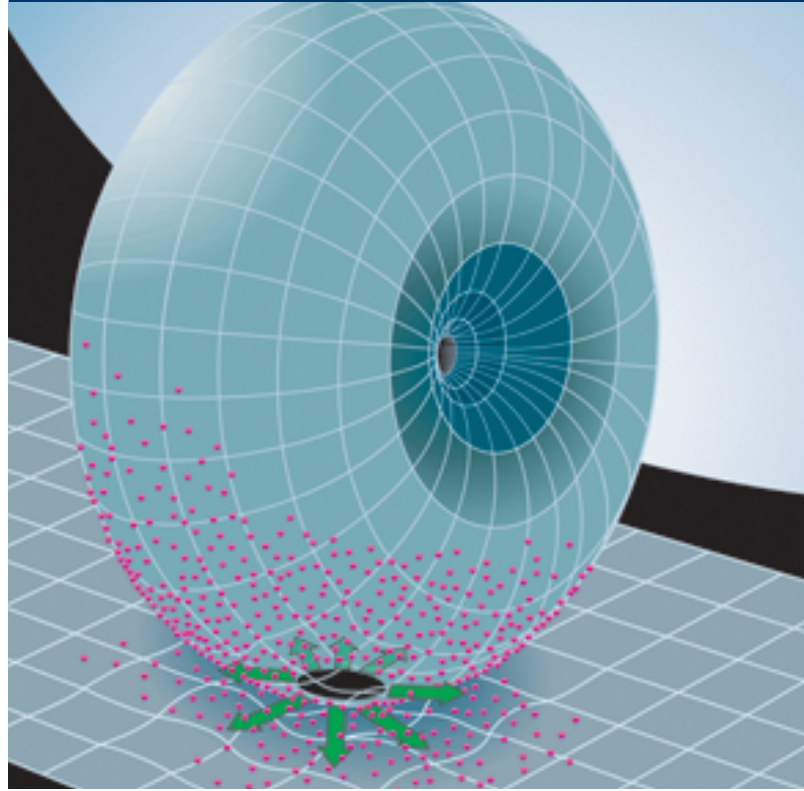


Forschung Frankfurt



- Schwarze Löcher im Labor?
- Stochastisches Resonanz-Training: Variable Vibrationsreize verbessern Bewegungsabläufe
- »Neue Väter – andere Kinder?« Das Vaterbild im Umbruch
- Eiskalte Atome: Quantenphysik nahe dem absoluten Nullpunkt
- »... der Wissenschaft einen Tempel bauen« – Zum 300. Geburtstag Johann Christian Senckenbergs

Physik

4.2006

Die Universität Frankfurt auf dem Weg zur Spitze:

„Ich bin ein Sherpa für die Uni.
Werden Sie es auch!“

„Das Engagement für die Universität in Frankfurt ist mein Beitrag zur Zukunftssicherung junger Menschen, aber auch unserer Stadt und der Rhein-Main-Region“.

Hilmar Kopper
Vorsitzender des Vorstandes der Freunde der Universität

Die Johann Wolfgang Goethe-Universität hat sich auf den Weg zur Spitze gemacht. Als eine der größten Universitäten ist sie auf dem Weg, im internationalen Wettbewerb eine führende Rolle zu spielen. Interdisziplinäre Forschungsverbände wie das Center for Membrane Proteomics in den Biowissenschaften, das House of Finance in den Bereichen Recht, Finanzen, Geld und Währung oder das Frankfurt Institute for Advanced Studies zur Grundlagenforschung in theoretischen Naturwissenschaften stehen für ein hohes Niveau in Forschung und Lehre.

Die Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität sucht Gleichgesinnte, die die Universität auf dem Weg zur Spitze begleiten, ideell und finanziell. Werden Sie Mitglied der Freunde, werden Sie ein Sherpa beim Aufstieg zur Spitze, werden Sie Teil des Erfolgs der Universität!

Um mehr über die Freunde der Universität zu erfahren, rufen Sie bitte Frau Lucia Lentès (0 69) 798-2 82 85 oder Frau Petra Dinges (0 69) 910-4 78 01 an.
E-Mail: Freunde@vff.uni-frankfurt.de
www.vff.uni-frankfurt.de

Machen Sie sich fit für Ihre Karriere.

Die F.A.Z. und den Hochschulanzeiger mit 35 % Ersparnis.

Gratis für Studenten



6 Wochen die F.A.Z. für 16,50 €.
Gratis die Sigg-Flasche der F.A.Z.

Wer am Anfang seiner Karriere steht, braucht die richtigen Informationen, um zu wissen, wie es weitergeht. Als Student erhalten Sie 6 Wochen die F.A.Z. mit 35 % Ersparnis und gratis den Hochschulanzeiger sowie die original Sigg-Flasche der F.A.Z.

F.A.Z.-Hochschulanzeiger:
 Karrietertips, Stellenangebote, Praktikumsbörse.

Ja, ich bin Student/in und möchte die F.A.Z. mit 35 % Ersparnis testen.

Das sechswöchige Miniabo bestelle ich zum Vorzugspreis von 16,50 €* (inkl. MwSt. und Zustellung) gegen Rechnung. *Im Rhein-Main-Gebiet inkl. Rhein-Main-Zeitung und Sonntagszeitung zum Preis von 18,50€. Ich spare 35 % und erhalte die Sigg-Flasche, die ich in jedem Fall behalten darf. Wenn mich das Miniabo nicht überzeugt, teile ich dies dem Verlag Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH innerhalb der Laufzeit schriftlich mit. Ansonsten brauche ich nichts zu veranlassen und erhalte dann die Frankfurter Allgemeine Zeitung zum aktuell gültigen monatlichen Abonnementpreis von zur Zeit 16,90€ bzw. 18,90€ im Rhein-Main-Gebiet (inkl. MwSt. und Zustellkosten). Den sechsmal im Jahr erscheinenden Hochschulanzeiger bekomme ich automatisch nach Erscheinen zugeschickt. Ein gesetzliches Widerrufsrecht habe ich bei diesem Angebot nicht, denn dieses Abo ist jederzeit mit einer Frist von 20 Tagen zum Monatsende bzw. zum Ende des vorausberechneten Bezugszeitraums kündbar. Meine Studienbescheinigung habe ich in Kopie beigefügt.

Ich bin damit einverstanden, daß Sie mir schriftlich oder telefonisch weitere interessante Angebote unterbreiten (ggf. Streichen). Ein Angebot der Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH, Hellerhofstraße 2 - 4, 60327 Frankfurt (HRB 7344, Handelsregister Frankfurt am Main).

 Vorname, Name

 Straße, Hausnummer

 PLZ, Ort

 Telefon

 E-Mail

 Datum

Unterschrift

FS6 PR6078

Liebe Leserinnen, liebe Leser,



Spitzenforschung und -lehre, verbunden mit Interdisziplinarität und Internationalität heißen die Ziele, zu denen sich unsere Universität verpflichtet hat. Der Fachbereich Physik hat sich hierzu konsequent auf drei Forschungsschwerpunkte konzentriert: Die Biophysik, die Festkörper- und Materialforschung sowie die Schwerionenphysik, einschließlich der nuklearen Astrophysik. Durch Neuberufungen wurden diese Forschungsgebiete gezielt verstärkt, bestehende außeruniversitäre Kooperationen ausgebaut und neue Projekte gemeinsam in Angriff genommen.

Die Vernetzung der Forschung mit den benachbarten außeruniversitären Forschungseinrichtungen ist uns sehr wichtig: Das Institut für Biophysik ist mit den Fachbereichen Biowissenschaften und Chemische Wissenschaften, dem Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS) und dem Max-Planck-Institut für Biophysik erfolgreich aus dem Wettbewerb zu den Exzellenzclustern der DFG hervorgegangen.

Interdisziplinarität in den theoretischen Naturwissenschaften verknüpft die naturwissenschaftlichen Fachbereiche mit dem FIAS und der dort angesiedelten Frankfurt International Graduate School for Science, FIGSS. 30 Doktoranden forschen mit fachübergreifenden Methoden an der Lösung komplexer Fragestellungen in Physik, Infor-

matik, Chemie, Biologie und Neurowissenschaften.

