen noch keine ausgereiften Lungenbläschen

Luft holen, atmen, schreien: Wenn Kinder viel zu früh auf die Welt kommen, wollen sie trotzdem das Gleiche tun wie Kinder, die am errechneten Termin das Licht der Welt erblicken. Häufig schaffen sie es allerdings nicht: Ihre Lunge ist noch unreif und kann deshalb den kleinen Körper nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgen. „Frühgeborene, die um die 24. Schwangerschaftswoche herum geboren werden, besitzen noch keine anatomisch voll ausgereiften Lungenbläschen“, erklärt Christian P. Speer. Ohne maschinelle Beatmung haben nur wenige eine Überlebenschance. Doch selbst wenn sie genügend Zeit hatten, im Mutterleib die Bläschen zu bilden, bleibt das Atmen schwierig. Der Grund: Den Kleinen fehlt eine Art Schutzfilm für die Lungenbläschen, der verhindert, dass die Lunge beim Ausatmen kollabiert. Die Entdeckung dieser Substanz, ihre genaue Analyse und die Möglichkeit, sie heute in industriellem Maßstab zu produzieren und den Neugeborenen zu verabreichen, hat dafür gesorgt, dass selbst extrem kleine Frühgeborene inzwischen schneller von alleine atmen können und deshalb weniger von Komplikationen bedroht sind.

Surfactant heißt der Lebensretter für Frühgeborene: eine Kurzform von surface active agent. Die Substanz reduziert die Oberflächenspannung in den Lungenbläschen; ein Wissenschaftler aus der Schweiz entdeckte sie als Erster im Jahr 1929. Dass ihr Fehlen verantwortlich ist für das sogenannte Atemnotsyndrom von Frühgeborenen, konnten Mediziner Ende der 50er-Jahre nachweisen. Doch erst 1980 gelang es einem japanischen Forscher, aus Rindern Surfactant zu gewinnen und so zu verändern, dass es Neugeborenen verabreicht werden konnte. Christian Speer gehört zu den Wissenschaftlern, die maßgeblich an der Entwicklung des heute in Europa am meisten verabreichten Surfactant-Präparats beteiligt waren.

„Surfactant war der Durchbruch. Damit verfügen wir über eine effektive

Therapie, deren Wirksamkeit und Sicherheit durch viele Studien bestätigt ist“, schwärmt Speer von der Substanz. So früh wie möglich, in der Regel innerhalb der ersten 15 Lebensminuten, verabreichen die Mediziner den Frühgeborenen das Surfactant über einen Tubus direkt in die Atemwege. „Danach stabilisiert sich die Lunge innerhalb von wenigen Sekunden“, sagt Speer. Doch nicht jeder erhält das Präparat automatisch: „Frühgeborene unterhalb der 28. Woche, die schon die ersten Zeichen eines Atemnotsyndroms entwickeln, qualifizieren sich für eine frühe Therapie“, sagt Speer. Nach der 28. Woche bleibe abzuwarten, ob die Kleinen von alleine zurechtkommen.

## „Die ersten fünf Minuten nach der Geburt können entscheidend sein“

75 Frühgeborene mit einem Gewicht unter 1500 Gramm haben die Neonatologen der Universitäts-Kinderklinik im vergangenen Jahr behandelt; insgesamt mussten sie sich um 650 Früh- und Neugeborene kümmern. Die Überlebensrate der Hochrisikogeborenen betrug mehr als 90 Prozent; keines der Kinder, die um die 27. oder 28. Schwangerschaftswoche herum auf die Welt kamen, ist gestorben. Surfactant ist nur ein Faktor, der für diese guten Zahlen verantwortlich ist; andere Umstände sind nicht weniger bedeutend.

Einer davon ist das Perinatalzentrum in der Universitäts-Frauenklinik. Kreißsaal, OP, eine Früh- und Neugeborenen-Intensivstation sowie eine Neugeborenenstation liegen hier in direkter Nachbarschaft. „Hier stimmen die technischen und räumlichen Bedingungen, hier verfügen wir über optimale personelle Voraussetzungen, um Frühgeborenen den bestmöglichen

Start ins Leben zu ermöglichen“, sagt Christian P. Speer. Denn die ersten fünf bis zehn Minuten nach der Geburt können in diesen Fällen für den Rest des Lebens entscheidend sein, so die Erfahrung des Kinderarztes. „Gerade in den ersten Minuten kann man Schädigungen setzen oder verhindern.“ Dann ist es gut, wenn bestausgebildetes Personal mit viel Erfahrung parat steht und über hoch spezialisierte Technik verfügen kann.

Ganz fatal ist es hingegen, wenn ein Frühgeborenes erst noch über lange Wege auf die Neugeborenen-Intensivstation gebracht werden muss. „Es ist mittlerweile durch viele Studien belegt, dass ein solcher Transport Folgeschäden nach sich zieht“, sagt Speer. Deshalb sollten Ärzte bei den ersten Anzeichen einer drohenden Frühgeburt die Schwangere in ein Perinatalzentrum verlegen. Wenn es dem Kind gut gehe, könne es immer noch zusammen mit seiner Mutter ins heimliche Krankenhaus zurück verlegt werden.

### Die Grenze der Lebensfähigkeit

Der Anteil der Frühgeburten liegt in Deutschland laut Angaben der Weltgesundheitsorganisation WHO bei derzeit ca. acht Prozent, das sind ungefähr 60.000 Kinder pro Jahr. Etwa eines von 100 zählt zu den Hochrisikogeborenen. Von Frühgeburt sprechen die Mediziner, wenn ein Baby vor Vollendung der 37. Schwangerschaftswoche geboren wird. Eine normale Schwangerschaft dauert 40 Wochen. Babys, die weniger als 1.500 Gramm wiegen und meist vor der 32. Schwangerschaftswoche auf die Welt kommen, werden als „sehr kleine Frühgeborene – *very low birth-weight infants*“ bezeichnet. „Extrem kleine Frühgeborene – *extremely low birth-weight infants*“ sind Frühgeborene kleiner als 1000 Gramm. Heute gilt in Deutschland laut Empfehlung der Fachgesellschaften die 23. Schwangerschaftswoche als die Grenze der Lebensfähigkeit von Frühgeborenen mit medizinischer Hilfe.

Die Gründe für das vorzeitige Ende einer Schwangerschaft sind vielfältig: „In rund 40 Prozent aller Fälle finden wir bei den Schwangeren eine chronische Infektion, die aber meistens unbemerkt verläuft“, sagt Christian P. Speer. An-

dere Erkrankungen der Frauen, wie beispielsweise Bluthochdruck, die dazu führen, dass der Embryo mangelhaft mit Blut versorgt wird, sind für weitere 30 Prozent der Frühgeburten verantwortlich. „Im Rest der Fälle sind die Auslöser für die Frühgeburt unklar“, so Speer.

Lang und voller Gefahren ist der Weg eines Frühgeborenen, bis es endlich die Klinik verlassen kann. An die Ärzte und Schwestern werden in dieser Zeit hohe Anforderungen gestellt. „Optimal ausgebildetes Personal mit möglichst großer Erfahrung wird benötigt, um Hochrisikogeborene sicher durch die ersten Lebensmonate zu bringen“, sagt Speer. Gefordert seien Reaktionen, die „so präzise und gezielt wie möglich sind“, um Schäden zu vermeiden. Der Grat, auf dem sich die Mediziner bewegen, ist schmal. Einerseits müssen sie Technik zum Einsatz bringen, wie eine Beatmungsmaschine, damit der kleine Körper ausreichend Sauerstoff erhält. Andererseits birgt gerade dieser Einsatz große Risiken: Ist der Druck zu hoch, drohen Lungenschäden; über den Tubus können Keime in die Lunge eindringen und eine Infektion verursachen; zu viel Sauerstoff kann die Netzhaut im Auge schädigen, im schlimmsten Fall droht die Erblindung. „Deshalb ist es für die Stabilität der Babys wichtig, dass wir möglichst wenig invasiv arbeiten“, sagt Speer. Je kürzer ein Neugeborenes beatmet werden muss, je früher es Muttermilch aus einem Fläschchen trinkt, desto geringer ist das Risiko für eventuelle Schäden.

### Der schnelle Transfer aus dem Labor in die Klinik

Die Risiken der Behandlung kennt Christian P. Speer aus eigener Erfahrung nur zu gut. Noch heute hat er Kontakt zu einer inzwischen erwachsenen Frau – eine seiner ersten Patientinnen, die er 1978 als Frühgeborene mit der Beatmungsmaschine am Leben halten konnte. Zu einer Zeit, als die Technik längst noch nicht so gut entwi-



Professor Christian P. Speer, Direktor der Universitäts-Kinderklinik.

(Foto Gunnar Bartsch)

ckelt war wie heute. „Der Frau geht es heute gut, allerdings leidet sie an einer chronischen asthmaähnlichen Symptomatik, was wahrscheinlich eine Folge der Beatmung ist“, sagt der Mediziner. Viel hat sich in der Neugeborenen-Medizin in den vergangenen Jahren getan. Neue Forschungsergebnisse haben dazu beigetragen, dass die Grenzen der Behandelbarkeit kontinuierlich nach vorne verschoben werden konnten. Dabei blieb es nicht aus, dass Therapien, die eine Zeit lang als Standard galten, plötzlich nicht mehr angeraten waren – wegen drohender Nebenwirkungen. Cortison ist so ein Beispiel: „In den 90er-Jahren hat man vielen sehr kleinen Frühgeborenen nach der Geburt Cortison gegeben, weil es die Beatmungsdauer verkürzte“, sagt Christian P. Speer. Damit war jedoch Schluss, als in Studien der Nachweis geführt wurde, dass die Cortisongabe vermehrt zu Schäden am Gehirn führt.

Der rasche Transfer solcher Erkenntnisse aus dem Labor in die Klinik und in die Praxen ist Speer ein besonderes Anliegen; aus diesem Grund hat er 1996 den Kongress *Recent Advances in Neonatal Medicine* ins Leben gerufen. In dreijährigem Abstand treffen sich dort Neonatologen aus aller Welt und diskutieren neueste Forschungsergebnisse. An dem jüngsten Kongress, der Anfang Oktober in Würzburg stattfand, nahmen 750 Wissenschaftler aus 54 Nati-

onen teil. „Die Neugeborenenmedizin ist ein Bereich, der sich enorm schnell entwickelt“, sagt Speer. Deshalb sei es wichtig, in regelmäßigem Abstand das aktuelle Wissen den Klinikern zu präsentieren.

Ein Arbeitsleben, in dessen Mittelpunkt kranke Kinder stehen: Schlägt das nicht irgendwann aufs Gemüt? Nein – sagt Christian P. Speer. „Es gibt keinen schöneren Beruf als Kinderarzt.“ Was er daran schätzt? „In der Medizin finden Sie kaum ein anderes Fach, das einen größeren Bereich abdeckt – vom Frühgeborenen bis zum jungen Erwachsenen“, sagt er. Dazu habe es der Kinderarzt nicht nur mit kranken Kindern zu tun, „man muss immer auch die Eltern und Geschwister mit einbeziehen“. Insofern handele es sich bei der Pädiatrie um eine „sprechende Medizin“, die höchste Präzision mit viel Einfühlungsvermögen und guten kommunikativen Fähigkeiten verlange. Und noch eine Sache schätzt Speer an seinem Beruf: „Kinder geben immer eine ehrliche Rückmeldung. Sogar Frühgeborene teilen einem mit, wie es ihnen geht. Insofern herrscht hier ein ehrlicher und ungeschminkter Umgang.“ Und von daher muss es dem Kleinen, der gerade auf seine Operation wartet, ziemlich gut gehen – so still und zufrieden, wie er auf dem Tisch in der Neugeborenen-Intensivstation liegt.

Gunnar Bartsch

# kompakt

## Bakterien-RNA

Fast 300.000 Euro steuert das Bundesforschungsministerium zu einem Projekt am Biozentrum bei. Dort befassen sich Professor **Thomas Rudel** und sein Team am Lehrstuhl für Mikrobiologie mit den sogenannten Rnomics von Infektionskrankheiten. Unter Genomics versteht man die Erforschung des Erbguts, bei Proteomics haben die Wissenschaftler Proteine im Blick. Und bei Rnomics eben vor allem die RNA-Moleküle von Lebewesen. Rudel interessiert sich dabei für Neisseria- und Chlamydia-Bakterien, die Krankheiten wie Tripper, Lungenentzündung und andere Leiden auslösen. Er erforscht die Auswirkungen der Bakterien auf die Zellen des Menschen. Sein Projekt ist Teil des Nationalen Genomforschungs-Netzwerks.

## Bacon-Ethik

Der englische Franziskaner Roger Bacon, der im 13. Jahrhundert lebte, gilt als einer der ersten Verfechter empirischer Methoden in der Wissenschaft. Mit ihm befasst sich Professor **Stephan Ernst**, Inhaber des Lehrstuhls für Moralthologie: Er interpretiert die Ethik in Bacons Werk vor dem Hintergrund der scholastischen Theologie und der Einflüsse der griechischen und arabischen Philosophie. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert seine Studien.

In den Alpen und anderen Hochgebirgen schmelzen die Gletscher dahin. Wissenschaftler werten das als Folge des Klimawandels. In Gefahr müsste dann auch der permanente Bodenfrost in den Bergen sein. „Der Permafrost taut in gewissen Höhenzonen auf, insbesondere an Südhängen“, sagt **Christof Kneisel** vom Institut für Geographie. Allerdings finde man, je nach Ort, starke Unterschiede. Kneisel erforscht darum, ob der Permafrost in Gebirgen tatsächlich nachhaltig schwindet. Bei seinem neuesten Projekt im Oberengadin (Schweiz) wird er von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziell unterstützt.

## Perma-Frost

## Preußen-Projekt

„Militär in der Gesellschaft: Herrschaft und Vergesellschaftung im Preußen des 18. Jahrhunderts“: Dieses Forschungsprojekt, gefördert von der DFG, läuft am Lehrstuhl für Neuere Geschichte. Dort ist die Historie der Preußen einer der Arbeitsschwerpunkte von Professor **Wolfgang Neugebauer**. An seinem Lehrstuhl wird unter anderem das Handbuch der Preußischen Geschichte erarbeitet und herausgegeben. Neugebauer und sein Team betreuen auch zwei der wichtigsten Periodika zur brandenburgisch-preußischen Geschichte: Das „Jahrbuch für die Geschichte Mittel- und Ostdeutschlands“ sowie die „Forschungen zur Brandenburgischen und Preußischen Geschichte“.



## Keine Angst vor Schwarzen Löchern

Die Forschungen mit dem Teilchenbeschleuniger bieten Chancen und neue Perspektiven

Antimaterie, Dunkle Materie, Schwarze Löcher – fast jeder hat davon gehört oder darüber gelesen. In der Regel verlieren sich die Informationen beim Laien allerdings im Grauzonenbereich von Halbwissen und Spekulation. Besonders seit im vergangenen September der Large Hadron Collider (LHC) am Forschungslabor Cern bei Genf in Betrieb genommen wurde, kursieren Gerüchte, dass dort künstlich erzeugte Schwarze Löcher anwachsen könnten, die Wissenschaftler unkalkulierbare Risiken in Kauf nehmen würden. Sind die geplanten Experimente tatsächlich gefährlich und unberechenbar? Professor Karl Mannheim, Inhaber des Lehrstuhls für Astronomie an

der Universität Würzburg, hat sich in einem Gespräch mit *Blick* zur Thematik geäußert.