Die Rhein-Main-Region hat mit der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Wixhausen bei Darmstadt das einzige in Hessen gelegene Großforschungszentrum der größten Forschungsgemeinschaft Deutschlands, der Helmholtz-Gemeinschaft. Der Fachbereich Physik einschließlich des Stern-Gerlach-Zentrums ist eng in die Verbundforschung mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, GSI und der Helmholtzgemeinschaft eingebunden.

Am Stern-Gerlach-Zentrum für experimentelle Schwerionenphysik, Atomphysik und nukleare Astrophysik finden junge Physikerinnen und Physiker hervorragende Voraussetzungen zu Forschung, Neuentwicklungen und Ausbildung an modernsten Beschleunigern und Speicherringen, die mit finanzieller Unterstützung des Landes Hessen gebaut wurden.

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat in diesem Jahr eine von drei ausgewählten Graduiertenschulen in Frankfurt angesiedelt. Gemeinsam bilden die GSI, der Fachbereich Physik und das FIAS in der Graduiertenschule »Quark Matter in Heavy Ion Collisions« junge Theoretiker aus. Zusammen mit den Detektor-Entwicklern, Beschleuniger-Physikern und Experimentatoren sind sie für die Realisierung zukünftiger Projekte der GS und des Europäischen Großforschungszentrums CERN bei Genf unentbehrlich.

Theoretiker benötigen nicht nur Bleistift und Papier, sondern auch schnelle und leistungsfähige Großrechner. Am universitären Center of Scientific Computing wird simuliert, was bei der Inbetriebnahme des neuen Teil-

chenbeschleunigers am CERN im kommenden Jahr zu erwarten ist. Lassen sie sich von dem Artikel über Mini-Schwarze Löcher im Labor auch in die mehrdimensionale Welt der Stringtheorie einführen. Im Rezensionsteil lesen Sie, welche intensiven wissenschaftlichen Diskussionen die Stringtheorie derzeit entfacht.

»Eiskalte Atome« – einen Einblick in aktuelle Fragestellungen der theoretischen Festkörperphysik gibt Ihnen der Artikel von Prof. Dr. Walter Hofstetter, der eng mit der experimentellen Festkörperphysik an der Universität Mainz zusammenarbeitet. Die bestehenden Kooperationen zwischen den Universitäten in Mainz, Kaiserslautern und Frankfurt sollen künftig durch einen Transregio-Sonderforschungsbereich verstärkt werden.

Intensiv wird experimentell auch die »Nanowelt« erforscht: mit einem hohen Anteil an Drittmittelförderung und dem Beitritt zur »Nanoinitiative Hessen«. Ein Beispiel aus der Nano-Pharmazie lesen Sie auf Seite 48.

Nicht zuletzt aber glänzt die Frankfurter Physik seit vielen Jahren mit ihren exzellenten, hochmotivierten und engagierten Studierenden, die oftmals als schwierig beschriebenes Studium erfolgreich absolvieren. Wie dies zu meistern ist, vermittelt das Porträt eines erfolgreichen jungen Nachwuchswissenschaftlers.

Viel Spaß beim Lesen,
Ihr

Horst Stöcker
Vizepräsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Nachrichten

- 4 Frankfurt punktet bei Exzellenzinitiative
- 5 Forschungsstark bei CHE-Ranking
- 6 Das FIAS und das Pendant: Zwei »Institutes for Advanced Study«
- 7 Frankfurter Herz-Kreislauf-Forscher sind »Nr. 1«
- 8 Ausgezeichnet: Gunther Teubner und Johannes Fried
- 9 UBS Deutschland AG finanziert gleich zwei Stiftungsprofessuren
- 10 Vielfältige Aktivitäten der Neuroszene gebündelt
- 11 ePass: Sicherer für Passkontrolle – unsicherer für Bürger

Forschung intensiv

Stringtheorie	14	Schwarze Löcher im Labor?
Stochastisches Resonanz-Training	19	Wie gezielte Unordnung im Training für Ordnung in der Bewegung sorgt
Familiärer Wandel	26	»Neue Väter – andere Kinder?« – Vaterbild im Umbruch
Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe	32	Wie sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe vor Krankheiten schützen
Religions-philosophie	39	Allem Wirklichen liegt das Mögliche voraus

Forschung aktuell

- 45 Eiskalte Atome – Quantenphysik nahe dem absoluten Nullpunkt
- 48 Nanotechnologie bringt Arzneistoffe sicher ans Ziel
- 52 Warum sollten Frauen in Familienunternehmen nicht erste Wahl sein?
- 55 Je komplexer das Arbeitsumfeld, desto kreativer die Mitarbeiter
- 59 Ubiquitin – Markierungsvarianten des winzigen Proteins
- 63 Vom »Menschheitsfrühling« zu »Neuform Heil!«

Schwarze Löcher im Labor? 14

Schwarze Löcher – in der Regel versteht man darunter alles verschlingende, gigantisch schwere astronomische Objekte. Theoretisch könnte es aber auch »mini black holes« im Labor geben, die genau das Gegenteil der astronomisch gemessenen Giganten darstellen. Das folgt aus Arbeiten der Gruppe von Prof. Dr. Horst Stöcker und Prof. Dr. Marcus Bleicher am Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS) und am Institut für Theoretische Physik. Auftreten könnten die winzigen Schwarzen Löcher, wenn im kommenden Jahr der neue Teilchenbeschleuniger am Europäischen Großforschungszentrum für Kern- und Teilchenphysik CERN bei Genf in Betrieb genommen wird.



Stochastisches Resonanz-Training: Wie gezielte Unordnung im Training für Ordnung in der Bewegung sorgt 19

Ein Training mit variablen Vibrationsreizen, so genannten »Stochastischen Resonanzen« verbessert die Koordination bei Hochleistungssportlern wie bei Patienten mit Bewegungsstörungen. Diese ständig wechselnden Reize trainieren das Zusammenspiel zwischen Sensoren, Gehirn und Muskulatur und bewirken effizientere, an die jeweilige Anforderungssituation angepasste Bewegungsabläufe. Seit über zehn Jahren werden am Institut für Sportwissenschaften die Auswirkungen von gleichförmigen hochfrequenten, aber auch von variablen Vibrationen auf die Bewegungssteuerung des Menschen erforscht. Das Team um Dr. Christian Haas und Prof. Dietmar Schmidtbleicher fand dabei ein weites Funktionsspektrum mit physiologisch positiven, aber auch negativen Effekten.



»Neue Väter – andere Kinder?« – Vaterbild im Umbruch zwischen gesellschaftlichen Erwartungen und realer Umsetzung 26

Der Vater als Ernährer der Familie hat noch immer nicht ausgedient, aber längst gibt es eine breite Vielfalt von Vätertypen, die sich mit den gesellschaftlichen Erwartungen an den »neuen« Vater auf sehr unterschiedliche Weise auseinander setzen. Diese Erwartungen sind hoch: Er soll sich aktiv, kompetent und emotional in der Kindererziehung engagieren und partnerschaftlich agieren. Am Frankfurter Institut für Sozialforschung haben die beiden Soziologen Andrea Bambey und Hans-Walter Gumbinger untersucht, wie sich die Rolle des Vaters gewandelt hat und wie sich dies auf die Familienkonstellation auswirkt. Als Auszug aus ihrem Forschungsprojekt stellen sie drei Typen vor: den fassadenhaften, den randständigen und den egalitären Vater.



Wie sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe uns vor Krankheiten schützen 32

Wirkungen von Heilpflanzen und Gewürzen werden in der Naturheilkunde seit der Antike genutzt. Pharmakologisch wirksam sind in der Regel nur die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe. Diese aufzuspüren und ihren molekular-



biologischen Wirkungsmechanismus im Körper aufzuklären, ist das Ziel eines Forschungsnetzwerks am Frankfurter Zentrum für Arzneimittelforschung, -Entwicklung und -Sicherheit (ZAFES). Pharmazeuten und Kliniker fanden beispielsweise gemeinsam heraus, wie ein Bestandteil des Rotweins, das Resveratrol, vor Darmkrebs schützt. Die Inhaltsstoffe von Salbei und Rosmarin bieten viel versprechende Ausgangspunkte für neue Medikamente gegen Altersdiabetes.