### Herr Professor Mannheim, was weiß man inzwischen über die Schwarzen Löcher?

Sie gehören in der Astrophysik zum Standardinventar des Universums. Viele Objekte, die wir beobachten, zeigen extreme Eigenschaften, die nur durch Schwarze Löcher erklärt werden können. Die starke Gravitation kollabierter Sterne und Galaxienzentren ist eine zwingende Folge von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie, die bislang jeder Überprüfung durch Präzisionsexperimente standgehalten hat.

So sehen wir beispielsweise die vorhergesagte Gravitationsrotverschiebung in sehr kompakten Objekten.

### Auf welchem Wege können Sie dies erkennen?

Das sehen wir mit Hilfe von Röntgenteleskopen. Sie kreisen um die Erde und nehmen dort Bilder auf. Dies ist nur im Weltraum möglich, weil die Erdatmosphäre kosmische Röntgenstrahlung abschirmt. Beobachtungszeit mit Röntgenteleskopen wird im internationalen Wettbewerb um die besten Ideen mit anderen Astronomen eingeworben. Die gesammelten Daten erhält man dann auf Magnetbändern zum Auswerten. Diese sogenannte Satelliten-

#### Antimaterie

Zu jedem Teilchen der uns bekannten, „normalen“ Materie existiert ein Antiteilchen. Teilchen und Antiteilchen sind nahezu identisch. Sie besitzen gleiche Masse und Drehmoment, tragen aber eine entgegengesetzte Ladung. Wenn ein Teilchen und sein entsprechendes Antiteilchen

aufeinandertreffen, so vernichten sie einander und es entsteht elektromagnetische Strahlung.

#### CNGS-Experiment

CNGS steht für „Cern Neutrinos to Gran Sasso“. Es handelt sich

um ein Experiment, das wichtige Erkenntnisse zur Veränderung von Neutrinos bringen soll. Dafür erzeugen die Wissenschaftler des Forschungszentrums Cern bei Genf einen Neutrinostrahl und schicken ihn über 730 Kilometer durch das Erdinnere zum Gran Sasso-Laboratorium. Das Labor liegt direkt unter dem Monte

Aquila, dem mit rund 3000 Meter höchsten Berg Zentralitaliens. Es wird erwartet, dass sich einige der Neutrinos unterwegs in andere Neutrinoarten umwandeln, welche dann von einem speziellen Detektor nachgewiesen werden sollen.

astronomie wollen wir auch in Würzburg stärken, da der überwiegende Teil der elektromagnetischen Strahlung, wie auch Infrarot- und Gammastrahlung, nur vom Weltraum aus wahrgenommen werden kann.

#### Wie muss man sich ein Schwarzes Loch vorstellen?

Das Schwarze Loch ist eigentlich nur eine Art Gartenzaun, hinter den wir nicht blicken können. In der Fachsprache nennen wir dies den „Ereignishorizont“ und den geheimen Garten die „Singularität“. Wir sehen aber, wie „heiße“, röntgenemittierende Materieklumpen dahinter verschwinden. Die Erklärung hierzu: In der Nähe des Schwarzen Loches heizt sich einstürzende Materie durch Reibung auf. Sie hat Drehimpuls, gerät auf Umlaufbahnen und zieht langsam nach Innen. Dabei nimmt die Wellenlänge der ausgesandten Strahlung aufgrund der anwachsenden Gravitation zu, bis das

Signal schließlich verschwindet.

#### Was passiert mit der Materie?

Das erfahren wir leider nicht. Ein mitreisender Physiker mit Messgeräten für Druck, Temperatur und anderes könnte es zwar erfahren, uns aber dann nicht mitteilen. Der Garten ist verschlossen. Wir wissen nur: Die Masse bleibt erhalten und die Natur der Materie wird dort irrelevant. Das Schwarze Loch ist für uns Beobachter nur noch Masse, gegebenenfalls elektrische Ladung und Drehimpuls. Andere Eigenschaften hat ein Schwarzes Loch nicht. Es spielt also keine Rolle, ob in dieses Schwarze Loch Dunkle Materie oder gewöhnliche Materie fließt. Trotzdem ist völlig klar, dass das „Innere“ des Schwarzen Loches für die Physik interessant ist: Physik ist Messen und Zählen, und ein hinein fliegender Beobachter könnte das Innere in endlicher Zeit erforschen.

#### In Zusammenhang mit den Experi-

menten am Cern wurden Gefahren diskutiert, die von dort erzeugten Schwarzen Löchern ausgehen könnten. Was ist realistisch an diesen Befürchtungen?

Die Schwarzen Löcher, von denen wir gesprochen haben, sind alle sehr schwer. Sie wiegen einige Sonnenmassen oder sogar eine Billiarde Sonnenmassen. Alle Schwarzen Löcher, die Materie „verschlingen“, liegen oberhalb einer bestimmten Grundgröße. Sie entstehen vollkommen anders als die Objekte, die möglicherweise beim LHC erzeugt werden. Wenn der Brennstoff für die thermonukleare Fusion im Innern eines massereichen Sterns erschöpft ist, verringert sich der Druck und der Kern des Sterns wird durch seine eigene Schwerkraft zusammengequetscht. Dass beim Zusammenstoß von Elementarteilchen ebenfalls Effekte der Gravitation eine Rolle spielen könnten, weiß man schon lange. Man ging allerdings bislang davon aus, dass dazu

#### CP-Verletzung

Im Anfang war Materie und Antimaterie, der Urknall brachte sie der Theorie nach in gleicher Zahl hervor. Obwohl also jedes Elementarteilchen eigentlich einen Zwilling mit entgegengesetzter Ladung hat, das positiv geladene Proton den negativen Antiproton, das negativ geladene

Elektron den Positron, ist heute im Universum keine Antimaterie mehr vorhanden. Die meiste Materie, die während des Urknalls explodierte, kollidierte mit Antimaterie und wurde zu Energie, aber ein Teil blieb und formte das, was wir heute Universum nennen. Es muss also im Anfang eine Asymmetrie gegeben haben

– einen Effekt, den Physiker als „CP-Verletzung“ bezeichnen. CP steht für Charge Parity, also Ladung und Parität.

#### Dunkle Materie

Dunkle Materie sendet oder reflektiert so wenig sichtbares Licht oder andere elektromagne-

tische Strahlung, dass sie nicht direkt beobachtbar ist. Sie macht sich alleine durch ihre gravitative Wechselwirkung mit sichtbarer Materie bemerkbar. Ihre Existenz gilt bisher nicht als nachgewiesen, wird aber durch eine Vielzahl von astronomischen Beobachtungen nahegelegt. Sie soll etwa vier bis fünf Mal so viel



sehr viel höhere Energien notwendig sind als die, welche der LHC erzeugen kann. Erst jüngste Entwicklungen auf dem Gebiet der Theoretischen Physik, die einen Zusammenhang zwischen einer elfdimensionalen mathematischen Struktur und der gewöhnlichen Raumzeit herstellen, geben Anlass zu der Vermutung, dass schon bei LHC-Energien eine „stärkere“ Schwerkraft ausgelöst werden könnte. Es gibt allerdings keinen zwingenden Grund dafür – nur die theoretische Freiheit für diese Möglichkeit.

### Wurde schon einmal ein Schwarzes Loch produziert?

Bei bisherigen Beschleunigern ist dies sicher nicht möglich gewesen, weil die Energie der Teilchenkollisionen zu gering war. Es gibt aber die kosmische Strahlung. Dabei handelt es sich um Teilchen, die fast mit Lichtgeschwindigkeit durch den Weltraum fliegen. Sie stehen in Zusammenhang mit Supernovae und aktiven Galaxienkernen und prasseln seit Milliarden von Jahren beständig auf die Planeten und Monde des Sonnensystems nieder. Dabei sind auch Teilchen mit Energien, die deutlich höher sind als die der Teilchen im LHC. Sie würden demnach ständig Schwarze Löcher in der Atmosphäre produzieren – und haben bisher offensichtlich keinen Schaden angerichtet.

### Die Gefährlichkeit wäre dann vergleichbar?

Mit einem Unterschied, dass die Teilchen der kosmischen Strahlung fast mit Lichtgeschwindigkeit ankommen und die Teilchen in der Atmosphäre (quasi) ruhen, das heißt die Schwarzen Löcher, die dann erzeugt werden, fliegen auch mit fast Lichtgeschwindigkeit weiter, durch die Erde hindurch und verschwinden irgendwo im Weltraum. Beim LHC stoßen die Teilchen mit gleicher, aber entgegengerichteter Geschwindigkeit frontal aufeinander, so

dass eventuell produzierte Schwarze Löcher ruhen würden. Sie tun dies aber auch dann nicht ganz exakt und fliegen meistens mit einer immer noch ziemlich hohen Geschwindigkeit weg. Wenn sie – die Wahrscheinlichkeit geht hier gegen Null – ruhen und nicht zerfallen, könnten sie mit ihrer Umgebung in Wechselwirkung treten, ein Elektron würde vielleicht hineinfallen, dann ein Proton. Sie würden unbemerkt anfangen zu wachsen, da

man sie nicht sehen kann. Prinzipiell sind sie aber unglaublich klein, und sie werden eigentlich nie einem anderen Teilchen begegnen. Man kann sie gar nicht so einfach „füttern“. Auch gibt es die Theorie von Hawking und Beckenstein, nach der diese Schwarzen Löcher rasch zerstrahlen müssten. Man sieht zwar im Weltraum keine Hawking-Beckenstein Strahlung, aber dies liegt wohl eher daran, dass Schwarze Löcher von geringer Masse weder im Urknall noch durch kosmische Strahlung jemals erzeugt wurden. Es fehlt letztlich jeglicher Hinweis auf Schwarze Löcher, die durch das „Auffressen“ ganzer Planeten entstanden sind. Die müssten wegen der kosmischen Strahlung als Katalysator ziemlich zahlreich sein und ab und zu durch unser Planetensystem kreuzen. So etwas ist ganz sicher seit 4,55 Milliarden Jahren nicht geschehen. Insgesamt betrachtet, ist die Besorgnis daher wohl unbegründet.



Karl Mannheim

(Foto Dr. Gabriele Geibig-Wagner)

### Was halten Sie von der Theorie, Schwarze Löcher könnten Eingänge zu Wurmlöchern sein?

Es ist durchaus zulässig, darüber Betrachtungen anzustellen. Wurmlöcher sind hierbei eine ernstzunehmende Möglichkeit. Dies hat viel zu tun mit der so genannten Topologie, also einer mathematischen Eigenschaft von Räumen, die darüber Auskunft gibt, ob ein Raum verknüpft ist, Henkel oder Löcher hat. Die Topologie spielt sicher eine Rolle in der Theorie, die Quantenmechanik und Allgemeine Relativitätstheorie verbinden soll. Nur mit dieser Theorie könnten wir vielleicht verstehen, was beim Urknall geschehen ist oder was innerhalb von Schwarzen Löchern passiert. Bisher gibt es nur die Verknüpfung zwischen der Speziellen Relativitätstheorie und der Quantenmechanik. Daraus ergeben sich die Quantenfeldtheorien, das theoretische Standardwerkzeug für Physiker, um die Vorgänge am LHC zu verstehen.

zur Gesamtmasse im Universum beitragen wie die gewöhnliche Materie.

### Gravitation

Die Gravitation (von gravitas - Schwere) ist eine der vier Grundkräfte der Physik. Sie bezeichnet die gegenseitige Anziehung von Massen. Der Gravitation ist es

beispielsweise zu verdanken, dass Gegenstände zu Boden fallen – Äpfel werden von der Erde angezogen, ziehen diese allerdings ebenfalls an. Außerdem bestimmt sie die Bahn der Erde und der anderen Planeten um die Sonne. Die Gravitation ist die mit großem Abstand schwächste der vier bekannten

Wechselwirkungen, verfügt allerdings über eine unbegrenzte Reichweite und lässt sich mit keinem bekannten Verfahren abschirmen. Damit prägt sie die großräumigen Strukturen des Kosmos entscheidend.

### Plasma

Ein Plasma entsteht, wenn einem Gas soviel Energie zugeführt wird, dass ein Teil der Atome ionisiert wird. Plasmen bestehen somit aus neutralen Atomen, Ionen sowie Elektronen, wobei sie nach außen hin elektrisch neutral sind, da die Anzahl der positiv und negativ geladenen



### Was bedeutet der Einsatz des Teilchenbeschleunigers für die Astronomie?

Der Teilchenbeschleuniger spielt für die Astrophysiker eine wichtige Rolle, weil sie verschiedene Fragen mit ihren eigenen Methoden nicht beantworten können. Diese Fragen wurden zunächst durch astronomische Beobachtungen aufgeworfen, ihre Beantwortung erfordert die Einbeziehung der Erkenntnisse, die hoffentlich mit dem LHC gewonnen werden. Dabei geht es selbstverständlich um einen ganzen Fragenkomplex und nicht – wie dies manchmal vereinfachend dargestellt wird – darum, den Urknall im Kleinen nachzustellen.

Die Astronomen beobachten ein expandierendes Universum, an dessen Anfang ein sehr heißer, kompakter Feuerball existiert haben muss. Die Teilchen in diesem Feuerball, diesem Plasma, stießen aufgrund der damals höheren Dichte aufeinander. So entstanden andere Teilchen, die teilweise wieder zerfielen. Andere aber waren stabil. Es gibt sie seit etwa zehn Piko-Sekunden ( $10^{-11}$ s) nach dem eigentlichen Urknall und sie existieren heute noch. Und zwar überall. Nach der einfachsten Theorie müssten Teilchen und Antiteilchen in gleicher Zahl vorhanden sein. Durch die Expansion des Universums blieben letztlich zwar nur ein paar wenige davon übrig, aber immer in ausgewogenem Verhältnis.

### Inzwischen konnte aber ein Ungleichgewicht nachgewiesen werden. Was bedeutet das?

Das ist natürlich eine grundlegende Frage. Wann ist aus dem symmetrischen Anfangszustand die heutige Asymmetrie entstanden? Warum ist es passiert? Die Differenz zwischen Materie und Antimaterie kann nur zustande kommen, wenn eine CP-Verletzung stattfindet, eine Symmetrieverletzung

bei Teilchenwechselwirkungen. Aber: die bekannte CP-Symmetrie-Verletzung, die in den 60er-Jahren entdeckt worden ist, reicht für das beobachtete Missverhältnis nicht aus. Das heißt, es werden jetzt am LHC auch andere Ursachen hierfür gesucht, so dass wir Modelle erstellen können, die erklären, warum es so wenig Antimaterie im Universum gibt.

### Ist dieser Prozess abgeschlossen?

Der Prozess ist abgeschlossen, einfach deswegen, weil nur diese heiße Ursuppe die erforderliche Temperatur hatte, instabile, kurzlebige Teilchen in großen Mengen zu erzeugen. Nachdem inzwischen aber eine Abkühlung stattgefunden hat, können sie nicht mehr entstehen. Das ist nur einmal, nämlich vor 13,7 Milliarden Jahren, geschehen. Im LHC sollen die energiereichen Teilchen noch einmal erzeugt werden, die etwa  $10^{11}$  Sekunden nach dem Urknall existiert haben.

### Welche Entdeckung im LHC wäre sensationell?

Hinweise, die uns weiterhelfen würden, die Frage nach der Dunklen Materie zu beantworten. Wir wissen schon seit 70 Jahren, dass die Galaxie und Haufen von Galaxien so schnell herumfliegen, dass zusätzliche Masse nötig ist, um sie durch Schwerkraft zu binden, sonst würden sie auseinanderreiben. Diese zusätzliche Masse wurde aber bislang nicht eindeutig gefunden, obwohl man mit allen modernen Methoden danach gesucht hat. Es gibt allerdings starke Hinweise aus der Beobachtung kosmischer Gammastrahlung, dass es sich bei der Dunklen Materie um schwach wechselwirkende Teilchen handelt, die etwa so schwer sind wie ein Goldatom, und die man beim LHC vielleicht finden könnte. *Spiegel* und *Bayerischer Rundfunk* haben seinerzeit ausführlich über unsere Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Astronomie berichtet.

### Materie/Antimaterie und Dunkle Materie: Sind das zwei verschiedene Felder?

Die Eigenschaften der Materie und Antimaterie können im Rahmen des sogenannten Standardmodells der Teilchenphysik erklärt werden. Die Dunkle Materie kennen bislang nur die Astronomen. Sie können die Masse der Dunklen Materie im Universum bestimmen. Sie ist viel größer als die der gewöhnlichen Materie.

### Dunkle Materie heißt nichts anderes als nicht sichtbare Materie?

Ja, sie hat keine elektromagnetische Wechselwirkung, Licht geht daran vorbei, Elektronen, die überall im Weltraum herumschwirren, fliegen an ihr vorbei, und auch die Bindung von Atomen über elektrostatische Kräfte in Festkörpern betrifft Dunkle Materie nicht.

### Wenn Sie die Möglichkeit hätten, den LHC für Ihre Forschungen in Anspruch zu nehmen, welche Aktionen würden Sie einleiten?

In gewissem Sinne ist das, was dort gemacht wird, Zwangshandlung. Die Teilchen werden zur Kollision gebracht, und die schwierige Aufgabe besteht darin, aus den Milliarden entstehender Teilchen solche herauszufischen, die Hinweise auf seltene Ereignisse liefern.

Die wirkliche Herausforderung ist, in der Analyse die sprichwörtliche Stecknadel im Heuhaufen zu finden. Wichtig dabei ist vor allem auch die weltweite Vernetzung unter den Wissenschaftlern. Das ist die Idee vom Cern. Die Physiker haben sich bei diesem Projekt beispielhaft international für ein gemeinsames ehrgeiziges Ziel organisiert.

### Wie lange wird das LHC aktuell sein?

Zunächst hoffe ich, dass es gelingt, diese außerordentlich komplexe Appara-

Teilchen im Volumen annähernd gleich groß ist. Mehr als 99 Prozent der sichtbaren Materie im Universum befinden sich im Plasmazustand, so beispielsweise auch die Sonne.

#### Rotverschiebung

Wer eine sich entfernende Lichtquelle beobachtet, wird feststel-

len, dass sich die Wellenlänge des Lichtes verändert; sie wird zu Rot hin verschoben. Diese Relativbewegung von Sender und Empfänger heißt Dopplereffekt und ist ein Spezialfall der Rotverschiebung. Ein ähnlicher Effekt ist aus der Akustik bekannt: Das Martinhorn, das sich auf einen Zuhörer hinbewegt, klingt höher

als eines, das sich entfernt. Zwei weitere Gründe sind für eine Rotverschiebung verantwortlich: ein unterschiedliches Gravitationspotenzial von Quelle und Beobachter sowie das expandierende Universum. Diese Expansion darf nämlich nicht so verstanden werden, dass sich Galaxien in der Raumzeit voneinander

entfernen. Es ist die Raumzeit selbst, die sich ausdehnt, die Galaxien werden mitbewegt. Das Licht von Galaxien ist in den allermeisten Fällen rotverschoben. Je weiter eine Galaxie entfernt ist, desto stärker ist im Mittel die Rotverschiebung.

tur tatsächlich wie geplant zu betreiben. Anschließend müssen die enormen Datenmengen so strukturiert werden, dass man das wirklich Wichtige darin entdecken kann. Dann ist man allerdings schon fast am Ziel, denn die theoretischen Werkzeuge sind weitgehend entwickelt. Dabei handelt es sich um eine Art Filter, die man über die Daten legen kann, also eine Maske, die unwichtige Datenmengen ausblendet. Hierzu hat die Universität Würzburg sehr wichtige Beiträge geliefert. Dies alles wird einige Jahre in Anspruch nehmen. Zur Verbesserung der Statistik lässt man die Experimente dann wohl noch ein paar Jahre länger laufen. Insgesamt ist mit einem Zeitraum von zehn bis 15 Jahren zu rechnen.

#### Wie geht es danach weiter – falls dies alles klappt?

Denkbar wäre eine Präzisionsmaschine, ein Linearbeschleuniger. Lassen sich durch die Experimente mit dem LHC unsere Vermutungen bestätigen, wird es spannende Dinge geben, die grundsätzlich neu sind. Eine Theorie der Teilchenphysiker besagt, dass bei Energien, die mit dem LHC erschlossen werden, neuartige Teilchen produziert werden müssten. Darunter wäre ein stabiles, elektrisch neutrales Teilchen. Es hätte alle Eigenschaften, um die Dunkle Materie zu erklären. Dieses Teilchen zu finden, ist mir besonders wichtig. Aus unserer Forschungsarbeit heraus wäre interessant zu wissen, ob es sich bei der Dunklen Materie, die wir in der Astronomie beobachten, tatsächlich um das leichteste und stabilste Teilchen der Supersymmetrie handelt.

Bei Vorgängerexperimenten am Cern wurde nach dem so genannten Quark-Gluon-Phasenübergang gesucht. Protonen stellen wir uns vor als eine Hülle, in der sich drei Quarks befinden sowie Gluonen, die dazwischen herum-schwirren und alles zusammenhalten.

Schießt man nun Protonen bei sehr hohen Temperaturen, etwa  $10^{15}$  Kelvin, aufeinander, dann sollten sich diese äußeren Hüllen auflösen und Quarks und Gluonen ein gemeinsames Plasma bilden. Wichtig ist dieses Experiment, weil wir in unserer Zeittafel des Urknalls davon ausgehen, dass  $10^{-11}$  Sekunden nach dem Urknall ein solches Plasma bestanden hat.

#### Sind durch die Experimente am Cern noch weitere Erkenntnisse zu erwarten?

Hinweise auf Extradimensionen – das ist ein extrem spannendes Thema. Die Quantenfeldtheorie wird benutzt, um die am LHC beobachteten Prozesse mathematisch zu erfassen. Man nimmt an, dass die Teilchen Felder in einem flachen Hintergrundsraum, also in einem euklidischen, einem dreidimensionalen Raum, darstellen. Wir wissen aber aus der Astronomie, dass Räume im Allgemeinen gekrümmt sind und nur durch die Beschreibung von Quantenfeldern in gekrümmten Räumen eine umfassende Theorie möglich ist. Dazu braucht man aber mehr Dimensionen. Das inflationäre Aufblähen des Universums am Anfang des Urknalls erfordert Quantenfelder, die dem Higgs-Feld ähnlich sind, das beim LHC gesucht wird.

#### Wie kann man sich das vorstellen?

Diese Extradimensionen sind in der mikroskopischen Welt vorhanden, in der makroskopischen Welt sieht man sie nicht. Sie stehen senkrecht dazu, sind für uns nicht detektierbar, weil wir ja aus Teilchen bestehen, die nicht mit Teilchen in den Extradimensionen wechselwirken. Anschaulicher wird diese Theorie, wenn man als Analogie an eine Ameisenbevölkerung denkt, die nur auf einem Blatt Papier, einem zweidimensionalen Gebilde, lebt. Sie sieht natürlich nicht, was außerhalb

stattfindet. Die Schwerkraft würde bei den Experimenten mit dem LHC auch in der Extradimension wirken. Wir suchen nach Hinweisen, ob beim Urknall Extradimensionen eine Rolle gespielt haben. Interessant sind sie – gleichermaßen wie die supersymmetrischen Teilchen – für die Frage nach der Dunklen Materie.

#### Was will man mit dem CNGS-Experiment bewirken?

Mit dem Beschleuniger am Cern können auch Neutrinos produziert werden. Neutrinos sind ähnlich wie die dunklen Materieteilchen elektrisch neutral, haben aber eine sehr geringe Masse. Das CNGS-Experiment am Cern sieht vor, den Teilchenstrahl zu stoppen, die dadurch erzeugten Neutrinos auszukoppeln und 750 Kilometer durch das Erdinnere nach Italien in das Gran-Sasso-Tunnel im Apennin zu schicken. Aufgrund ihrer sehr schwachen Wechselwirkung fliegen sie durch die Erdkruste hindurch und werden an ihrem Zielort mit einem Detektor aufgefangen. Man will beweisen, dass die Neutrinos sich unterwegs in eine andere Variante von Neutrinos verwandelt haben. Das Projekt ist für die Astronomie deswegen spannend, weil viele astronomische Quellen Neutrinos produzieren und wir durch das Experiment am Cern die Möglichkeit erhalten, ihre Eigenschaften zu studieren.

#### Insgesamt bietet der LHC also eine ganze Reihe von Chancen für die Astrophysik?

Supersymmetrische Teilchen als Dunkle Materie, Extradimensionen, Quark-Gluon-Plasma, Materie- und Antimaterie-Asymmetrie, Neutrino-Eigenschaften, Schwarze Löcher, Higgs-Feld: das ist doch eine ganze Menge!

*Die Fragen stellte  
Dr. Gabriele Geibig-Wagner*

#### Schwarzes Loch

Wenn ein Stern ausgebrannt ist, kollabiert er in aller Regel. Die Gravitationskraft zieht dann die Masse des Sterns in sich zusammen. Unterschreitet diese eine bestimmte Größe, beherrscht die Gravitation alle anderen Kräfte und schnürt dieses Raumgebiet vom äußeren Universum ab. Die Gravitationskraft wächst im

Innen des Schwarzen Lochs auf unendliche Werte. Nicht einmal die Photonen des Lichts können den Anziehungsbereich eines Schwarzen Lochs verlassen. Das Zentrum eines Schwarzen Lochs, das sich jeder physikalischen Interpretation entzieht, wird als singular bezeichnet.

#### Supernova

Das schnell eintretende, helle Aufleuchten eines Sterns am Ende seiner Lebenszeit durch eine Explosion, bei der der Stern selbst vernichtet wird. Die Leuchtkraft des Sterns nimmt dabei millionen- bis milliardenfach zu, er wird für kurze Zeit so hell wie eine ganze Galaxie.

#### Wurmloch

Sozusagen ein Henkel in der dynamischen Geometrie des Raumes, der zwei entfernte Gebiete des Universums miteinander verbindet und demnach – zumindest der Theorie nach – als Abkürzung benutzt werden kann.



Farben, die heilen? Heidelbeeren in einem Kuchen.  
(Foto Carlo Schrodt / Pixelio.de)

## Meine Doktorarbeit

Rund 500 Nachwuchswissenschaftler schließen an der Universität Würzburg jedes Jahr erfolgreich ihre Doktorarbeit ab. Blick widmet diesem Forschungsbereich eine eigene Rubrik. Diesmal im Mittelpunkt: der Lebensmittelchemiker Bastian Knaup, der sich für die inneren Werte von Heidelbeeren interessiert hat.

## Blaues aus Beeren

Lebensmittelchemiker erforschen medizinisch interessante Stoffe

In Gemüse und in Früchten stecken oftmals Stoffe, denen ein positiver Einfluss auf den Organismus nachgesagt wird. Zum Beispiel in Heidelbeeren: Schon die alten Griechen und Römer verwendeten die blauen Waldfrüchte unter anderem als Heilmittel gegen Darmerkrankungen. Im Mittelalter entdeckte Hildegard von Bingen den Wert der Heidelbeere als Heilpflanze wieder. Doch bis heute ist es wissenschaftlich nicht belegt, ob die Früchte tatsächlich das Potenzial haben, um gegen Krankheiten eingesetzt zu werden. „Viele Menschen, die an entzündlichen Darmbeschwerden leiden, fühlen sich besser, wenn sie Heidelbeeren in größeren Mengen essen“, sagt Bastian Knaup. Was könnte das wirksame Element in den Beeren sein? Dieser Frage ist der Lebensmittelchemiker in seiner Doktorarbeit nachgegangen.

Dabei hatte er spezielle Farbstoffe im Blick, die so genannten Anthocyane. Ihnen verdanken die Heidelbeeren die intensive Färbung – und vermutlich noch mehr. Denn Bastian Knaup hat Hinweise darauf gefunden, dass bestimmte Anthocyane Entzündungen lindern können. „Das folgere ich aus meinen Laborversuchen; direkt am Menschen ist es nicht bewiesen“, schränkt der 30-Jährige ein.

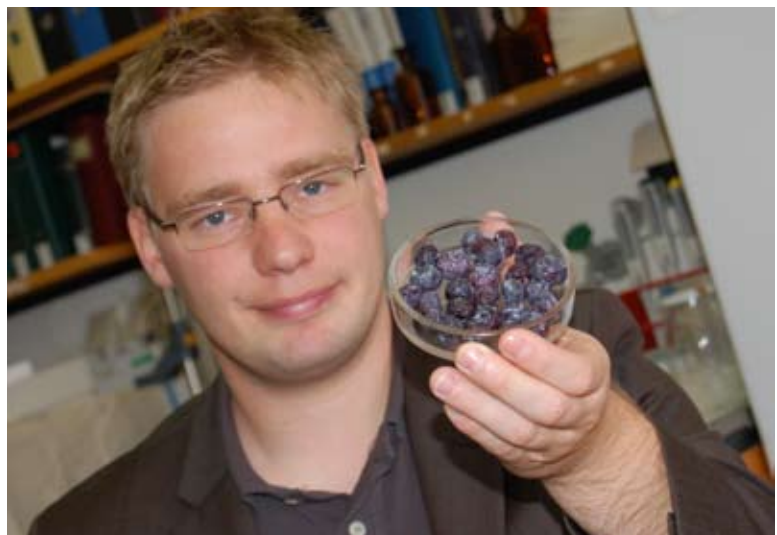
Was genau er entdeckt hat? Auf diese Frage hin lehnt er sich weit zurück. Seine Ergebnisse dürfen noch nicht an die Öffentlichkeit, denn sie harren ihrer Drucklegung in einem Journal. Bis das geschehen ist, will Knaup nur so viel sagen: Die Farbstoffe aus Heidelbeeren setzen im Laborversuch die

Aktivität eines Enzyms herab, das bei Entzündungsprozessen eine Schlüsselrolle spielt.

Extrakte aus Heidelbeeren sind vor allem in den USA auf dem Markt. Verkauft werden sie bislang als Nahrungsergänzungsmittel – mit möglicherweise wenig Wirkung. Denn Bastian Knaup hat auch herausgefunden, dass die Farbstoffe der Heidelbeeren im Darm sehr unterschiedlich stabil sind – abhängig von ihrer chemischen Struktur. Diese neuen Erkenntnisse bergen einen vielversprechenden Ansatz zur Prävention und Therapie entzündlicher Darmerkrankungen wie zum Beispiel Colitis ulcerosa oder Morbus Crohn. Doch erst sind zusätzliche Studien nötig. Daher befassen sich weitere Doktorarbeiten in der Würzburger Lebens-

mittelchemie mit der Stabilisierung der interessanten Stoffe aus Heidelbeeren. Bastian Knaup war bei seiner Doktorarbeit in ein größeres Projekt eingebunden: Mehrere Universitäten und Industriepartner, finanziell gefördert vom Bundesforschungsministerium, untersuchen dabei den Einfluss pflanzlicher Inhaltsstoffe auf den Menschen. Hoch zufrieden war der Doktorand mit seinen Betreuern Professor Peter Schreier und Dr. Anagnostis Valotis: „Sie haben mir genug Freiraum gegeben. Wenn ich Gesprächsbedarf hatte, waren sie jederzeit für Diskussionen offen. Und sie waren kritisch bis zuletzt.“ Also bis Dezember: In diesem Monat nämlich hat Bastian Knaup seine Dissertation vor drei Prüfern „verteidigt“.