Familienunternehmen: Warum sollten Frauen nicht erste Wahl sein? 52

Wenn es darum geht, ob Töchter oder Söhne die Nachfolge im Unternehmen antreten, gibt es erhebliche Unterschiede: Frauen besetzen häufig Bereiche wie Personal oder Unternehmenspolitik und sind seltener in der Führung des operativen Geschäfts zu finden. Weshalb begrenzen Väter die Verantwortung ihrer Töchter? Liegt es an den Töchtern, die – anders als Söhne – kaum dazu neigen, die Macht an sich zu reißen? Oder liegt es an den Vätern, die an den Fähigkeiten ihrer Töchter zweifeln? Sicher ist, dass traditionelle Vorbehalte gegen Frauen an der Unternehmensspitze grundlos sind: Selbst in Branchen, die von Männern dominiert werden, setzen sie sich erfolgreich durch, wenn sie ihre Chance bekommen. Über die Ergebnisse ihrer im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend erstellten Studie berichten Rolf Haubl, Professor für Soziologie und psychoanalytische Sozialpsychologie, und die Diplom-Ökonomin Bettina Daser.



Ein wichtiger Teilerfolg in der Gentherapie 75

Die Septische Granulomatose (CGD) ist eine seltene Erkrankung, die auf einem genetischen Defekt bestimmter weißer Blutzellen beruht, so dass in den Körper eingedrungene Pilze und Bakterien nicht vernichtet werden können. Ärzten und Wissenschaftlern vom Universitätsklinikum und vom Georg Speyer-Haus gelang es, durch Gentherapie bei zwei erwachsenen CGD-Patienten die Funktion der Fresszellen teilweise wieder herzustellen.



Eine vollständige Heilung gelang jedoch nicht – ein Patient verstarb zwei Jahre nach der zunächst erfolgreichen Behandlung. Im Gespräch mit »Forschung Frankfurt« berichten Dr. Marion Gabriele Ott und Dr. Manuel Grez über die Höhen und Tiefen ihrer gentherapeutischen Forschung.

Universitätsgeschichte

»... der Wissenschaft einen Tempel bauen« – Zum 300. Geburtstag Johann Christian Senckenbergs 67

Friedrich Dessauer: Röntgenpionier im Schatten des Nationalsozialismus 71

Perspektiven

Interview: Wichtiger Teilerfolg in der Gentherapie 75

Der Theologe Hermann Deuser und die geschenkte Zeit 79

»humatrix AG«: Heute Uni, morgen Biotech-Branche 82

Der Physiker Till Jahnke: »Ich mache sehr gern Dinge mit meinen Händen« 85

Gute Bücher

»Skurrile Quantenwelt« 88

Top-Physikerin führt durch höherdimensionale gekrümmte Räume 89

James Kakalios und die Physik der Superhelden 90

Provokativ: Peter Woits Abrechnung mit der Stringtheorie 91

Was kann biologische Forschung heute leisten? 92

Streifzüge durch das Jahrhundert des Feminismus 93

Frankfurter Judengasse: Rabbiner, Recht, Reichsstadt und vieles mehr 94

Frankfurt im Licht! – Vergnügungstätten der Zwanziger Jahre 95

Fundamentalistische Spielarten aller drei Religionen 96

Reisende Anthropologin auf Spurensuche 97

Logisches Denken und Zufall 98

Eine spannende Reise durch die Experimentelle Psychologie 99

Vorschau/Impressum/Bildnachweis 100

Frankfurt punktet bei Exzellenzinitiative

60 Millionen Euro für die kommenden fünf Jahre

Frankfurt gehört bei der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder zu den erfolgreichen hessischen Universitäten. Beide Anträge zu Exzellenzclustern, die von der Universität Frankfurt eingereicht wurden, sind bewilligt: Es handelt sich um das Exzellenzcluster „Makromolekulare Komplexe“ sowie das gemeinsam mit der Universität Gießen beantragte Cluster »Cardio-pulmonary System«. Damit fließen in den kommenden fünf Jahren zirka 60 Millionen zusätzliche Forschungsgelder nach Frankfurt. Eine Verlängerung der Förderung um weitere fünf Jahre ist angedacht, aber noch nicht entschieden.

Angesichts der Tatsache, dass nur 15 von den bundesweit 39 Anträgen für Exzellenzcluster bewilligt wurden, bezeichnete Universitätspräsident Prof. Rudolf Steinberg die Bewilligungsquote für Frankfurt als »optimal«. Die Universität Frankfurt hat ihre Position als führende Forschungsuniversität in Hessen und als eine der forschungs-starken Universitäten in Deutschland nachdrücklich unter Beweis gestellt. Bei einer Feier im neuen Hör-



Anstoßen auf den Erfolg (von links): die Sprecher der Exzellenzcluster Vizepräsident Prof. Dr. Werner Müller-Esterl (Institut für Biochemie II), Prof. Dr. Werner Kühlbrandt (Max-Planck-Institut für Biophysik), Prof. Dr. Rudi Busse (Institut für Physiologie I) und Präsident Prof. Dr. Rudolf Steinberg.

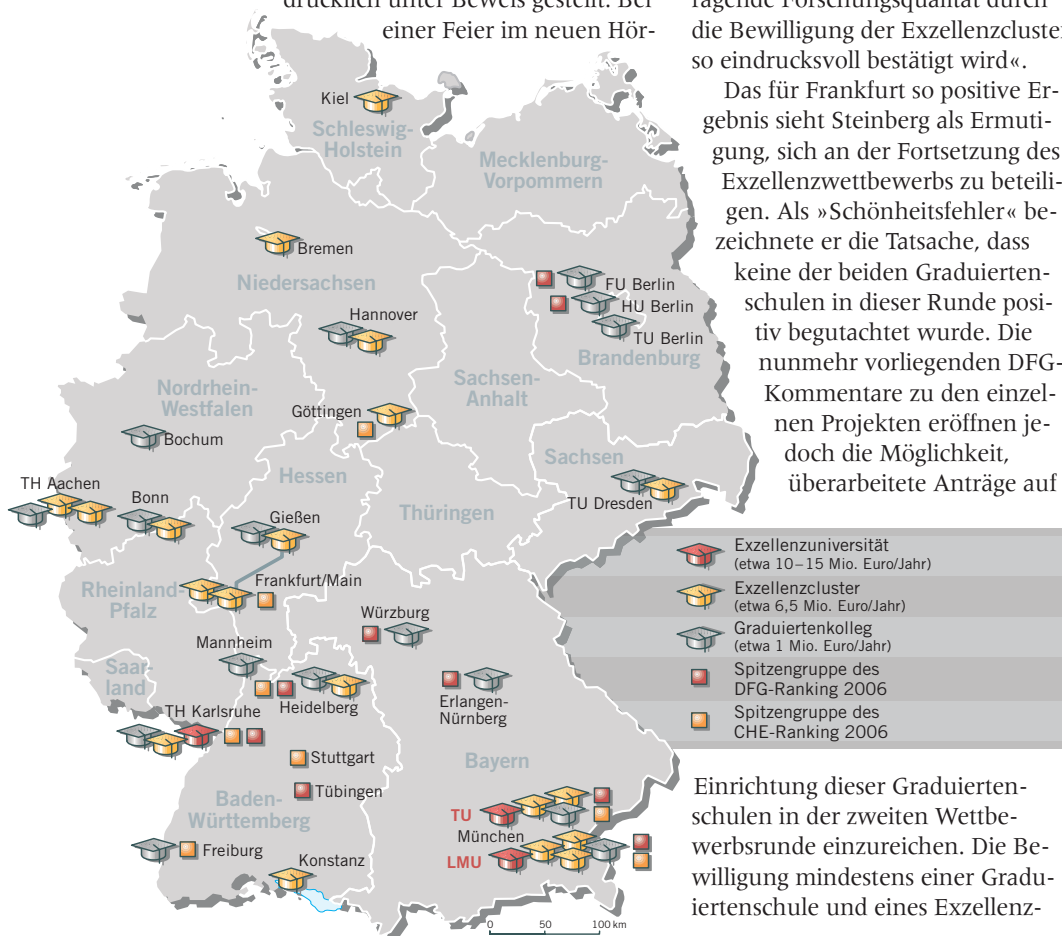
saalgebäude des Klinikums beglückwünschte Steinberg die erfolgreichen Antragsteller, »deren herausragende Forschungsqualität durch die Bewilligung der Exzellenzcluster so eindrucksvoll bestätigt wird.«