*Robert Emmerich*



In Heidelbeeren stecken interessante Farbstoffe. Lebensmittelchemiker Bastian Knaup hat sie in seiner Doktorarbeit untersucht.  
(Foto Robert Emmerich)





Der ägyptische König überreicht der Göttin Rat-tau zwei Spiegel. Zu sehen ist die Szene in et-Tôd im Tempel des Month. Sie stammt aus der spätpptolemäischen Zeit, um 50 vor Christi Geburt. (Foto Projekt Ritualszenen)

## Ein Navi für den Pharao

Würzburger Ägyptologen stellen interaktive Datenbank ins Netz, die bei der Suche nach Tempelinschriften behilflich ist

Der Pharao im alten Ägypten hatte es nicht leicht. Er musste sich mit hunderten von Göttern gut stellen, damit sie ihm eine erfolgreiche Herrschaft gewährten, was sich unter anderem in ertragreichen Ernten und in sicheren Grenzen zeigte. Natürlich war es ihm, der nach der Staatsraison der einzig legitime Priester war, der den Kontakt zu den Göttern halten konnte, unmöglich, überall im Lande die Kulte persönlich zu vollziehen. So musste er diese Arbeit an Priester in den örtlichen Tempeln delegieren, aber die Darstellungen der Opferhandlungen zeigen immer den Herrscher als den eigentlichen Kultvollzieher.

Zu den Aufgaben, die zum Dienst an den Göttern gehörten, zählte auch die Errichtung der Götterwohnungen, der Tempel, und ihre angemessene Ausstattung. Dies machte die Götter zufrieden und sicherte gleichzeitig die

Loyalität der örtlichen Priester, aber auch der Bevölkerung. Gerade in der Zeit der griechischen und römischen Fremdherrschaft wurde dieses Mittel der Finanzspritzen zur Bewahrung des Friedens in der Provinz häufig angewendet. Das Ergebnis lässt sich noch heute an weit über hundert zum Teil riesigen Tempeln sehen.

### Ein Wegweiser durch die gigantische Informationsfülle

Kein Mensch kann die riesige Informationsfülle, die uns mit diesen Tempeln, ihren Inschriften und Abbildungen überliefert sind, im Kopf haben. Allein die Übersetzung würde mehrere 10.000 Seiten füllen, dazu kämen Abbildungen und Kommentare. Selbst erfahrene Wissenschaftler brauchen viele Monate, um sich durch die Menge der hieroglyphischen Texte hindurchzuarbeiten.

Ein bisschen einfacher ist es nun aller-

dings geworden, denn die Würzburger Ägyptologen können jetzt einen Wegweiser durch die Fülle an Material und Informationen anbieten. Mehr noch, sie haben ein Navigationsgerät entwickelt, das es ermöglicht, sich mit Hilfe diverser „Fahrpläne“ ans gewünschte Ziel lotsen zu lassen – zumindest für die Zeit der griechisch-römischen Herrschaft (ca. 332 vor Chr. bis 313 nach Chr.) ist dies möglich. Da diese Epoche der ägyptischen Geschichte allerdings ca. 600 Jahre umfasst, in denen gewaltige Tempelanlagen geschaffen wurden – unter anderem der Tempel von Edfu, der größte und am besten erhaltene Tempel der Antike überhaupt –, war eine immense Menge Vorarbeit nötig, bis es soweit war:

Vor rund 15 Jahren machten sich die Forscher ans Werk. Zunächst erstellten sie eine Datenbank, in der sämtliche Tempel Ägyptens aus den genannten

sechs Jahrhunderten erfasst sind. Diese Tempel sind — im Gegensatz etwa zu denen Griechenlands und Italiens — über und über mit religiösen Inschriften und Darstellungen versehen. Sie bieten damit die umfangreichste Sammlung religiöser Texte der Menschheit zu einer einzelnen Religion. Ein zentraler Bereich dieser Texte sind die sogenannten Ritualszenen, die den eigentlichen Gegenstand der Datensammlung bilden.

### Ein dichtes Geflecht aus Darstellung, Raum und Funktion

Eine Ritualszene stellt dar, wie der ägyptische Herrscher der Gottheit des Tempels ein Opfer darbringt, um so dessen Wohlwollen für sich und sein Land zu erringen. Die Weltordnung, ägyptisch „Maat“, wird durch dieses Wohlwollen der Götter aufrecht erhalten, so dass die chaotischen Mächte nicht Oberhand gewinnen können. Kompliziert zu verstehen wird eine Ritualszene für die Forscher durch eine Reihe von Faktoren: Es handelt sich keineswegs nur um einen Gott, sondern eine ganze Reihe von Gottheiten, denen man Opfer bringt, und auch auf Seiten des Herrschers agieren zahlreiche Personen mit. Hinzu kommt, dass die Texte nicht etwa beliebig angebracht wurden: Manche Darstellungen sind an die Funktion des jeweiligen Raums gebunden, in dem sie sich finden, andere gehören an ganz bestimmte Stellen einer Wand und haben dann eine Entsprechung auf der anderen Seite der Symmetrieachse eines Raumes – oder des Tempels. Die Regeln, nach denen die Darstellungen angebracht wurden, lassen sich nur erschließen, wenn man annähernd die Gesamtheit der Darstellungen kennt und die einzelnen Abbildungen dann mit einander vergleicht. Was allerdings ziemlich schwierig ist, denn man kann ja nicht einfach mal schnell um einen Tempel von über 100 Meter Länge herumlaufen, um nachzusehen, was sich auf der anderen Seite befindet. Da ist es schon einfacher, solche Bezüge auf einem Bildschirm in verkleinertem Maßstab zu überprüfen.

Da die Ritualszenen etwa 90 Prozent des Bild- und Textumfanges eines Tempels ausmachen, wundert es nicht, dass ihre vollständige Erschließung erst jetzt, im Zeitalter der elektronischen Verarbeitung von Daten möglich ist. Im

Detail gingen die Würzburger Forscher wie folgt vor:

Zunächst wurden alle Ritualszenen, mehr als 10.000 an der Zahl, einzeln erfasst und nach den Namen (inklusive Titel und Beinamen) der dargestellten Akteure (insgesamt über 30.000) aufgeschlüsselt. Ebenfalls erfasst wurde, welche Geschenke den Göttern dargeboten werden, und was diese ihrerseits dafür als Gegengabe reichen.

Dann wurden die Szenen zeitlich und räumlich eingeordnet: Sie wurden nach den Regierungszeiten der Herrscher Ägyptens datiert, und die Position einer jeden einzelnen Szene wurde genau festgehalten: auf welchen architektonischen Elementen (Türe, Säule, Wand usw.) befindet sie sich, welche anderen Szenen befinden sich links und rechts davon, welche darüber, darunter und gegenüber. Anschließend waren die ikonographischen Einzelheiten an der Reihe: Welche Krone trägt der Pharao, wie sehen die Götter aus, mit welcher Hand wird die Opfergabe überreicht und so weiter. Literaturangaben und Ort der Publikation wurden natürlich ebenfalls aufgezeichnet – sofern sie vorlagen. Denn bei zahlreichen Darstellungen musste die Erstpublikation zunächst noch von den Wissenschaftlern angefertigt werden. Die so gesammelten Angaben würden bei einer Darstellung mindestens zwei DIN-A4-Seiten füllen, eine gedruckte Version der gesamten Datenbank würde somit rund 20.000 Seiten umfassen (Abbildungen noch gar nicht inbegriffen). Auf ein solches Druckwerk hat sich die Deutsche Forschungsgemeinschaft als fördernde Institution natürlich nicht einlassen können, so dass nur eine Publikation auf elektronischem Weg realistisch war. Allerdings wird diese Datenbank von einer wissenschaftlichen Reihe (SRaT – Studien zu den Ritualszenen altägyptischer Tempel) begleitet.

Kaum vorstellbar, dass jemand bei einer solchen Informationsfülle den Überblick behält.

Doch hier kommt nun das von den Wissenschaftlern entwickelte Navi zum Einsatz: Alle oben aufgeführten Details lassen sich über ein Datenbanksystem kombiniert suchen. Das Ergebnis kann dann entweder als reine Textinformation weiterverarbeitet oder in ein Navigationssystem übertragen werden. Mit dessen Hilfe wird man zunächst, begin-

nend auf einer Ägyptenkarte – sozusagen im Zoom-Verfahren – über Detailkarten, Tempelgrundrisse, schließlich Raumgrundrisse und Wandaufrisse bis zu der Stelle geführt, an der das gesuchte Ergebnis nachgewiesen ist. Hier findet man dann auch die Abbildung und alle Information, die zu der betreffenden Ritualszene zusammengetragen wurden.

### Präsentation der Belegstellen in einer Dia-Show

Dies ist allerdings nur eine der vielfältigen Möglichkeiten, die das Navigationssystem bietet: Es kann beispielsweise auch ohne vorherige Datenbankabfrage benutzt werden, wenn sich jemand „nur“ über Tempel, Räume usw. informieren will. Alternativ kann man sich auch eine Bilderfolge zeigen lassen. Wer etwa den Namen eines bestimmten Gottes sucht und eine Abbildung, auf der dieser mit Widderkopf dargestellt ist, der kann sich alle Belegstellen nacheinander zeigen lassen. Und wenn er will, muss er nicht einmal selbst „weiter blättern“, dann tut das Gerät auch das im einstellbaren Sekundentakt für ihn.

Der altägyptische Priester, der die Beschriftung und Bebilderung eines Tempels zu planen hatte, musste sich dabei auf seinen Kopf verlassen. Häufig hat er Texte und Bilder aus anderen Tempeln herangezogen, kopiert und abgewandelt wiedergegeben. Der Informationsaustausch war dabei gewollt – etwa so wie bei kooperierenden Universitäten. Durch die jetzt mögliche Analyse eines großen Datenbestandes lassen sich solche Wege der Bild- und Texttradierung deutlich machen. Die hochkomplizierte Welt der ägyptischen Religion wird auf diese Weise wieder etwas transparenter, Gedankengänge, die zum letzten Mal vor über 2000 Jahren relevant waren, können wieder freigelegt werden, Intelligenzen können wiedergefunden werden, die nicht auf fernem Stern beheimatet sind, sondern aus der Geschichte der Menschheit zu uns sprechen.

*Dr. Karin Sekora*

*Die Datenbank der Ägyptologen der Universität Würzburg ist im Internet zu finden unter:*

*[www.serat.aegyptologie.uni-wuerzburg.de/](http://www.serat.aegyptologie.uni-wuerzburg.de/)*



Sie kümmern sich ausschließlich um die Patienten in der Phase-I-Unit (v.l.): die Forschungsschwester Stefanie Schönfeld und die Ärzte Ralf Bargou, Mariele Goebeler und Dirk Hönemann. (Foto Margarete Pauli)

## Schneller als die Amerikaner

Phase-I-Unit an der Medizinischen Klinik II ermöglicht Erfolg in der Krebsforschung

Der neue Antikörper scheint sehr vielversprechend. Erste Untersuchungen haben ergeben, dass er in der Lage ist, bestimmte Formen von Blutkrebs ganz oder zumindest teilweise zurückdrängen. Im vergangenen Sommer hat die Zeitschrift *Science* die Entdeckung der Würzburger Wissenschaftler gar mit einer Publikation geadelt. Allerdings: Ohne die Phase-I-Unit, die es seit September 2007 an der Würzburger Uniklinik gibt, wäre dieses Potential nicht so schnell – vielleicht auch gar nicht – aufgezeigt worden.

Professor Ralf Bargou leitet die Phase-I-Unit an der Medizinischen Klinik und Poliklinik II. Die Idee dazu hat er aus England und den USA mitgebracht. Und nach seiner Kenntnis ist die Würz-

burger Unit für Krebspatienten die erste dieser Art in Deutschland.

### Hochspezialisierte klinische Einheiten

In diesen hochspezialisierten klinischen Einheiten werden Tumorpatienten, für die es mit herkömmlichen Verfahren keine Heilungschancen mehr gibt, ausschließlich mit neuen Therapien behandelt. Patienten bekommen also in Phase-I-Units frühen Zugang zu neuen Behandlungsverfahren. Für Ralf Bargou sind diese aber auch grundlegende Voraussetzung für eine effiziente und potente klinische Forschung. Diese Einheiten seien nötig, um „Fortschritte in der Grundlagenforschung schneller am Krankenbett umzusetzen.“ Bis-

her, sagt er, dauere dieser Prozess in Deutschland viel zu lang oder gelinge gar nicht.

Von der Grundlagenkenntnis bis zur Zulassung eines Medikaments sind viele Stufen der Überprüfung zwischengeschaltet. So wird der Wirkstoff zunächst im Reagenzglas und im Tierversuch aufwändig getestet. Meist in Zusammenarbeit mit der Pharmaindustrie, wie Bargou berichtet: „Die universitäre Forschung allein kriegt das aufgrund der hohen regulatorischen Anforderungen und der hohen Kosten nicht geregelt.“ Wenn dann klar ist, dass der Wirkstoff im Prinzip funktioniert, folgen die Studien am Menschen – gegliedert in die Phasen I bis III. In Phase-I-Studien soll vor



allem erhoben werden, wie sicher das Medikament ist, wie es sich im Patienten verhält, ob es Nebenwirkungen hat und was die optimale Dosierung ist. Man sucht aber auch schon nach Anhaltspunkten, ob es den Wirkmechanismus hat, der ihm zugeschrieben wird.

### Speziell ausgebildetes Team betreut die Patienten

Dazu zirkuliert in der Phase-I-Unit ein ganzes Team von speziell ausgebildeten Ärzten und Krankenschwestern um den Patienten. In der Medizinischen Klinik zum Beispiel kümmern sich Dr. Mariele Goebeler und Dr. Dirk Hönemann und die Forschungsschwestern Stefanie Schönfeld und Gerti Fragner ausschließlich um die Studienteilnehmer: Sie nehmen den Patienten mehrmals täglich Blut ab, um zu sehen, wie sich das Medikament im Körper entwickelt – und auch, um zu erkennen, wenn lebenswichtige Organe wie zum Beispiel Leber oder Nieren geschädigt würden. Mehrfach am Tag wird der Blutdruck gemessen. Man sieht nach, ob die Patienten Fieber entwickeln, kontrolliert – um neurologische Störungen auszuschließen – ob sie weiterhin wach und orientiert sind. Um Herzrhythmusstörungen zu erfassen, wird der Herzschlag über einen Monitor aufgezeichnet. Nicht zuletzt werden Patienten ausgiebig befragt: Haben Sie Muskelkrämpfe? Übelkeit? Dies alles wird dann engmaschig aufgezeichnet und dokumentiert.

### Tumore gehen ganz oder teilweise zurück

Der neue Antikörper mit dem sperrigen Namen Blnatumomab (siehe nebenstehenden Kasten) wird intravenös verabreicht. In aller Regel reagiert das Immunsystem darauf wie bei einem Infekt – mit Fieber, Schüttelfrost, manchmal auch Schmerz. Bei einigen wenigen Patienten kommen aber auch Sprach- und Koordinationsstörungen, manchmal auch Krämpfe hinzu – Nebenwirkungen des zentralen Nervensystems, die die Wissenschaftler noch nicht komplett verstehen. „Das Gute ist aber“, sagt Bargou, „dass diese Nebenwirkungen nur bei einem kleinen Teil der Patienten auftreten. Und bisher haben sie sich bei allen vollständig zurückgebildet.“

Üblicherweise werden die Patienten ein bis zwei Monate lang mit dem Antikörper behandelt, zunächst stationär, später auch ambulant. Bei Patienten mit bestimmten Formen von Blutkrebs – den sogenannten Lymphomerkkrankungen – hat sich der Tumor dadurch teilweise oder sogar vollständig zurückgebildet. Bei manchen schon seit mehr als einem Jahr, ohne dass es zu einem Rezidiv gekommen wäre. Das heißt, der Tumor geht bei Patienten zurück, die auf Chemotherapie nicht angesprochen haben. Und er geht längerfristig zurück. Deshalb haben Bargou und sein Team „Hoffnung, dass es bei optimaler Dosierung möglicherweise sogar langfristig zu einer Heilung kommen kann“.

### Erste zarte Hinweise auf Heilungschancen

„Erste zarte Hinweise“ dafür haben die Würzburger Mediziner in einigen Fällen mit akuter lymphatischer Leukämie gefunden. Bei diesen Patienten ist es auch auf der molekularen Ebene zu einer Remission gekommen, es ist somit die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die Patienten auch langfristig in Remission bleiben. Dies muss aber erst noch durch größere Folgestudien betätigt werden. „Das Tolle ist, dass wir den Wirkstoff hier im Labor mit-

entwickelt haben“, sagt Ralf Bargou. „Und jetzt waren wir mit den Phase-I-Studien schneller als die Amerikaner.“

### Klinische Forschung in Deutschland noch ein Stiefkind

In aller Regel jedoch könne die klinische Forschung in Deutschland – strukturell bedingt – international nicht mithalten. „Man kann diese Forschung nicht mit dem Personal des Routinebetriebs stemmen, wie man dies bisher hier versucht hat. Der klinisch tätige Mediziner hat viel zu wenig Zeit für die Wissenschaft. Und Ärzte und Schwestern müssen speziell ausgebildet sein.“ Erschwerend kommt laut Ralf Bargou hierzulande hinzu, dass mit Forschungsgeldern oft noch die klinische Arbeit aufrechterhalten werde, da die Kliniken chronisch unterfinanziert seien.

Nachdem die ersten Studien an der Medizinischen Klinik II sehr erfolgreich verlaufen sind, sollen 2009 weitere Phase-I-Studien hinzukommen. Bislang werden sie durch die Universität und durch Spenden des Vereins „Hilfe im Kampf gegen Krebs“ unterstützt. Mittelfristig soll sich die Unit aber zum größten Teil selbst tragen – durch das Geld, das die Pharma-Industrie für die Durchführung der Studien entrichtet.

Margarete Pauli

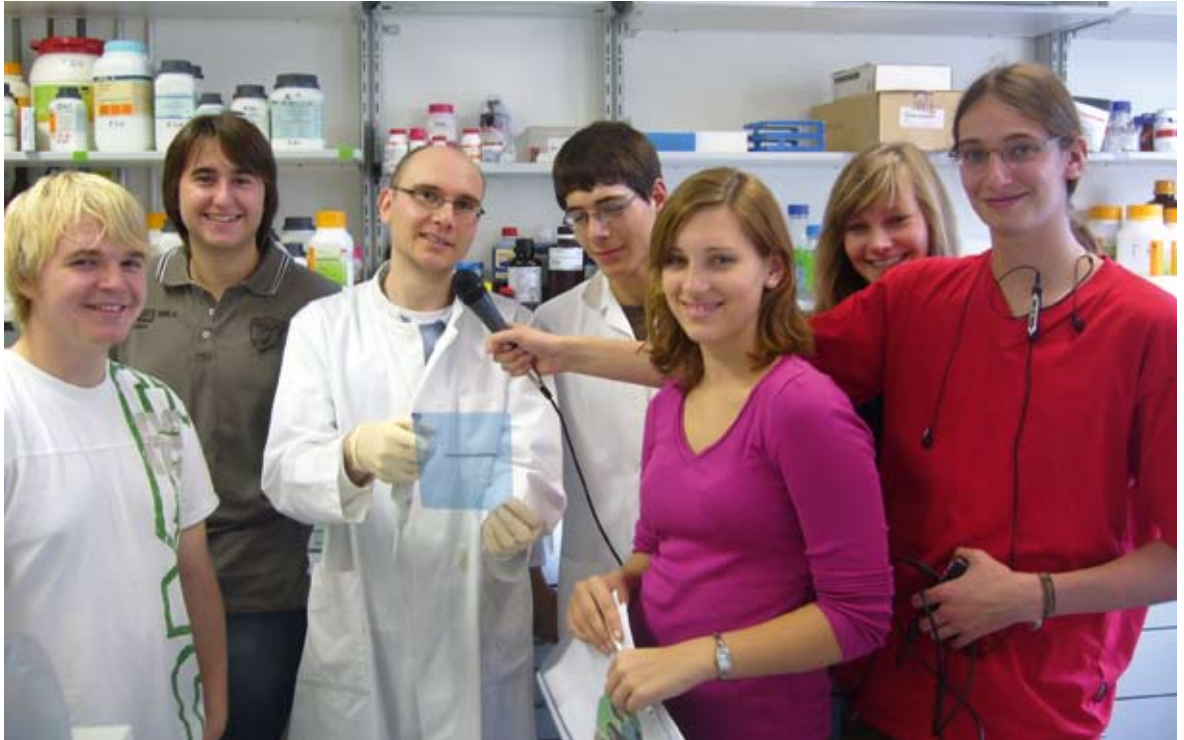
## Der neue Antikörper setzt die T-Zellen auf den Krebs an

Die T-Zellen sind wahrscheinlich die potentesten Killer des Immunsystems, gewissermaßen die „007-Agenten mit der Lizenz zum Töten“. Ein normaler Antikörper jedoch kann diese Killerzellen nicht aktivieren. Ganz anders der gentechnisch veränderte Antikörper Blnatumomab (MT 103), den Professor Ralf Bargou und sein Team an der Würzburger Uniklinik entwickelt und in ersten Phase-I-Studien getestet haben. Diesem gelingt es nicht nur, die T-Zellen des Körpers zu aktivieren und an die Tumorzellen zu koppeln, so dass diese die Krebszellen abtöten können. Es hat sich auch gezeigt, dass sich mit dem neuen Antikörper die aktivierten T-Zellen

sprunghaft vermehren.

In der Folge zeigt sich beim Patienten schon innerhalb weniger Stunden nach der Infusion eine Immunreaktion: Die T-Zellen-Aktivierungsparameter im Blut sind hochgefahren. Der Patient bekommt – ähnlich wie bei einem Infekt – Fieber, Schüttelfrost, manchmal auch Schmerzen. Und bislang hat sich in den höheren Dosierungen gezeigt, dass die Mehrzahl der Patienten angesprochen hat. Margarete Pauli

Ralf Bargou u.a.: *Tumor Regression in Cancer Patients by Very Low Doses of a T Cell-Engaging Antibody. In: SCIENCE, Vol. 321, Seite 974-977, 15. August 2008.*



ForscherReporter im Einsatz (v.l.): Nikolai Scheuring, Julian Rost, Axel Hoffmann, Lukas Englert, Pia Winter, Theresa Masuch und Robin Wittler. (Foto Astrid Jahnke)

## Geschüttelt und gerührt

Am Rudolf-Virchow-Zentrum können Schüler selbständig experimentieren und im Anschluss daran wie Reporter Wissenschaftlern bei der Arbeit zuschauen und sie interviewen. Ihre Berichte veröffentlichen die „ForscherReporter“ in ihren Schülerzeitungen und auf einer eigenen Homepage.

Schwipp, schwapp, schwipp, schwapp: Die Milchpulverlösung schaukelt wenig spektakulär hin und her und steht doch im Zentrum des Interesses von sechs Schülern, die gerade Jagd auf Laborgeräusche machen. Theresa Masuch hält ein Mikrofon an die Brühe im Plastikgefäß: „Achtung, Ruhe, jetzt kommt das Glückern!“ Die sechs 17- bis 18-jährigen Schüler nehmen am Programm „ForscherReporter“ des Rudolf-Virchow-Zentrums teil. Nachdem sie drei Nachmittage selber im Labor Versuche durchgeführt haben, interviewen die Schüler nun einen Wissenschaftler. Das Ziel: Daraus einen Radiobeitrag anfertigen und als Podcast ins Internet stellen. Betreut werden sie dabei von Sonja Jülich, der Leiterin der Öffentlichkeitsarbeit am Rudolf-Virchow-Zentrum, dem Würzburger DFG-Forschungszentrum. Fast

jeden Monat kommen dort auf diese Weise vier bis acht Schüler der Stufe 11 bis 13 auf Tuchfühlung mit der Wissenschaft.

### Erste Einblicke in das Berufsfeld Wissenschaft

Dieses Mal ist Axel Hoffmann aus der Arbeitsgruppe von Dr. Antje Gohla der interviewte Experte. Die sechs Schüler aus der 12. Klasse des Riemenschneider-Gymnasiums scharen sich um den Biologen. Der präpariert gerade ein Proteingel, womit er Proteingemische auftrennt. Theresa Masuch versucht als Radiosprecherin das Geschehen zu beschreiben: „Man nimmt drei Lagen Papier, dann die Membran, dann wieder Papier – Mist, jetzt habe ich das Gel vergessen.“ Sonja Jülich hilft: „Wollt ihr das nicht mit einem Sandwich vergleichen?“ – „Ach ja, also: Wie in einem

Sandwich wird das Gel mit der Membran zwischen mehrere Lagen Papier gepackt.“

„Das Projekt soll das Berufsfeld Wissenschaft zeigen. Die Schüler können Wissenschaft aus der Perspektive des Forschers und des Wissenschaftsjournalisten erleben“, sagt Sonja Jülich. „Viele Schüler reizt vor allem das Experimentieren im Labor. Die Reportage finden sie im Nachhinein aber auch spannend, weil sie den Wissenschaftler ganz für sich allein haben und ihn mit ihren Fragen löchern können.“ Dabei sei es vor allem schwierig den roten Faden zu behalten. Zur Vorbereitung sprechen die Schüler das Thema ihrer Radioreportage einen Nachmittag lang mit dem Forscher durch. Am Tag der Aufnahme entwickelt Sonja Jülich mit den Schülern eine Geschichte, anhand der die Reportage gegliedert wird. Die

33-Jährige ernannt außerdem immer einen der Schüler zum Regisseur, der den Überblick behalten soll. Außerdem gibt es drei Reporter, einen Tonmeister und einen Cutter, der nachher die Sätze zusammenschneidet.

Reporterin Pia Winter mustert prüfend das helle, aber mit Chemikalien, Laborgeräten und Maschinen ziemlich vollgestellte Labor. Selbst in den Kühlschränken sorgen seltsame Apparaturen dafür, dass die Flüssigkeiten nie zur Ruhe kommen. Das erinnert sie an einen Rat von Sonja Jülich: „Sollten wir nicht auch noch das Labor beschreiben?“ Theresa knüpft an: „Ich könnte mit ‚Es surrt‘ einleiten, oder doch: ‚Von überall her kommt ein Surren?‘“ Ton-techniker Robin Wittler wirft ein: „Das klingt doch hier wie ein Kühlschrank.“ Reporter Nikolai Scheuring: „Wenn euer Kühlschrank so klingt, hat der was.“

### Den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft verbessern

Die nachfolgende Diskussion gibt Experte Axel Hoffmann Zeit zur Entspannung. Der Biologe, 32, ist mit seiner Promotion am Rudolf-Virchow-Zentrum fast fertig. Er und der Rest der Arbeitsgruppe beschäftigen sich mit einer neuen Familie von Enzymen; das Team erforscht, wie diese genau funktionieren. Er findet es sehr interessant zu sehen, wie so ein Radiobeitrag entsteht und erklärt den Schülern mit großer Geduld auch zum dritten Mal, wie die Antikörper funktionieren.

Schon kommen die Schüler wieder auf ihn zu. Theresa fragt: „Wie heißt überhaupt dieses Gerät da?“ Axel grinst viel versprechend und sagt: „Das nennt man Taumelschüttler.“ Theresa fragt etwas ratlos: „Wie beschreiben wir jetzt den Taumelschüttler für die Hörer?“ Pia versucht es: „Das sieht doch aus wie die Rollen am Transportband einer Supermarktkasse.“ Die beiden Mädels sind im gleichen Biologie-Leistungskurs. Theresa: „Wir wurden von einem Lehrer angesprochen, und jetzt macht es wirklich Spaß – vor allem die Reportage.“ Beide sind froh, sich zur Teilnahme entschlossen zu haben, obwohl sie, wie Pia zugibt, mit manchen der Jungs aus dem Chemie-LK sonst eher wenig zu tun haben. Pia sagt: „Vorher wusste ich gar nicht, was auf mich zukommt. Ich finde es jetzt gut, das wir sehr viel

selbstständig machen dürfen.“

Sonja Jülich spricht für das Projekt gezielt Lehrer an, so erreiche man die Schüler am besten. Es gilt: Wer sich zuerst meldet, kommt auch zuerst dran. Lange zögern sollten Interessenten nicht, denn wenn Forscherreporter die Lehrer im September anspricht, ist bis April alles schnell voll. „Das Projekt ist mit sechs Nachmittagen zeitlich für die Schüler recht aufwändig. Deshalb kommen auch wirklich nur die, die sehr interessiert und dann auch hoch motiviert bei der Sache sind“, berichtet Sonja Jülich.

Die Biologin und Wissenschaftsjournalistin arbeitet schon drei Jahre am Public Science Center des Rudolf-Virchow-Zentrums, mit dem Auftrag, den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu verbessern. Sie entwickelt die Themen für die Schülerprojekte zusammen mit den Forschern des Zentrums. Die zwölf Arbeitsgruppen des Zentrums wechseln sich dabei ab. Das Thema ergibt sich aus der aktuellen Forschung. Bei Antje Gohla dreht sich eben alles um Proteine.

„Das ‚Äh‘ kann ich dann schon noch raus-schneiden.“

Deren Auftrennung versucht Nikolai für die Hörer des Podcasts zu beschreiben: „Bei diesem Verfahren werden die Proteine nach äh, Masse, äh, äh – ach Mist, ein so kleiner, blöder Satz, das kann doch nicht so schwer sein.“ Tonmeister Robin beruhigt ihn: „Das ‚äh‘ kann ich dann schon noch raus schneiden.“ Nikolai berichtet: „Es ist echt schwer, du denkst es ist so einfach, aber wenn du dann vor dem Mikro stehst und alle hören dir zu, kommt man ins Stocken!“ Robin: „Warum liegen die Proteine eigentlich auf Eis?“ Theresa: „Vielleicht, damit sie sich wohlfühlen?“ und lacht. Da meldet sich Sonja und leitet die Kreativität in konstruktive Bah-

nen: „Hast du ein Auge auf den roten Faden, Regisseur Lukas?“ „Ja, ja“, tönt es von Lukas Englert, der sich umgehend von der Laborbank erhebt.