Das für Frankfurt so positive Ergebnis sieht Steinberg als Ermutigung, sich an der Fortsetzung des Exzellenzwettbewerbs zu beteiligen. Als »Schönheitsfehler« bezeichnete er die Tatsache, dass keine der beiden Graduiertenschulen in dieser Runde positiv begutachtet wurde. Die nunmehr vorliegenden DFG-Kommentare zu den einzelnen Projekten eröffnen jedoch die Möglichkeit, überarbeitete Anträge auf

clusters ist die Voraussetzung zur Förderung eines universitären »Zukunftskonzepts«, der besonders beachteten dritten Säule des Exzellenzwettbewerbs (»Elite-Universität«).

Ein Zukunftskonzept sowie eine Antragsskizze für ein weiteres, geisteswissenschaftliches Exzellenzcluster zur Entstehung normativer Ordnungen hat die Johann Wolfgang Goethe-Universität im Rahmen der zweiten Wettbewerbsstaffel bereits eingereicht. Welche Universitäten in der zweiten Staffel zu Vollantragstellungen aufgefördert werden, will die DFG im Januar 2007 bekannt geben.

Die positive Begutachtung des Exzellenzclusters »Makromolekulare Komplexe« hat Frankfurt als international ausgewiesenes Zentrum im Bereich der Strukturbiologie bestätigt. Hier forschen Arbeitsgruppen der Universität und des Klinikums gemeinsam mit den Max-Planck-Instituten für Biophysik und Hirnforschung, dem Georg-Speyer-Haus und dem Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS). Die Strukturbiologie beschäftigt sich mit der dreidimensionalen Struktur biologischer Moleküle, insbesondere mit Proteinen und Pro-



Einrichtung dieser Graduiertenschulen in der zweiten Wettbewerbsrunde einzureichen. Die Bewilligung mindestens einer Graduiertenschule und eines Exzellenz-

teinkomplexen in biologischen Membranen. Auf diesen Gebieten haben Frankfurter Wissenschaftler im Rahmen von Sonderforschungsbereichen bereits hervorragende Ergebnisse erzielt, die nun auf große Proteinkomplexe in der gesamten Zelle ausgedehnt werden sollen. Das Verständnis der Aufgaben makromolekularer Komplexe in der Funktion von Zellen soll auch zur Entwicklung neuer Arzneimittel verwendet werden.

Im Fokus des gemeinsam mit der Justus Liebig Universität Giessen beantragten Clusters »Cardio-pul-

monary System« stehen vaskuläre Erkrankungen des Herzens und der Lunge, zwischen denen ein enger funktioneller Zusammenhang besteht. Sie sind zusammen für mehr als 50 Prozent aller Todesfälle vor dem 75. Lebensjahr und für mehr als 50 Prozent aller Gesundheitskosten verantwortlich. Der thematische Schwerpunkt in Frankfurt liegt im Bereich der vaskulären Biologie und der kardialen Regeneration, in Gießen stehen das koronare und pulmonale Gefäßsystem sowie die Lunge als Gesamtorgan im Vordergrund. Eine exzellente regionale

Kooperationsstruktur besteht durch die Einbindung des Zentrums für Arzneimittelforschung, -Entwicklung und -Sicherheit (ZAFES), des Max-Planck-Institutes für Herz- und Lungenforschung in Bad Nauheim und des jüngst gegründeten Hessischen Zentrums für Herz- und Lungenforschung. Die Forschung im Exzellenzcluster ist so konzipiert, dass Erkenntnisse aus Projekten der Grundlagenforschung sowie der krankheitsbezogenen klinischen Forschung die Basis für die Entwicklung neuer therapeutischer Strategien liefern. ♦

Forschungsstark: Wieder in der Spitzengruppe

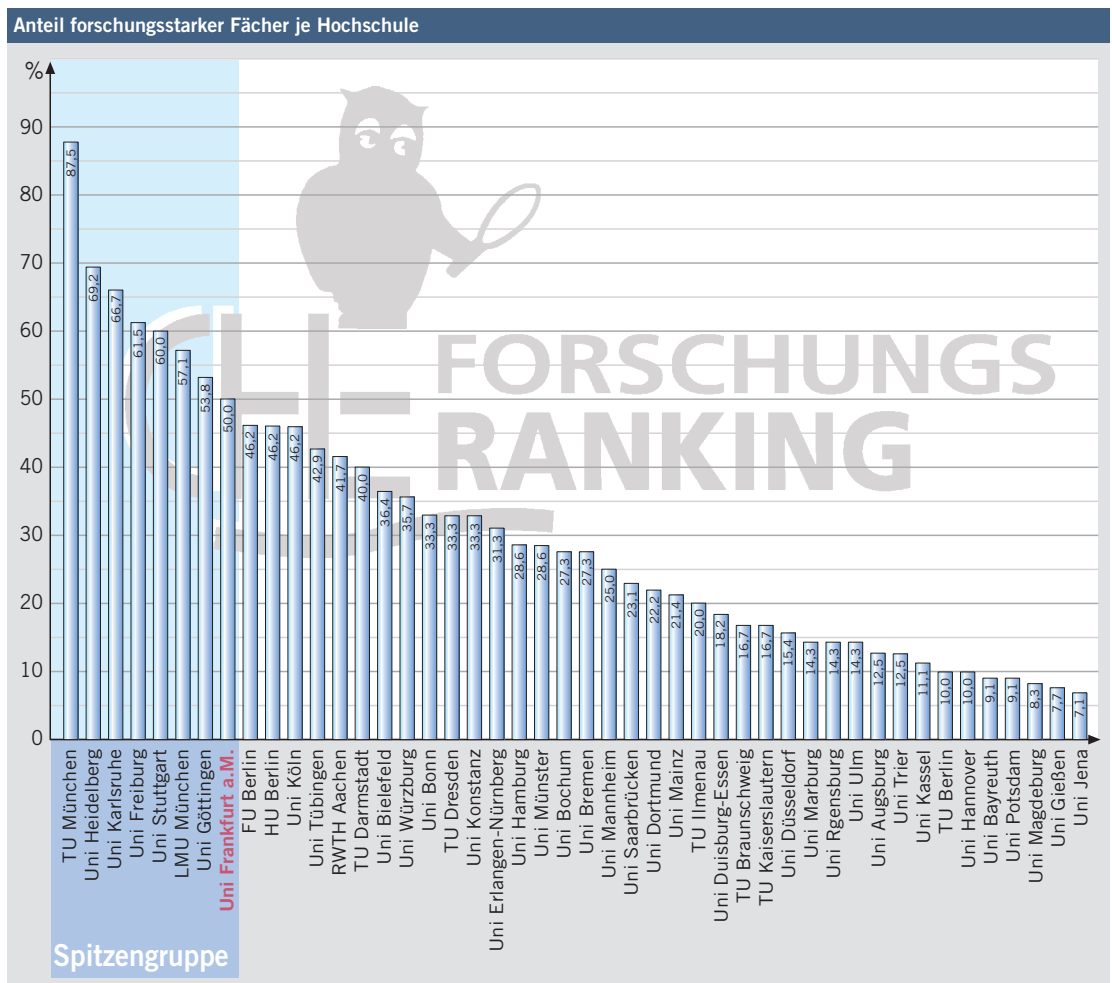
Universität Frankfurt belegt beim CHE-Ranking den achten Platz

In einer Situation des verschärften Leistungswettbewerbs zwischen den Universitäten konnte sich die Johann Wolfgang Goethe-Universität erneut bei anerkannten Forschungsrankings platzieren. Beim Ranking des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE), das fachbezogene Forschungsleistungen anhand von Publikationen, Zitationen, Drittmittelwerbungen und Promotionen bewertet, kam die Universität Frankfurt in die Spitzengruppe der acht forschungstärksten Universitäten. Beim DFG-Ranking, das die Einwerbung von DFG-Fördergeldern der Jahre 2002 bis 2004 berücksichtigt, erreichte die Universität in der Gesamtbewertung Platz 20. Allerdings kam sie bei der Bewertung für die Geisteswissenschaften, die Sozial- und Verhaltenswissenschaften sowie die Biologie in den Spitzenbereich (Rang 10 und besser).