„Es ist immer wieder viel Arbeit, macht mir aber viel Spaß“, meint Sonja Jülich. „Die Gruppen können jetzt natürlich von den Fehlern früherer Gruppen lernen. Die sechs haben zum Beispiel gleich gemerkt, dass man nicht zu viel Text auf einmal bringen kann, sondern besser alles in kurze Häppchen packt.“ Die Eigenschaften einer Radioreportage erarbeiten die Schüler selber anhand einer Modell-Reportage über ein Konzert von Tokio Hotel. „So vermeide ich trockene Theorie über Journalismus“, sagt Sonja Jülich.

### Zu viele Blubberblasen im Proteingel

Den naturwissenschaftlichen Hintergrund erlernen die Schüler an den drei Nachmittagen im Labor. „Proteine sind selbst in der Oberstufe nicht das große Thema“, meint Sonja Jülich. Die Schüler arbeiten mit hochaktuellen Methoden, wie sie zurzeit im Labor wirklich Verwendung finden. Eigentlich klappt der Versuchsteil immer gut, aber: „Wir hatten irgendwie zu viele Blubberblasen im Proteingel, deshalb war es brüchig“, erzählt Theresa. Die Laborarbeit hat besonders die Jungs begeistert. Nikolai ist sich schon jetzt sicher „Journalismus hat mir auf jeden Fall zu viel mit Deutsch zu tun.“ Er kann sich zurzeit eher vorstellen, Chemie zu studieren. Sein Kollege Julian Rost, der Cutter, fährt eher auf Physik ab.

Zumindest Theresa Masuch hat durch das Projekt ihre Begeisterung für Radioreportagen entdeckt. Immer noch bemüht sie sich eifrig, das Proteingel zu beschreiben: „Also es ist eine Platte, eher unspektakulär, etwa armlang – das ist irgendwie nicht so anschaulich...“ Axel Hoffman erlöst sie: „Jetzt müssen wir sowieso erst einmal in die Dunkelkammer.“ Robin „Dazu würde doch gut das Knarren der Tür passen – gib mir mal das Mikro...“

Astrid Jabnke

Die Forscherreporter am Rudolf-Virchow-Zentrum gibt es seit September 2006. Interessenten können sich per E-Mail ([sonja.juelich@virchow.uni-wuerzburg.de](mailto:sonja.juelich@virchow.uni-wuerzburg.de)) oder telefonisch (0931) 201 48714 informieren und anmelden.





Inmitten der Fülle tropischen Wachstums: Sabine Hohmann und Gerd Vogt vom Botanischen Garten schauen den Blattschneiderameisen bei der Fütterung ihres Pilzes zu. (Foto Margarete Pauli)

## Wandeln durch den Regenwald

Neu sanierte Schaugewächshäuser im Botanischen Garten mit neuem Konzept

Die Betoneinfassungen an den Beeten sind Vergangenheit. Im neu gestalteten Tropen-Schauhaus im Botanischen Garten wandelt der Besucher nun auf Holzstegen durch den tropischen Regenwald. Unmittelbar vorbei an den verschiedensten Palmenarten, meterhohen Bambuspflanzen, Bananenstauden und auch an einem Seerosenteich. Ein Bachlauf plätschert. Und – als hätte man sich den Weg frei schlagen müssen – ragt ein Baumstamm in den Pfad. „Da merkt der Besucher gleich: Hier muss ich mit offenen Augen durchgehen“, sagt Sabine Hohmann, die technische Leiterin des Gartens.

Nach einer gut dreijährigen Umbauphase sind die neu sanierten Schaugewächshäuser vor Kurzem offiziell eingeweiht worden.

### Pflanzen im naturnahen Lebensraum

Im Zuge der Sanierung wurde auch die Innengestaltung verändert. Statt des bisherigen Konzepts einer Pflanzensammlung will man nun die Pflanzen in einem möglichst naturnahen Lebensraum zeigen, erklären Professor Markus Riederer, der Direktor, und Dr. Gerd Vogt, der wissenschaftliche Kustos des Botanischen Gartens. Und weil dazu auch Tiere gehören, ist jüngst im

Tropenhaus aus der Zoologie der Universität Würzburg ein Volk von Blattschneiderameisen angesiedelt worden. In einem transparenten Röhrensystem untergebracht, kann der Besucher den Tieren dabei zuschauen, wie sie Blätter zerkleinern und diese dann an einen Pilz verfüttern, mit dem sie in Symbiose leben.

So ist der Gang durch die Schaugewächshäuser auch eine Reise durch die tropischen Klimazonen Asiens, Afrikas und Südamerikas. Sie beginnt mit den immerfeuchten Tieflandregenwäldern, die Einblick in die Fülle des tropischen Wachstums geben. Hier strebt alles nach oben, ans Licht. Die Aufsitzerpflanzen

zum Beispiel, die – ohne Schmarotzer zu sein – sich im Kronenbereich hoher Bäume niederlassen. Mit trichterförmig angeordneten Blättern fangen sie Regen und Tau auf, beim Geweihfarn bilden absterbende Blätter eine Art Blumentopf, der von oben herab fallende Nährstoffe sammelt.

Im immer feuchten und kühlen Bergnebelwald gedeiht der Farnwald mit seinen meterhohen Baumfarnen. Der Schatz des Sukkulenenhauses ist die „*Welwitschia mirabilis*“. In der Namib-Wüste heimisch, wächst die Pflanze über Jahrhunderte und treibt dabei ihr ganzes Leben lang nur zwei immer

länger werdende Blätter aus. Im Schauhaus mit den tropischen Nutzpflanzen kommt der Besucher unter anderem an einer Terrasse mit Reispflanzen vorbei, kann Kaffee- und Teepflanzen in Augenschein nehmen. Und er erfährt, dass die Vanille-Schote die Frucht einer kletternden Orchidee ist.

Für diese Umgestaltung haben die Mitarbeiter des Botanischen Gartens tonnenweise Substrat ausgetauscht, sie haben die Holzstege gebaut und die Kieswege angelegt. Zudem musste ein Großteil der Pflanzen während der Bauphase in anderen Häusern zwischengelagert werden. „Das war wirk-

lich ein Kraftakt für die Kollegen“, sagt Sabine Hohmann voller Anerkennung. Anlass für die Umgestaltung waren die umfassenden Sanierungsarbeiten, die an den Gebäuden aus den 60er-Jahren dringend nötig geworden waren. Sowohl aus Sicherheitsgründen – in der Außenhaut des Tropenhauses waren Löcher entstanden, und Glasplatten drohten abzurutschen – als auch, um Energiekosten zu sparen. Entsprechend wurden die Häuser im Zuge der Sanierung mit Isolierglas neu eingedeckt, eine bessere Luftbefeuchtungsanlage wurde eingebaut und eine neue Heizung.

*Margarete Pauli*

## Ansturm auf die Uni-Messe

Deutschlandweit gehen immer weniger Studierende während ihres Studiums für einige Monate ins Ausland. Mangelndes Interesse an anderen Ländern? Davon jedenfalls war bei der Internationalen Hochschulmesse an der Uni Würzburg nichts zu merken. Wenn Hochschulabsolventen über Erfahrungen jenseits der eigenen Landesgrenzen verfügen, dann ist das

für die meisten Unternehmen ein wichtiges Entscheidungskriterium. Um für ein Studium oder Praktikum im Ausland zu werben, fand daher am 26. November erstmals eine Internationale Hochschulmesse am Hubland statt. Entgegen dem Bundestrend zeigten die Würzburger Studierenden ein lebendiges Interesse an diesem Angebot ihrer Hochschule. Die Messe lockte zu



Leonhard Mühlhng vom Akademischen Auslandsamt berät auf der Internationalen Hochschulmesse zwei Studentinnen.  
(Foto Sabine Voß)

Tausenden nicht nur Studierende der Universität ins Mensagebäude am Hubland, sondern auch Schüler aus ganz Unterfranken und Studierende von benachbarten Hochschulen. Die Besucher kamen sogar aus Bamberg und Heilbronn angereist.

„Dieses Interesse ist überwältigend“, freute sich Irma de Melo vom bayerischen Hochschulzentrum für Lateinamerika. Einen solchen Ansturm habe sie bisher noch auf keiner Messe erlebt.

Begeisterung auch am Stand des deutsch-französischen Partnerschaftsreferats des Bezirks Unterfranken: „Die Internationale Hoch-

schulmesse ist eine Superplattform, um für Aufenthalte in Frankreich zu werben“, meint Alice Heller. Gut besucht waren auch die länderbezogenen Vorträge über Auslandsaufenthalte, die parallel zur Messe angeboten wurden. So waren die Veranstalter, die Studierendenvertretung und das Akademische Auslandsamt, am Ende sehr zufrieden mit der ersten Auflage der Internationalen Messe, zu der rund

4000 Besucher gekommen waren. Nur die Türen zum Mensagebäude wollen sie zukünftig besser geschlossen halten – denn die Aussteller aus Italien und Brasilien hatten nach der Messe nur noch einen Wunsch: schnell ins Warme zu kommen.

# newsletter

## 09/08



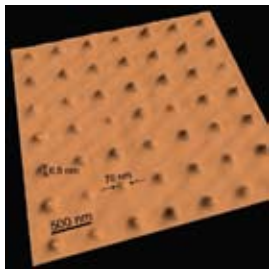
**Süße Küsse für heiße Bienen** In Bienenvölkern sorgen spezielle Tankwarte dafür, dass ihre besonders hart arbeitenden Kolleginnen immer gut mit Energie in Form von Honig versorgt werden. Diese neue „Berufsgruppe“ der Bienen haben Forscher vom Biozentrum der Universität Würzburg entdeckt. Damit sich Honigbienen in ihrem Brutnest optimal entwickeln können, muss dort immer eine bestimmte Temperatur herrschen. Spezielle Heizerbienen sorgen dafür, dass es dem Nachwuchs nicht zu kalt wird: Sie lassen ihre Flugmuskulatur surren und erzeugen damit genug Wärme, um die Kinderstube warm zu halten. Als Energiequelle dient ihnen Honig. Allerdings sind hoch aktive Heizerbienen nach maximal 30 Minuten Heizleistung

unterzuckert und derart erschöpft, dass sie den Weg zum Honiglager nicht mehr schaffen. Weshalb sie trotzdem nicht verhungern, hat die Würzburger Zoologin Rebecca Basile von der BEEgroup des Biozentrums herausgefunden: Spezielle Tankstellenbienen pendeln zwischen den Honigvorräten und den Brutregionen hin und her. Treffen sie auf erschöpfte Heizerbienen, geben sie ihnen einen süßen Kuss: Von Mund zu Mund übertragen sie den energiereichen Honig, woraufhin die Heizerbienen ihrer Aufgabe sofort wieder nachkommen können. Nach mehreren Fütterungen kehren die Tankstellenbienen zum Lager zurück, nehmen dort neuen Honig auf und beginnen erneut ihren Rundlauf über das Brutnest.

### Würzburg bekommt Zentrum für Nanotechnologie

Der Bund hat seine Unterstützung für den Aufbau eines Zentrums für Nanotechnologie in Würzburg zugesagt. Die neue Forschungseinrichtung soll auf dem Uni-Campus am Hubland entstehen und rund 100 Arbeitsplätze für Wissenschaftler, Techniker und Verwaltungskräfte bieten. Getragen wird es von der Universität Würzburg sowie den Forschungszentren Karlsruhe und Jülich. Die Nanotechnologie befasst sich mit der Herstellung winzigster Strukturen für elektronische und photonische Bauelemente. Bei der Produktion solcher Strukturen lässt sich deren Größe, Position und Materialzusammensetzung heutzutage noch nicht wirklich gut kontrollieren. Für einige Anwendungen reichen die

bestehenden Möglichkeiten zwar, aber nicht für alle. Neue Impulse sind beispielsweise auf dem Gebiet der Sensorik zu erwarten, etwa bei Messinstrumenten für den Umweltbereich oder bei Steuerungselementen für Fahrzeuge oder der Medizintechnik – falls es gelingt, den Aufbau der Nanostrukturen bis auf die atomare Ebene zu kontrollieren. Darum werden sich die Wissenschaftler im neuen Zentrum mit der ultrapräzise kontrollierten Herstellung von Nanostrukturen beschäftigen. Die beteiligten Forschungszentren bringen in den Verbund unter anderem ihre Großgeräte ein, an denen dann auch Würzburger Wissenschaftler arbeiten werden. Durch diese Kooperation soll in Würzburg ein international sichtbares Forschungszentrum entstehen.



### Neues Zentrum für Psychologie-Geschichte

Die Uni Würzburg bekommt ein Zentrum für Psychologie-Geschichte. Im Frühjahr 2009 soll die Eröffnung sein. Den Grundstock des Zentrums bildet eine der weltweit größten Sammlungen zur Geschichte der Psychologie, die seit 1981 an der Uni Passau zusammengetragen wurde und nun – im Zuge der Zielvereinbarungen zwischen dem Freistaat und den Universitäten – nach Würzburg umzieht. Voraussichtlich elf Lastwagen samt Anhängern werden gebraucht, um die rund 6500 Objekte, Doku-

mentensammlungen und Nachlässe, Bücher und Zeitschriften sowie das Film- und Fotoarchiv von Passau nach Würzburg zu transferieren. Die Sammlung dokumentiert insbesondere die Entwicklung der Psychologie seit Mitte des 19. Jahrhunderts, die nun ihre Erkenntnisse vorrangig durch naturwissenschaftliche Methoden wie Beobachtung und Experiment zu gewinnen suchte. So wurde fortan mit so ausgefeilten wie dekorativen Apparaten beispielsweise die Geschwindigkeit gemessen, mit der Reize im Nervensystem verarbeitet werden.





# newsletter

**Spitzenpreis für Martin Lohse** Der Biomediziner Martin Lohse von der Uni Würzburg gehört zu den zehn deutschen Spitzenforschern, die vom Europäischen Forschungsrat jeweils 2,5 Millionen Euro bekommen. Mit dem Geld will Lohse neue Analysemethoden erarbeiten, die für die Entwicklung von Arzneimitteln bedeutsam sind. Dabei war die Konkurrenz hart: 766 Lebenswissenschaftler hatten sich um das Fördergeld beworben. Europaweit waren am Ende 78 davon erfolgreich, darunter zehn Deutsche. Den Wettbewerb für Spitzenforscher um die *ERC Advanced Grants* hatte der Europäische Forschungsrat erstmals durchgeführt. Mit den 2,5 Millionen Euro will Lohses Team so genannte G-Protein-

koppelte Rezeptoren und deren Regulation untersuchen. Diese Rezeptoren leiten die Signale von Hormonen und anderen chemischen Botenstoffen ins Innere der Zellen weiter. Sie sind an vielen lebensnotwendigen Prozessen beteiligt und darum auch wichtige Angriffspunkte für Arzneimittel. Die Signale, die einzelne Rezeptoren in die Zellen hinein abgeben, lassen sich bislang nicht messen. Dafür sind die verfügbaren Analysemethoden viel zu unempfindlich. Lohses Arbeitsgruppe will das ändern mit neuen Sensor-Molekülen und innovativen Mikroskopie-Verfahren. „Die neuen Techniken werden für die Grundlagenforschung und für die Entwicklung neuer Arzneimittel wichtig sein“, sagt der Professor.