Im aktuellen Forschungsranking des CHE belegt die Universität Frankfurt den achten Platz. Sie ist mit insgesamt 14 von 17 im Ranking bewerteten Fächern aus den Geistes-, Wirtschafts-, Sozial-, Natur- und Ingenieurwissen-

schaften vertreten. Als forschungstark wird eine Universität bewertet, wenn sie in mindestens der Hälfte der untersuchten Fächer hervorragende Leistungen vorweisen kann. In Frankfurt waren das die Fächer Betriebswirtschaftslehre, Erziehungswissenschaften, Geschich-

te, Medizin, Pharmazie, Soziologie/Sozialwissenschaften und Volkswirtschaftslehre. Die Universität zeichnet sich besonders dadurch aus, dass sie in der Spitzengruppe über die meisten forschungstarken geistes- und sozialwissenschaftlichen Fächer verfügt. ♦



Das FIAS und das Pendant: Zwei Frankfurter »Institutes for Advanced Study«

Forschungskolleg Humanwissenschaften kooperiert mit
Werner Reimers Stiftung – FIAS-Neubau auf Campus Riedberg

Mit der Unterzeichnung des Kooperationsvertrags zwischen der Johann Wolfgang Goethe-Universität und der Werner Reimers Stiftung sind im Oktober die wesentlichen Voraussetzungen für das zweite »Institute for Advanced Study« der Universität Frankfurt geschaffen worden: Am For-

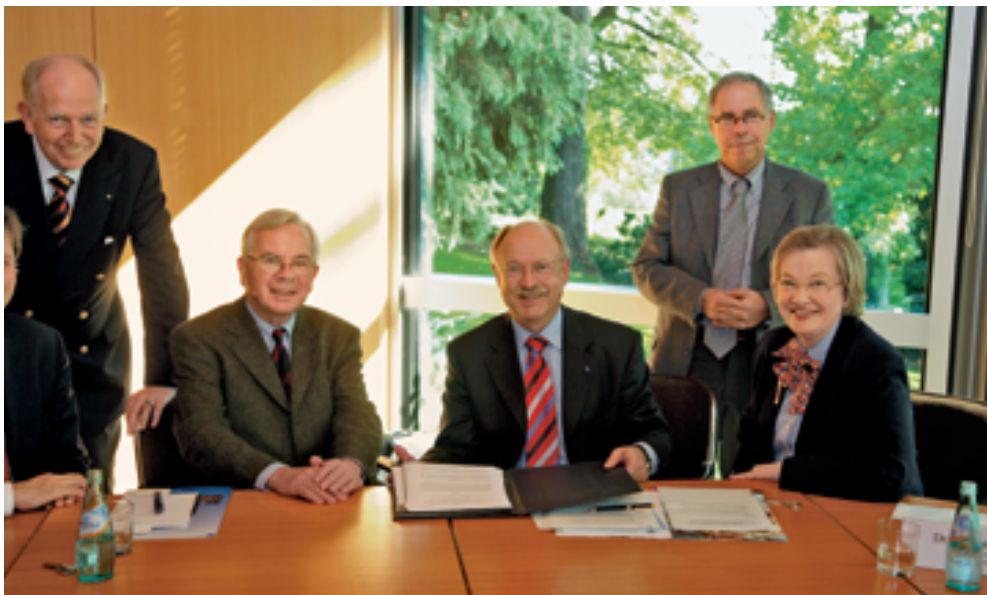
erworben hat«, lobte der Präsident der Universität Frankfurt, Prof. Dr. Rudolf Steinberg, bei der Unterzeichnung.

Innovative Ideen entstehen in den Köpfen, dafür bedarf es entsprechender Freiräume, die der universitäre Alltag oft nicht bietet. Ideale Bedingungen finden die aus-

Frankfurt hat eine herausragende Tradition. Daran wollen wir anknüpfen und die interdisziplinäre Forschung auch auf diesem Gebiet stärken. Um die Öffentlichkeit mit einzubeziehen, werden wir die Ergebnisse jeweils auf einem Kongress vorstellen,« so Simitis, der über vier Jahre als Vorsitzender des Nationalen Ethikrats sowohl im Dialog der Wissenschaftler aus verschiedenen Disziplinen als auch mit der öffentlichen Diskussion über kontroverse Themen im Grenzbe- reich zwischen Wissenschaft und Gesellschaft umfassende Erfahrung gesammelt hat.

Die Werner Reimers Stiftung stellt dem Forschungskolleg der Universität Frankfurt seine Tagungsstätte, bestehend aus der ehemaligen Villa von Werner Reimers, einem Tagungsgebäude und einem Gästehaus, für 15 Jahre unentgeltlich zur Verfügung. »Mit dem Forschungskolleg Humanwissenschaften erfüllt die Reimers Stiftung auf ideale Weise ihren Stiftungszweck, indem sie die Wissenschaften vom Menschen fördert, wie es der Gründer in der Stiftungssatzung festgelegt hat,« betonte der Vorstand der Reimers Stiftung, Prof. Dr. Werner Knopp, als er seine Unterschrift unter den Vertrag setzte, und unterstrich zugleich die lange Tradition der Kooperation mit der Johann Wolfgang Goethe-Universität: »Der renommierte Rechtswissenschaftler Helmut Coing von der Universität Frankfurt war der erste Vorsitzende des Verwaltungsrats der Werner Reimers-Stiftung.« An der Finanzierung des notwendigen Umbaus der Tagungsstätte beteiligen sich neben der Stiftung und der Universität Frankfurt auch das Land Hessen sowie die Stadt Bad Homburg und der Hochtaunuskreis.

Bereits im Dezember 2004 wurde das Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS) als Stiftung bürgerlichen Rechts gegründet, bald wird das Institut ein eigenes Domi-



Vertragsunterzeichnung »Forschungskolleg Humanwissenschaften« in der Reimers Stiftung (von links): Wolfgang Assmann, Mitglied des Verwaltungsrats der Werner Reimers Stiftung, Prof. Dr. Werner Knopp, Vorstand der Werner Reimers Stiftung, Uni-Präsident Prof. Dr. Rudolf Steinberg, Prof. Dr. Spiros Simitis, Wissenschaftlicher Direktor des Forschungskollegs Humanwissenschaften, und die Oberbürgermeisterin der Stadt Bad Homburg, Dr. Ursula Jungherr.

schungskolleg Humanwissenschaften sollen Experten aus aller Welt gemeinsam mit Wissenschaftlern aus der Region zu gesellschaftlich relevanten Fragen forschen. »Die Tagungsstätte der Werner Reimers Stiftung bietet optimale Bedingungen für ein humanwissenschaftliches Exzellenzzentrum unserer Universität. Mit dem Forschungskolleg Humanwissenschaften knüpfen wir an das große Renommee an, das sich die Werner Reimers Stiftung über Jahrzehnte als Stätte geisteswissenschaftlicher Forschung

gewählten Forscherpersönlichkeiten auf dem großen Areal der Werner Reimers Stiftung am Rande des Bad Homburger Kurparks. Dort werden sie zusammen mit Vertretern anderer Disziplinen, Doktoranden und Post-Doktoranden für eine begrenzte Zeit von bis zu zwei Jahren zusammen arbeiten und wohnen, sich vollständig auf ihre gemeinsamen Projekte konzentrieren und damit die geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung der kommenden Jahre prägen. Berufen werden sie vom Vorstand des Kollegs auf Vorschlag des Wissenschaftlichen Beirats. Als Direktor des Kollegs konnte der international anerkannte Frankfurter Rechtswissenschaftler Prof. Dr. Spiros Simitis gewonnen werden. »Die geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung an der Universität

Der Neubau für das Frankfurt Institute for Advanced Studies setzt Zeichen. Das ehrgeizige Ziel: Bis Sommer 2007 soll das FIAS-Gebäude fertiggestellt sein, so dass die Wissenschaftler noch vor Beginn des Wintersemesters 2007/2008 einziehen können; errichtet wird der Neubau von der Stiftung Giersch.

... zu bekommen. Auch im Oktober wurde das Neubauprojekt in Wiesbaden vorgestellt, das FIAS wird zugleich wesentliches Element und Zugpferd für die Positionierung der Science City Frankfurt-Riedberg. So hob Udo Corts, Hessischer Minister für Wissenschaft und Kunst, hervor: »Das Frankfurt Institute for Advanced Studies ist längst ein Markenzeichen für Leistung und Qualität in der Wissenschaft und trägt damit auch wesentlich zur Stärkung der Wissenschaftsregion Rhein-Main bei.« Das FIAS ist eine fachübergreifende Forschungseinrichtung, an der internationale Wissenschaftlerteams komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge analysieren und modellieren. Hat sich die Wissenschaft in der Vergangenheit vornehmlich damit befasst, die Welt in ihre Komponenten zu zerlegen und deren Eigenschaften immer intensiver zu untersuchen, geht es jetzt darum, die vielfach schon detailliert analysierten Einzelbausteine in ihren Wechselwirkungen und ihren Zusammenhängen zu betrachten und besser verstehen zu lernen. Vergleichbare Einrichtungen auf dem Gebiet der Naturwissenschaften gibt es weltweit nur noch in Princeton (USA) und Shanghai (China).

Das Bauvorhaben auf dem Campus Riedberg setzt mit einer neuen Form der Kooperation zwischen öffentlichen und privaten Partnern Zeichen: Der Neubau wird von der Stiftung Giersch auf einem vom Land Hessen unentgeltlich im Rahmen des Erbbaurechts zur Verfügung gestellten Grundstück von etwa 2.200 Quadratmetern Größe in zentraler Lage des Campus errichtet. Der mit 4,6 Millionen Euro veranschlagte Neubau umfasst ein reines Bürogebäude mit Seminarräumen. Einen Akzent setzt die penthouseartige Cafeteria »Sky Lounge« auf dem Dach, die einen traumhaften Blick über die Skyline bieten wird.

Die Stiftung Giersch wird das Gebäude nach Fertigstellung an das FIAS vermieten. Die Verträge zum Erbbaurecht und der Mietvertrag



haben eine Laufzeit von 25 Jahren. Nach Ablauf dieser Zeit ist die Ablösung durch das Land zu einem Rückkaufswert von 1,16 Millionen Euro vorgesehen. Darüber hinaus fördert das Land das FIAS von 2007 an institutionell mit rund 250 000 Euro jährlich. Prof. Dr. Carlo Giersch machte deutlich, dass ihm auch daran gelegen ist, zu beweisen, dass es ein privater Investor im Hochschulbau besser und schneller machen kann als die öffentliche Hand. Senator Giersch hatte sich bereits vor zwei Jahren für das FIAS engagiert,

als er und seine Frau ihr Privathaus in Frankfurt der Universität zur Verfügung stellten; es wird nach erfolgtem Umbau nunmehr als Gästehaus genutzt. Vizepräsident Prof. Dr. Horst Stöcker, zugleich einer der Direktoren des FIAS, wies auf die prominente Lage des neuen Gebäudes hin: Der klar gezeichnete Bau bildet die westliche Begrenzung des künftigen zentralen Platzes auf dem Campus Riedberg. Es wird damit Teil der neuen Mitte des naturwissenschaftlichen Bereichs der Universität. ◆

Frankfurter Herz-Kreislauf-Forscher sind »Nr. 1« in Deutschland

Im Zitationsvergleich kommen elf Wissenschaftler unter die Top 50

Die aktuelle »Rangliste« der meistzitierten deutschen Herz-Kreislauf-Wissenschaftler wird angeführt von Prof. Dr. Andreas M. Zeiher und Prof. Dr. Stefanie Dimmeler aus der Medizinischen Klinik III, Abteilung für Kardiologie, Molekulare Kardiologie, Angiologie und Hämostasiologie des Universitätsklinikums Frankfurt.

Für die Rangliste »meistzitierten Köpfe« ermittelte die Zeitschrift »Laborjournal« aus einer internationalen Datenbank, wie häufig von deutschen Autoren in den Jahren 2000 bis 2003 veröffentlichte Arbeiten in der Folge von wissenschaftlichen Kollegen weltweit zitiert wur-

den. Die Häufigkeit der Zitate spiegelt somit die »Spur« der wissenschaftlichen Bedeutung wider, die eine Veröffentlichung hinterlassen hat. Gleichzeitig gilt die Zitationshäufigkeit als wesentliches Qualitätsmerkmal wissenschaftlicher Arbeit.

Aus den Frankfurter Arbeitsgruppen der Professoren Busse, Dimmeler und Zeiher finden sich elf Wissenschaftler unter den »Top 50« der meistzitierten Autoren, was das »Laborjournal« zu der Schlussfolgerung veranlasst: »Die Uniklinik Frankfurt ist die »Nr. 1« im Kardiologen-Städteranking.«

Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe um Andreas M. Zeiher



Prof. Dr. Andreas M. Zeiher und Prof. Dr. Stefanie Dimmeler führen die Liste der meistzitierten deutschen Herz-Kreislauf-Forscher an.

sind chronische Entzündungen der Gefäßwand bei Arteriosklerose, die durch Akutphasenproteine wie das C-reaktive Protein ausgelöst sind. Untersucht wird, ob Entzündungen, die etwa bei Rheuma auftreten, auch die Gefäße betreffen und bei akuten Koronarsyndromen (lebensbedrohlichen Erkrankungen der Herzkranzgefäße) eine Rolle spielen. Zeiher erforscht das Poten-

zial adulter Stammzellen zur Regeneration von Herzmuskelgewebe und Gefäßneubildung nach einem Herzinfarkt.

Ziel der von Stefanie Dimmeler geleiteten Arbeitsgruppe ist ebenfalls die Erforschung des Potenzials von Stamm- und Vorläuferzellen zur Behandlung von Patienten mit Ischämien (Unterbrechungen der arteriellen Durchblutung). Mit Hilfe von aktivierten Vorläuferzellen, die durch Vorbehandlung mit Substanzen »fit« gemacht werden, soll das Gefäßendothel regeneriert und die Neubildung von Gefäßen angeregt werden, so dass das Gewebe wieder mit Sauerstoff versorgt wird. Dimmeler's Mitarbeiterinnen Dr. Alexandra Aicher (Platz 7), Dr. Carmen Urbich (Platz 12) und Dr. Mariuca Vasa (Platz 50) beschleunigen mit Statinen die Differenzierung dieser Vorläuferzellen und untersuchen die Mechanismen, über die die Zellen ins Gewebe eindringen und eingebaut werden.

Die Frankfurter Gefäßforscher Prof. Dr. Rudi Busse (Platz 14),

Prof. Dr. Ralf Brandes (Platz 35) und Prof. Dr. Ingrid Fleming (Platz 46) aus dem Institut für Kardiovaskuläre Physiologie beschäftigen sich mit Sauerstoffradikalen und Lipidmediatoren, die eine Schädigung der Gefäßwand bewirken können und damit zur Entstehung von Gefäßverengungen, der Ursache für Herzinfarkt, beitragen.