## 10/08



**Nobelpreis für Ex-Würzburger** Erst im Mai dieses Jahres haben die Mediziner der Uni Würzburg den Heidelberger Krebsforscher Harald zur Hausen mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet. Im Oktober dann gab das Karolinska-Institut in Stockholm bekannt, dass der 72-Jährige den Nobelpreis für Medizin bekommt. Drei Jahre lang hat Harald zur Hausen auch in Würzburg geforscht – somit kann die Universität nun dem 14. Nobelpreisträger aus ihren Reihen gratulieren. Harald zur Hausen hatte von 1969 bis 1972 am Institut für Virologie der Universität Würzburg geforscht. Dann wechselte er an die Uni Erlangen. In seiner Würzburger Zeit wies Harald zur Hausen

erstmalig nach, dass in bestimmten Krebsgeschwulsten des Menschen das Erbgut des Epstein-Barr-Virus vorkommt. Den Zusammenhang zwischen DNA-Viren und Krebs erforschte Harald zur Hausen auch weiterhin. So entdeckte er im Jahr 1983 die Viren, die beim Menschen Gebärmutterhalskrebs auslösen, die so genannten Humanen Papilloma-Viren. Dafür bekam er nun den Nobelpreis verliehen. Seine Entdeckung und die darauf aufbauenden Forschungen hatten noch weitere Folgen: Ein Impfstoff wurde entwickelt, und seit 2007 übernehmen die gesetzlichen Krankenkassen in Deutschland die Impfkosten für Mädchen im Alter von 12 bis 17 Jahren.



**Neue Paten für ein Waisenkind der Medizin** Die Krankheit „Neuronale Ceroid Lipofuszinose“ NCL befällt oft schon Kinder und verläuft nach langem Leidensweg immer tödlich. Die Suche nach einer Therapie gestaltet sich schwierig und war bisher ergebnislos. Würzburger Forscher hoffen nun, einen neuen Ansatz für eine wirkungsvolle Behandlung finden zu können. Dabei unterstützt sie die NCL-Stiftung mit 36.000 Euro. An der Neurologischen Klinik im Labor von Professor Rudolf Martiní wird der Diplom-Biologe Janos Groh im Rahmen seiner Doktorarbeit aufzuklären versuchen, welche Rolle Immunzellen in dem Krankheitsgeschehen spielen. Ein Teil des

Geldes stammt dabei aus Unterfranken: Die Klingenger R + W-Stiftung, hinter der ein erfolgreicher Kupplungshersteller steht, finanziert das erste Jahr Forschungsarbeit. Die Würzburger Forscher haben bei anderen genetisch-bedingten Nervenerkrankungen an Labormäusen festgestellt, dass Immunzellen eine offenbar wichtige Rolle im Krankheitsverlauf spielen. Die Hoffnung ist, dass sich aus dieser Entdeckung ein Therapieansatz etablieren lässt: Wenn man diese Zellen in ihrer Aktivität hemmt oder moduliert, könnte das möglicherweise dazu führen, dass die Krankheit weniger schlimm verläuft oder im besten Fall sogar gestoppt wird.



# newsletter

## 11/08



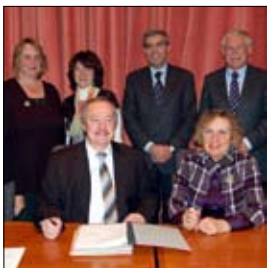
**Gefährliche Spucke** Viele Raupenarten verteidigen sich gegen Angreifer, indem sie diese mit einem besonderen Sekret bespuken. Wie Würzburger Biologen jetzt zeigen konnten, enthält der Tropfen Spucke allerdings nicht immer ein abschreckendes Gift. Die bislang herrschende Lehrmeinung erklärt die abschreckende Wirkung der Spucketropfen damit, dass die Raupen mit ihrer Mahlzeit bestimmte Inhaltsstoffe aus der Futterpflanze aufnehmen, die im Oralsekret wie ein Gift wirken. Das ist allerdings nur ein Aspekt der Verteidigungsstrategie. Dr. Michael Rostás, Biologe und wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Botanik II konnte nachweisen, dass es sich bei dem Oralsekret um eine Flüssigkeit handelt, die stark oberflächenaktiv ist

– ein so genanntes Surfactant. Viele Insekten, wie beispielsweise Ameisen, haben eine stark wasserabweisende Außenhaut. Diese zu benetzen ist demnach fast unmöglich. Die Spucke würde im Normalfall einfach abperlen. Surfactants sind jedoch in der Lage, die Oberflächenspannung des Wassers soweit zu verringern, dass sich die Spucke über die Ameisenoberfläche verteilen kann. Mit durchschlagendem Erfolg: Benetzte Ameisen unterbrechen sofort ihren Angriff und fangen an sich minutenlang zu putzen. Rostás vermutet, dass die Raupenspucke die empfindlichen Sinneshärchen der Ameisen beeinträchtigt, was für das betroffene Tier ziemlich unangenehm sein muss. In der Zwischenzeit können die Raupen problemlos fliehen.



**Ameisen durchsichtig gemacht** Insektenforscher und Biologie-Studierende können den Körperbau von Ameisen, Käfern & Co. jetzt noch besser untersuchen. Denn die meist dunkel gefärbten Panzer dieser Krabbeltiere lassen sich transparent machen. Wissenschaftler vom Biozentrum der Uni Würzburg haben die neue Methode erarbeitet: „Wir bleichen unsere Ameisen mit Wasserstoffperoxid. Wenn die dunkle Pigmentierung des Außenskeletts verschwunden ist, können wir die inneren Gewebe sehen, ohne den Körper sezieren zu müssen“, sagt der Biologe Marcus Stüben, der das Verfahren entwickelt hat. Folgt auf das Bleichen noch eine Auflösung der inneren Gewe-

be, dann ergibt das „einen komplett reinen Insektenpanzer, einen dreidimensionalen Bauplan des Tieres“, wie Stüben schwärmt. Vergleichbar sei das mit einer transparenten Ritterrüstung ohne Ritter drin. Marcus Stüben hat noch eine andere Neuerung eingeführt. Zum Entspannen der toten Insekten verwenden Biologen unter anderem das so genannte Barbers-Reagenz. Dieses aber enthält neben zwei weiteren Komponenten das krebserregende Benzol. Stüben hat herausgefunden, dass sich das Benzol ersetzen lässt: durch das nicht krebserregende Aceton. Das Reagenz verliert dadurch nicht an Effektivität, aber der Umgang mit ihm wird deutlich sicherer.



**Geld für neue Professur** Die Würzburger Elterninitiative leukämie- und tumorkrankter Kinder finanziert der Universität Würzburg eine Professur. Diese wird an der Kinderklinik eingerichtet und soll Fortschritte bei der Behandlung krebserkrankter Kinder und Erwachsener bringen. Es sind innovative zelluläre Therapieformen, die der künftige Inhaber oder die Inhaberin der Professur entwickeln soll. Welche Idee dahinter steckt? Man möchte den Patienten Immunzellen entnehmen und sie im Labor auf spezielle Merkmale des Tumors abrich-

ten – so wie man einen Spürhund auf eine Fährte ansetzt. Dann bekommen die Patienten die Immunzellen wieder verabreicht, damit diese den Tumor zielgenau erkennen und abtöten. Räumlich wird die neue Professur im Würzburger Stammzell-Transplantationszentrum angesiedelt. „Dort passt dieses Arbeitsgebiet sehr gut hinein“, sagt Professor Christian P. Speer, Direktor der Kinderklinik. Sein Haus arbeitet in dem Zentrum eng mit dem Team des Krebsexperten Professor Hermann Einsele (Medizinische Klinik II) zusammen.

# personalia

**Dr. Björn Alpermann**, Universität zu Köln, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 zum Juniorprofessor für Contemporary Chinese Studies an der Universität Würzburg ernannt.

**Prof. Dr. Michael Anderheiden** wird – für die Dauer der Abordnung von Prof. Dr. Horst Dreier an die Uni Erfurt – vom 01.10.2008 bis 30.09.2009 übergangsweise auf der Planstelle eines Universitätsprofessors der Besoldungsgruppe W 3 für Rechtsphilosophie, Staats- und Verwaltungsrecht beschäftigt. Professor Dreier arbeitet derzeit in Erfurt als Fellow am Max-Weber-Kolleg.

**Prof. Dr. Thomas Baier**, Universität Bamberg, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 unter Berufung in das Beamtenverhältnis auf Lebenszeit zum Universitätsprofessor für Klassische Philologie – Schwerpunkt Latein am Institut für Klassische Philologie der Universität Würzburg ernannt.

**Prof. Dr. Hildburg Beier**, Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

**Dr. Rüdiger Bertermann**, Akademischer Rat, Institut für Anorganische Chemie, wurde mit Wirkung vom 15.11.2008 zum Akademischen Oberrat ernannt.

**Dr. Roland Borgards**, Institut für deutsche Philologie, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 zum Universitätsprofessor für Neuere deutsche Literaturgeschichte an der Universität Würzburg ernannt.

**Prof. Dr. Dorit Bosse**, Gymnasialpädagogik, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 zur Universitätsprofessorin an der Universität Kassel ernannt.

**Prof. Dr. Ludwig Braun**, Institut für klassische Philologie, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

**PD Dr. Ralf Brinktrine**, Universität Leipzig, wird während der Altersteilzeit von Prof. Dr. Michael Wollenschläger vom 01.10.2008 bis 31.03.2009 übergangsweise auf der halben Planstelle eines Universitätsprofessors der Besoldungsgruppe W 2 für Öffentliches Recht, insbesondere Verwaltungsrecht und Sozialrecht, beschäftigt.

**Prof. Dr. Heidrun Brückner**, Lehrstuhl für Indologie / Südasienkunde, wurde zum Mitglied des Direktoriums des Bayerischen Kooperationszentrums für Wirtschaft und Hochschulen für Indien bestellt. Das Zentrum ist bei der Uni Bayern e.V. angesiedelt.

**PD Dr. Moritz Bünemann**, Lehrstuhl für Pharmakologie, ist mit Wirkung vom 04.11.2008 zum Universitätsprofessor für Pharmazeutische Pharmakologie an der Universität Würzburg ernannt worden.

**Prof. Dr. Ernst Burgschmidt**, Neuphilologisches Institut – Moderne Fremdsprachen, trat Ende September 2008 in den Ruhestand.

**Prof. Dr. Hubert Drüppel**, Institut für Rechtsgeschichte, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

**Prof. Dr. Dr. Stefan Engelhardt**, Institut für Pharmakologie und Toxikologie, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 zum Universitätsprofessor (W3) und Direktor des Instituts für Pharmakologie und Toxikologie an der Technischen Universität München ernannt.

**Dr. Matthias Erhardt**, Studienrat am Gymnasium Marktbreit, bis 31.08.2008 abgeordneter Lehrer am Lehrstuhl für Schulpädagogik, wurde mit Wirkung vom 01.09.2008 an die Universität Würzburg versetzt.

**Prof. Dr. Manfred Gessler**, Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften, ist mit Wirkung vom 30.10.2008 zum Universitätsprofessor für Entwicklungsbiochemie an der Universität Würzburg ernannt worden.

**Prof. Dr. Margareta Götz**, Inhaberin des Lehrstuhls für Grundschulpädagogik und -didaktik, wurde Ende September 2008 zur Vorsitzenden der Kommission „Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe“ in der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft gewählt.

**Prof. Dr. Manfred Golitschek**, Institut für Mathematik, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

**Prof. Dr. Horst Gundlach**, Institut für Geschichte der Psychologie der Universität Passau, wurde mit Wirkung vom 01. Oktober 2008 an die Universität Würzburg versetzt und dem Adolf-Würth-Zentrum für Geschichte der Psychologie zugeordnet. Weiterhin wurde er für den Zeitraum vom 01. Oktober 2008 bis 31. März 2009 im vollen Umfang an die Universität Passau rückabgeordnet.

**Prof. Dr. Werner Hanke**, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand. Er bleibt aber bis 31.07.2011 als Beschäftigter im wissenschaftlichen Dienst weiter an der Uni.

**Prof. Dr. Manfred Heckmann**, Universität Leipzig, wurde mit Wirkung vom 18.11.2008 zum Universitätsprofessor für Physiologie – Schwerpunkt Neurophysiologie an der Universität Würzburg ernannt.

**Prof. Dr. Martin Heisenberg**, Lehrstuhl für Genetik, wurde mit Ablauf des September 2008 von seinen amtlichen Verpflichtungen an der Universität Würzburg entbunden.

**Simone Hey**, Regierungsoberinspektorin, Referat 4.3 der Zentralverwaltung, wurde mit Wirkung vom 17.11.2008 an die Technische Universität München versetzt.

**Prof. Dr. Holger Höhn**, Institut für Humangenetik, wird weiterhin vom 01.10.2008 bis zur endgültigen Besetzung der Stelle, längstens jedoch bis 31.03.2009, übergangsweise auf der Planstelle eines Universitätsprofessors der Besoldungsgruppe W 3 für Humangenetik beschäftigt.

**Prof. Dr. Ulrike Holzgrabe**, Institut für Pharmazie und Lebensmittelchemie, hat ein Stellenangebot als Präsidentin des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte abgelehnt.

**Prof. Dr. Eva-Maria Kieninger**, Institut für Internationales Recht, Europarecht und Europäisches Privatrecht, hat einen Ruf an die Universität Zürich abgelehnt.



# personalia

**Dr. Norbert Kleinsasser**, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 zum Universitätsprofessor für Experimentelle Laryngologie an der Universität Würzburg ernannt.

**PD Dr. Andrea Kübler**, Roehampton University London, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 zur Universitätsprofessorin für Interventionspsychologie an der Universität Würzburg ernannt.

**Privatdozent Dr. Dirk Kurth**, Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 zum Universitätsprofessor für Chemische Technologie der Materialsynthese an der Universität Würzburg ernannt.

**Dr. Christian Lukas**, Juniorprofessor, Universität Konstanz, wird vom 01.10.2008 bis zur endgültigen Besetzung der Stelle, längstens jedoch bis 31.03.2009, übergangsweise auf der Planstelle eines Universitätsprofessors der Bes.Gr. W 3 für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Controlling und Interne Unternehmensrechnung beschäftigt.

**Wolfgang Mahlke**, der von 1980 bis 1988 Universitätsprofessor für Kunstszierung an der Universität Würzburg war, ist am 29.10.2008 gestorben.

**Prof. Dr. Wolfgang Malisch**, Institut für Anorganische Chemie, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

**Dr. Frank Marohn**, Privatdozent für das Fachgebiet Mathematik, Lehrstuhl für Mathematische Statistik, wurde mit Wirkung vom 23.10.2008 zum außerplanmäßigen Professor bestellt.

**Prof. Dr. Hans-Konrad Müller-Hermelink**, Lehrstuhl für Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie, hat die Ehrendoktorwürde der Universität von Oradea (Rumänien) verliehen bekommen.

**Prof. Dr. Hartmut Noltemeier**, Inhaber des Lehrstuhls für Informatik I, wurde mit Ablauf des September 2008 von seinen amtlichen Verpflichtungen an der Universität entbunden.

**Dr. Elisabeth Obermaier**, Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften, wird vom 01.10.2008 bis zur endgültigen Besetzung der Stelle, längstens jedoch bis 31.03.2009, übergangsweise auf der Planstelle eines Universitätsprofessors der Besoldungsgruppe W 2 für Tierökologie beschäftigt.