Prof. Busse kommentiert das positive Abschneiden der Wissenschaftler mit der freudigen Feststellung: »Diese Auszeichnung ist der beste Beweis, dass sich Schwerpunktbildung und gezielte Förderung wissenschaftlicher Exzellenz durch den Fachbereich Medizin der Universität Frankfurt auszahlen. In Zeiten kompetitiver Mittelverteilung für die Forschung in Deutschland ist die herausragende Stellung des Uniklinikums Frankfurt ein nicht hoch genug einzuschätzendes Gütesiegel.« Bestätigt wird diese Einschätzung durch die Bewilligung des Exzellenzclusters »Cardio-Pulmonary System«, dessen Sprecher Busse ist. ◆

»Wissenschaft – vorgetragen in einer disziplinierten und eleganten Sprache«

Ausgezeichnet: International renommierte Preise für Rechtswissenschaftler Gunther Teubner und Historiker Johannes Fried

Den Sigmund-Freud-Preis für wissenschaftliche Prosa überreichte der Präsident der Deutschen Akademie für Sprache und Dichtung Prof. Dr. Klaus Reichert (rechts) an seinen Frankfurter Kollegen, den Historiker Prof. Dr. Johannes Fried.



Zwei Geisteswissenschaftler der Universität Frankfurt wurden im Herbst mit international angesehenen Wissenschaftspreisen ausge-

zeichnet: Der Rechtswissenschaftler Prof. Dr. Dr. h.c. Gunther Teubner erhielt am 30. September in Anacapri, Italien, den Preis »Premio Capri

di San Michele«, der jährlich für herausragende Beiträge verliehen wird, die sich mit den Grundwerten der Gesellschaft beschäftigen. Der Historiker Prof. Dr. Johannes Fried erhielt am 21. Oktober in Darmstadt den von der Deutschen Akademie für Sprache und Dichtung ausgelobten Sigmund-Freud-Preis für wissenschaftliche Prosa.

Der Preis »Premio Capri di San Michele« wurde Teubner, Professor für Privatrecht und Rechtssoziologie in Frankfurt und Centennial Professor an der London School of Economics, vom ehemaligen Präsidenten des italienischen Verfassungsgerichts, Francesco Paolo Casavola, überreicht. Frühere Preisträger waren unter anderen der Theologe und heutige Papst Joseph Ratzinger, der französische Europapolitiker Jacques Delors, der niederländische Philosoph Peter Koslowski, der ita-

lienische Historiker Paolo Prodi und der polnische Soziologe Zygmunt Bauman. Ausgezeichnet wurde Teubner für seine Arbeiten zu den globalen Zivilverfassungen, insbesondere für sein Buch »La Cultura del diritto nell'epoca della globalizzazione. L'emergere delle costituzionali civili«, erschienen bei Armando in Rom.

In seinem Buch analysiert der Rechtswissenschaftler das neuartige Phänomen eines »gesellschaftlichen Konstitutionalismus« als eine politische Gegenreaktion zu den Gefährdungen, welche die heutigen drei großen Trends – Globalisierung, Privatisierung und Digitalisierung – , hervorgebracht haben. Seine These ist: Jenseits der Verfassungen der Nationalstaaten entwickelt die Weltgesellschaft gegen diese Gefährdungen eigenständige Verfassungselemente. Diese werden jedoch nicht exklusiv von den Institutionen der internationalen Politik hervorgebracht, sondern sie entstehen – in relativer Distanz von der Politik – durch die Konstitutionalisierung einer Vielheit von autonomen weltgesellschaftlichen Teilsystemen. In seiner Rede während der Preisverleihung würdigte der italienische Ministerpräsident Romano Prodi die Vorschläge Teubners zur Entwicklung eines gesellschaftlichen Konstitutionalismus als eine der wichtigsten politischen Aufgaben des 21. Jahrhunderts.

Die Deutsche Akademie für Sprache und Dichtung ehrte den Frankfurter Historiker Johannes

Fried für »dessen eindringliche Untersuchungen über die Unzuverlässigkeit des Gedächtnisses und die Fragwürdigkeit von Quellen, die unsere Vorstellungen vom Mittelalter grundlegend verändert haben, vorgetragen in einer Sprache, die frei ist vom Wissenschaftsjargon und deren Originalität, Bilderreichtum und Eleganz ihn als großen Erzähler ausweist.« Daran knüpfte der Historiker Prof. Dr. Horst Fuhrmann in seiner Laudatio an und bezeichnete ihn »als einen der originellsten Historiker deutscher Zunge, der vielfach außerhalb der ausgetretenen Heerstraße sich bewegt, der nachgeplapperte, aber falsche Selbstverständlichkeiten kritisch auflöst, der uns auf geradezu revolutionären Wegen zu neuen Sichtweisen und Wahrnehmungen führt, alles vorgetragen in einer disziplinierten und eleganten Sprache, die zur Eingängigkeit seiner Darlegungen entscheidend beiträgt.« Wie der Transfer von Gedanken mit dem Mittel der Sprache funktioniert, erörterte Fried in seiner Dankrede: »Sprachlos wissen wir nicht, was wir tun«, und setzte fort: »Jedes Geschehen bedarf der sprachlichen Einkleidung, um erforscht zu werden.« Der Experte für mittelalterliche Geschichte merkte auch kritisch die Vermittlungsprobleme der Forschung an: »Forschung leidet unter sprachlicher Tristesse, die tatsächlich Sprachlosigkeit bedeutet, eigentümliche Erkenntnisgrenzen setzt und ihrer öffentlichen Wahrnehmbarkeit im Wege steht.«



Frieds Forschungsschwerpunkte sind das Früh- und Hochmittelalter sowie die Geschichte von Bildung und Wissen mit Erinnern und Vergessen im Mittelalter. Die Geschichtswissenschaft habe schriftlichen Zeugnissen allzu oft vertraut, so Fried, ohne die Erinnerungsfähigkeit der Zeugen zu überprüfen. Nicht zuletzt deshalb sucht Fried den Kontakt zu den Kognitionswissenschaftlern und befasst sich in seiner jüngsten größeren Veröffentlichung »Der Schleier der Erinnerung. Grundzüge einer historischen Memorik« mit der Memorik als Herausforderung für die Geschichtswissenschaft. [vgl. auch Forschung Frankfurt 4/2005 Sonderheft »Geist und Gehirn«, Johannes Fried, »Ich habe es doch selbst erlebt...« – Die Geschichtswissenschaft und die Tücke des Gedächtnisses].

Mit dem Preis »Premio Capri di San Michele« wurde Prof. Dr. Günther Teubner für seine Arbeiten zu den globalen Zivilverfassungen ausgezeichnet.

UBS Deutschland AG finanziert gleich zwei Stiftungsprofessuren

Weiterer Wachstumsschub für den Fachbereich Wirtschaftswissenschaften und die Goethe Business School

Mit zwei neuen Stiftungsprofessuren für Finance und Management, vergeben von der UBS Deutschland AG, werden Kapazität und Kompetenz an der Goethe Business School und im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften weiter ausgebaut. Ende September unterzeichneten Stefan Winter, Mitglied des Vorstands der UBS Deutschland AG, Universitätspräsident Prof. Dr.

Rudolf Steinberg, Prof. Dr. Mark Wahrenburg und Prof. Dr. Wolfgang König als Dekane der Goethe Business School und des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften den Stiftungsvertrag. Mehr als 80 Experten aus Wirtschaft, Politik und Hochschule wohnten dem Festakt auf dem Campus Westend bei. Mit den Stiftungsprofessuren in den Bereichen Finance und Manage-

ment unterstreicht die UBS Deutschland AG ihr langfristiges Engagement in Aus- und Weiterbildung am Finanzplatz Frankfurt. Inzwischen gibt es an der Universität Frankfurt mehr als 30 Stiftungsprofessuren, damit liegt Frankfurt im bundesdeutschen Vergleich ganz vorn. Allein im »House of Finance«, das zurzeit auf dem Campus Westend gebaut wird, werden von



Unterschieden – der Vertrag zwischen der UBS Deutschland AG und der Universität Frankfurt, die Unterzeichner (von links): Prof. Dr. Mark Wahrenburg, Dekan Goethe Business School, Universitätspräsident Prof. Dr. Rudolf Steinberg, Stefan Winter, Mitglied des Vorstands UBS Deutschland, Prof. Dr. Wolfgang König, Dekan des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften.

den 22 Hochschullehrern acht Stiftungsprofessoren sein.