**Dr. Heidi Peter-Röcher**, Universitätsprofessorin im privatrechtlichen Dienstverhältnis, Institut für Altertumswissenschaften, ist mit Wirkung vom 19.11.2008 zur Universitätsprofessorin für Vor- und Frühgeschichtliche Archäologie an der Universität Würzburg ernannt worden.

**Rita Prell**, Bibliotheksinspektorin, Universitätsbibliothek, ist mit Wirkung vom 15.11.2008 zur Bibliotheksoberspektorin ernannt worden.

**Prof. Dr. Georg Reents**, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, wurde mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand versetzt.

**Prof. Dr. Ernst Richter**, von 1980 bis 2000 Professor für Innere Medizin, ist am 27.10.2008 gestorben.

**Prof. Dr. Wolfgang Rössler**, Lehrstuhl für Zoologie II, ist neuer Sprecher des Würzburger Sonderforschungsbereichs 554 „Mechanismen und Evolution des Arthropodenverhaltens: Gehirn – Individuum – Soziale Gruppen – Superorganismus“. Sein Vorgänger, **Prof. Dr. Martin Heisenberg**, ist zum 30.09.2008 zurückgetreten. Er bleibt aber weiterhin Mitglied und Projektleiter im Sonderforschungsbereich. Dessen Mitgliederversammlung wählte außerdem **Prof. Dr. Erich Buchner** vom Lehrstuhl für Genetik zum stellvertretenden Sprecher.

**Prof. Dr. Heide Rückle-Lanz**, Medizinische Klinik und Poliklinik II, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

**Prof. Dr. Ralf Schenke**, Universität Münster, wurde mit Wirkung vom 01.10.2008 unter Berufung in das Beamtenverhältnis auf Lebenszeit zum Universitätsprofessor für Deutsches, Europäisches und Internationales Steuerrecht an der Universität Würzburg ernannt.

**Prof. Dr. Peter Schreier**, Institut für Pharmazie und Lebensmittelchemie, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

**Prof. Wolfgang Schneider**, Lehrstuhl für Psychologie IV, wurde von Dr. Ursula von der Leyen, Bundesministerin für Familie, Senioren, Jugend und Frauen, in den wissenschaftlichen Beirat für Familienfragen des Ministeriums berufen.

**Prof. Dr. Michael Sendtner**, Institut für klinische Neurobiologie, ist seit 01.10.2008 neuer Sprecher des Internationalen Graduiertenkollegs „Von der synaptischen Plastizität zur Verhaltensmodulation in genetischen Modellorganismen“. Er folgt **Prof. Dr. Martin Heisenberg** nach, der vom Amt des Sprechers zurückgetreten ist, aber weiterhin Mitglied und Projektleiter im Graduiertenkolleg bleibt. Stellvertretender Sprecher des Kollegs ist **Prof. Dr. Erich Buchner**, Lehrstuhl für Genetik.

**Prof. Dr. Christian P. Speer**, Direktor der Kinderklinik der Universität Würzburg, wurde in Istanbul einstimmig zum Präsidenten der European Association of Perinatal Medicine gewählt. Er ist der erste deutsche Neonatologe, dem diese hohe Auszeichnung zuteil wird. Seine Amtszeit beginnt 2010 und endet 2012.

**Prof. Dr. Hans-Michael Straßburg**, Kinderklinik und Poliklinik, wurde zum Präsidenten der Deutschen Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin gewählt.

**Prof. Dr. Birgit Terhorst** wurde mit Wirkung vom 01.11.2008 zur Universitätsprofessorin für Physische Geographie an der Universität Würzburg ernannt.

**Dr. Hans-Joachim Viereck**, früherer Professor für spezielle Thoraxchirurgie an der Universität Würzburg, ist am 29.09.2008 gestorben.

**Prof. Dr. Werner Wegstein**, beurlaubt zur Vertretung der Professur für EDV-Philologie, trat mit Ablauf des September 2008 in den Ruhestand.

# personalia

**Harald Wehnes**, Dozent an der Universität Würzburg, hat von der Deutschen Gesellschaft für Projektmanagement e.V. den Deutschen Project Excellence Award 2008 für Spitzenleistungen im Projektmanagement erhalten.

**Prof. Dr. Dietmar Willoweit** wurde erneut zum Präsidenten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften gewählt. Der Rechtshistoriker bekleidet das Amt seit 2006, seine zweite Amtszeit beginnt am 1. Januar 2009. Willoweit lehrte bis 2004 an der Universität Würzburg Deutsche Rechtsgeschichte, Bürgerliches Recht und Handelsrecht.

**Prof. Dr. Frank Würthner**, Institut für Organische Chemie, hat einen Ruf auf einen Lehrstuhl für Organische Chemie an der Universität Karlsruhe erhalten.

## Jubiläen

### 25 Jahre

- Christiane Averbeck**, Frauenklinik und Poliklinik, am 28.11.2008  
**Liselotte Bach**, Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie, am 01.10.2008  
**Eugenia Baumeister**, Klinik und Poliklinik für Thorax, Herz- und Thorakale Gefäßchirurgie, am 01.11.2008  
**Elmar Brückner**, Institut für Röntgendiagnostik, am 01.11.2008  
**Prof. Dr. Marie-Christine Dabauvalle**, Theodor-Boveri-Institut, am 01.10.2008  
**Astrid Danhauser-Kiesel**, Medizinische Klinik und Poliklinik I, am 07.09.2008  
**Roland Ebert**, Physikalisches Institut, am 02.10.2008  
**Prof. Dr. Helmut Flachenecker**, Lehrstuhl für Fränkische Landesgeschichte, am 01.09.2008  
**Hans-Joachim Galler**, Medizinische Klinik und Poliklinik I, am 02.10.2008  
**Dr. Wolfgang Geise**, Stabsstelle AU der Verwaltung, am 08.10.2008  
**Brigitte Graeber**, Zentrum für Sprachen, am 30.09.2008  
**Heike Grübl**, Universitätsbibliothek, am 01.09.2008  
**Angelika Hansen**, Institut für Hygiene und Mikrobiologie, am 01.11.2008  
**Dr. Waltraud Harth-Peter**, Lehrstuhl für Allgemeine Erziehungswissenschaft, am 14.11.2008  
**Prof. Dr. Martin Heisenberg**, Lehrstuhl für Genetik, am 01.06.2008  
**Isolde Hestner**, Medizinische Klinik und Poliklinik I, am 01.12.2008  
**Christian Huß**, Krankenpfleger und freigestellter Personalrat am Universitätsklinikum, am 19.10.2008  
**Prof. Dr. Dieter Kuhn**, Lehrstuhl für Philologie des Fernen Ostens, am 01.11.2008  
**Regina Muth**, Medizinische Klinik und Poliklinik I, am 19.10.2008  
**Monika Noak**, Lehrstuhl für Botanik II, am 30.09.2008  
**Birgit Roos**, Medizinische Klinik und Poliklinik, am 01.10.2008  
**Ingeborg Schaub**, Chirurgische Klinik und Poliklinik I, am 01.10.2008  
**Johannes Schott**, Botanischer Garten, am 01.12.2008  
**Martin Strobel**, Augenklinik und Poliklinik, am 01.10.2008  
**Joachim Wagner**, Servicezentrum Technischer Betrieb, am 30.06.2008

**Brigitte Zepmeisel**, Klinischer Wirtschafts- und Reinigungsdienst, am 27.10.2008

### 40 Jahre

- Gerda Adelmann**, Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, am 16.09.2008  
**Ingeborg Euler-König**, Lehrstuhl für Immunologie, am 01.11.2008  
**Brigitte Glos**, Institut für Strafrecht und Kriminologie, am 01.10.2008  
**Rosemarie Göpfert**, Universitätsbibliothek, am 01.10.2008  
**Prof. Dr. Wilfried Hommers**, Lehrstuhl für Psychologie I, 01.10.2008  
**Gerda Nöth**, Chirurgische Klinik und Poliklinik, am 01.10.2008  
**Prof. Dr. Wolfgang Malisch**, Institut für Anorganische Chemie, am 01.09.2008  
**Peter Mitnacht**, Universitätsbibliothek, am 05.11.2008  
**Herbert Pumpurs**, Klinik und Poliklinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie, am 01.12.2008  
**Prof. Dr. Georg Reents**, Lehrstuhl für Theoretische Physik III, am 31.10.2008  
**Peter Ruff**, Rechenzentrum, am 15.11.2008  
**Rita Schmid**, Verwaltung der Zahnkliniken, am 01.11.2008  
**Marianne Schopf**, Chirurgische Klinik und Poliklinik I, am 15.10.2008

Folgende Professorinnen und Professoren bekamen eine **Freistellung für das Sommersemester 2009** bewilligt:

- Prof. Dr. Dag Nikolaus Hasse**, Institut für Philosophie  
**Prof. Dr. Hays Hinrichsen**, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik  
**Prof. Dr. Carsten Honerkamp**, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik  
**Prof. Dr. Dr. Klaas Huizing**, Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik  
**Prof. Dr. Peter Jakob**, Physikalisches Institut  
**Prof. Dr. Christoph Lambert**, Institut für Organische Chemie  
**Prof. Dr. Peter Müller**, Institut für Mathematik  
**Prof. Dr. Paul Pauli**, Institut für Psychologie  
**Prof. Dr. Oliver Remien**, Institut für Internationales Recht, Europarecht und Europäisches Privatrecht  
**Prof. Dr. Jürgen Rauh**, Institut für Geographie  
**Prof. Dr. Theodor Seidl**, Institut für Biblische Theologie  
**Prof. Dr. Dietmar Seipel**, Institut für Informatik  
**Prof. Dr. Olaf Sosniza**, Institut für Bürgerliches Recht und Zivilprozessrecht

### Gäste an der Universität

**Prof. Dr. Chinnappa Gowda** von der Universität Mangalore (Südindien) ist im Wintersemester Gast an der Universität Würzburg. Er ist hier Inhaber eines von der indischen Regierung gestifteten Gastlehrstuhls (Rotating Chair). Der Gastlehrstuhl ist dem Fach Indologie / Südasienkunde zugeordnet.

**Prof. Dr. Alexandre Valotta da Silva** von der Universidade Federal de Sao Paulo (Brasilien), besuchte vom 1. bis 13. September das Labor für Morphologische Hirnforschung der Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie. Sein Aufenthalt wurde gefördert vom DAAD/Probral. Ziel des gemeinsamen Projekts ist die Aufdeckung von Altersveränderungen im menschlichen Zentralnervensystem durch kombinierte kernspintomographische, neuroanatomische und neuropathologische Studien.

# Eine Frage zum Schluss ...

Am Tag nach der Bekanntgabe ist es schwierig, den frischgebakenen Leibniz-Preisträger Holger Braunschweig ans Telefon zu bekommen. „Momentan ist er beim Bayerischen Rundfunk zum Interview, nachher will dann das Fernsehen für Aufnahmen ins Labor kommen“, heißt es bei seiner Sekretärin.

Irgendwann tut sich doch noch eine Lücke zwischen den Terminen auf, und Braunschweig ist bereit für ein kurzes Gespräch.

Hektisch sei der Tag verlaufen, nachdem die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG die Namen der diesjährigen Preisträger bekannt gegeben hatte, sagt Braunschweig. Anrufe, Interviewanfragen, Glückwünsche – kaum, dass Zeit blieb für einen kleinen Sekttempfang mit den Mitarbeitern. „Aber so ein Rummel gehört wohl dazu, wenn man den Leibniz-Preis bekommt“, so der Wissenschaftler.

2,5 Millionen Euro wird die DFG in den kommenden sieben Jahren an Holger Braunschweig überweisen. Damit zeichnet sie insbesondere seine wegweisenden Arbeiten aus, „mit denen Braunschweig das Element Bor durch die Verbindung mit Metallen gleichsam ‚gezähmt‘ hat.

Auf diese Weise wurden neue Moleküle erzeugt, denen wiederum neue Eigenschaften gegeben wurden, von denen zu erwarten ist, dass sie die Katalyse und Materialwissenschaften nachhaltig befruchten“, wie es in der Laudatio heißt.

Braunschweig ist seit Oktober 2002 Inhaber des Lehrstuhls II für Anorganische Chemie der Universität Würzburg. Der Schwerpunkt seiner Forschung liegt im Bereich der metall- und elementorganischen Chemie; Braunschweig konzentriert sich dabei insbesondere auf die Untersuchung von Übergangsmetallkomplexen mit Bor-zentrierten Liganden. Dieses Forschungsgebiet ist hoch aktuell und wird von zahlreichen Forschergruppen in England, Frankreich, USA und Japan bearbeitet.

„Wir betreiben hier Grundlagenforschung an neuen Substanzklassen, den so genannten Borylenkomplexen, die wir erst durch

unsere Arbeiten zugänglich gemacht haben“, sagt Braunschweig. Tatsächlich ist über die Stoffe bisher so wenig bekannt, dass sich zurzeit noch keine konkreten Anwendungsbereiche abzeichnen. So viel Geld. Was will Braunschweig damit anfangen? „Das Angenehme an dem Preisgeld ist, dass man es vergleichsweise

frei verwenden darf“, sagt der Spezialist der anorganischen Chemie. Dies eröffne ihm „ungeahnte Freiheiten“. Auch wenn die Zeit für detaillierte Pläne noch zu früh ist, ein paar

Ideen hat Braunschweig schon. Ganz oben auf der Wunschliste stehen

Großgeräte für analytische Methoden, die es in Würzburg zurzeit noch nicht gibt. „Im Bereich der ESR-Spektroskopie und der Röntgen-Defraktometrie haben wir viel Nachholbedarf.“

Natürlich will Braunschweig sein Team auch personell verstärken – ein bis zwei Post-Doktorandenstellen sollten sich mit dem Preisgeld schon finanzieren lassen. Genug Platz, um neue Geräte und zusätzliches Personal unterzubringen sei in dem Chemiegebäude am Hubland jedenfalls grundsätzlich vorhanden. Allerdings verbindet er damit die Hoffnung, dass im Rahmen der laufenden Sanierungsmaßnahme der Chemie-Institute die benötigte zusätzliche Abzugskapazität für experimentell arbeitende Gruppen geschaffen wird: „Dann sollte sich daraus ein großer Standortvorteil für Würzburg ergeben“, findet Braunschweig.

Den Leibniz-Preis vergibt die DFG an „qualitativ herausragende jüngere Forscherinnen und Forscher, die sich noch in einer Phase wachsender Produktivität befinden“, wie es in den Ausschreibungsunterlagen heißt. Wird diese Produktivität denn dazu führen, dass in sieben Jahren die Stoffe, an denen Braunschweig forscht, für konkrete Anwendungen reif sind? „Gut möglich, dass sie dann

im Bereich der Katalyse oder in der organischen Elektronik zum Einsatz kommen“,

sagt Braunschweig. Auch andere Anwendungsgebiete sind denkbar – schließlich ist Braunschweigs Team „thematisch sehr breit aufgestellt“, wie er sagt. Aber im Prinzip werde er auch in den nächsten Jahren in erster Linie Grundlagenforschung betreiben – dann aber mit mehr Personal und neuen Geräten.

Gunnar Bartsch

Was machen Sie mit 2,5 Millionen Euro, Professor Braunschweig?









Universität Würzburg  
Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit

Sanderring 2  
97070 Würzburg

[presse@zv.uni-wuerzburg.de](mailto:presse@zv.uni-wuerzburg.de)  
[www.uni-wuerzburg.de/presse](http://www.uni-wuerzburg.de/presse)