Der Hessische Finanzminister Karlheinz Weimar betonte in seinem Grußwort die Bedeutung der Stiftungsprofessuren für den Ausbau des Campus Westend und die Intensivierung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Finanzindustrie am Finanzplatz Frankfurt. Universitätspräsident Steinberg hob besonders die langfristige Förderung über einen Zeitraum von zehn Jahren hervor. Damit biete sich die Chance, internationale Spitzenforscher für Frankfurt zu gewinnen und die Angebote der Goethe Business School auszubauen. Die UBS Deutschland AG begrüßt das Bestreben der Universität, mit dem House of Finance einen Ort für erstklassige Forschung, Weiterbildung und den Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis zu schaffen: »Als wachstumsorientiertes Finanzdienstleistungsunternehmen legen wir größten Wert auf die qualifizierte Aus- und Weiterbildung unserer heutigen und auch zukünftigen Mitarbeiter. Wir möchten mit der Vergabe der Stiftungsprofessuren zu dem aus unserer Sicht wichtigen Dialog zwischen Wirtschaft und Wissenschaft am Standort Frankfurt beitragen«, erklärte Stefan Winter, Mitglied des Vorstands der UBS Deutschland AG.

Beide Professuren werden Forschung, Praxis und Weiterbildung in ihrer Tätigkeit synergetisch miteinander vernetzen. Sie sollen ihre Lehraufgaben vornehmlich an der Goethe Business School wahrnehmen, einer Stiftung der Universität Frankfurt, die hochwertige Weiterbildungsprogramme anbietet und eng mit dem Fachbereich Wirtschaftswissenschaften verbunden

ist. Mit dem »Duke Goethe Executive MBA« bietet die Goethe Business School in Kooperation mit der Duke University ein berufsbegleitendes und international orientiertes Programm für ambitionierte Nachwuchsführungskräfte an. Zu den Aktivitäten gehören auch ein Master of Finance and Accounting sowie verschiedene Kurzprogramme.

Die Stiftungsprofessoren werden mit ihrer Forschung den Schwerpunkt »Management und angewandte Mikroökonomie« am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften verstärken. UBS sichert als Partner nicht nur die Finanzierung, sondern auch eine enge Verzahnung von Forschung und Lehre mit den aktuellen Entwicklungen der Wirtschaftspraxis. Der Präsident der IHK Frankfurt, Dr. Joachim von Harbou, erklärte in seiner Festrede: »Für die deutsche Wirtschaft wird die gezielte Aus- und Weiterbildung von Führungskräften immer wichtiger. Die hervorragenden Arbeitsbedingungen für Wissenschaftler am Campus Westend schaffen die Grundlage für eine nachhaltige Stärkung dieses lange vernachlässigten Bereichs. Mit der Gründung der Goethe Business School hat die Universität Frankfurt zur rechten Zeit auf die Herausforderungen des internationalen Bildungsmarktes reagiert. Davon wird nicht nur die Universität profitieren, sondern die gesamte Rhein-Main-Region.«

Vielfältige Aktivitäten der Neuroszene gebündelt

Gründung des Interdisziplinären Zentrums für Neurowissenschaften ICN

Das kürzlich von Frankfurter Neurowissenschaftlern gegründete Interdisziplinäre Zentrum für Neurowissenschaften (Interdisciplinary Center for Neuroscience, ICN) wurde am 10. und 11. November mit einem Symposium feierlich eröffnet. Den Hauptvortrag hielt Nobelpreisträger Prof. Dr. Bert Sakmann aus Heidelberg. Unter dem Titel »Grey Matter(s)« erläuterte Prof. Sakmann die zellulären und molekularen Mechanismen, die den höheren Gehirnfunktionen in der

grauen Substanz zugrunde liegen. Auf dem Symposium stellte eine Reihe international herausragender Gastsprecher die Bandbreite der aktuellen neurowissenschaftlichen Forschung vor, von der molekularen Neurobiologie bis zur Kognitionsforschung.

Frankfurt ist einer der am besten ausgewiesenen Standorte für Neurowissenschaften in Deutschland. Die Stadt, in der Ludwig Edinger 1902 das erste Hirnforschungszentrum Deutschlands gründete, hat

heute eine außerordentlich aktive und vielfältige Neuroszene. Das breite Spektrum sowohl neurowissenschaftlicher Grundlagenforschung als auch klinischer Forschung wird jetzt am ICN gebündelt. Beteiligt sind vier Fachbereiche der Universität (Psychologie und Sportwissenschaften; Biochemie, Chemie und Pharmazie; Biowissenschaften sowie Medizin), alle drei Abteilungen des Max-Planck-Instituts für Hirnforschung sowie das Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS).

»Unsere Vision ist es, zu verstehen, wie sich das komplexe Nervensystem aus einfachen Strukturen herausbilden kann, wie Nervenzellen Verbindungen aufbauen und diese im Rahmen von Lernvorgängen modifizieren können, wie komplexe Hirnfunktionen im reifen Hirn gesteuert werden und wie schließlich Krankheitsprozesse in das Gefüge des Nervensystems eingreifen und seine Funktion stören können«, skizziert Direktor Prof. Herbert Zimmermann das umfangreiche Forschungsprogramm. Das ICN will den gezielten Austausch zwischen den einzelnen Forschungsbereichen fördern, die Fokussierung auf gemeinsame Forschungsziele vorantreiben und eine engere Verknüpfung von Grundlagenforschung und Klinik erreichen.

Ziel ist es, den Weg vom Labor über das Krankenbett bis hin zu neuen Therapieansätzen und Medikamenten zu verkürzen. Bei der Regenerationsforschung geht es beispielsweise darum, Patienten mit irreparablen Schädigungen des zentralen Nervensystems zu helfen. Diese treten etwa nach einem schweren Schlaganfall auf, nach einem Unfall mit Gehirnverletzung oder im Verlauf von Gehirnkrankheiten wie der Alzheimerschen Krankheit. Am ICN untersuchen Grundlagenforscher die Ursachen des Nervenzellenverlusts auf der molekularen Ebene. Andere beschäftigen sich mit den natürlichen Heilungsprozessen, mit denen das Gehirn auf eine Schädigung des Nervensystems reagiert, und versuchen diese zu stärken. Eng damit verbunden ist die Analyse von Stammzellen im Gehirn Erwachsener, aus denen neue Nervenzellen entstehen können. Das Brain Imaging Center schlägt mit seinen bildgebenden Verfahren die Brücke zum

Klinikum, indem es krankhafte Veränderungen des Gehirns sichtbar macht.

Weitere Forschungsgebiete des ICN sind die Kommunikation zwischen Nervenzellen, die Steuerung der »inneren Uhr« (zirkadianer Rhythmus), die Therapie von Durchblutungsstörungen im Gehirn, die Schmerzbehandlung, die Entstehung neurodegenerativer Krankheiten wie Alzheimer oder Parkinson sowie Lern- und Wahrnehmungsprozesse in komplexen neuronalen Netzwerken.

Allerdings versteht sich das ICN nicht nur als Plattform zur Generierung von Wissen. Wissen und Fachkompetenz werden an junge Wissenschaftler weitergegeben, und neue interdisziplinäre Masterstudiengänge werden die wissenschaftliche Ausbildung auf diesem Feld befördern. Darüber ist die Etablierung einer öffentlichen Vorlesungsreihe vorgesehen, um mit der allgemeinen Öffentlichkeit ins Gespräch zu kommen. Diese Zielsetzungen haben auch die Entscheider auf Landesebene überzeugt. Im Rahmen der Zielvereinbarungen mit dem Land Hessen erhält die Universität zur Förderung des ICN 200 000 Euro als Anschlagfinanzierung. ♦



Medianer Sagittalschnitt des Gehirns in drei verschiedenen Arbeitszusammenhängen des Interdisziplinären Zentrums für Neurowissenschaften: Abbildung oben aus der Forschung, in der Mitte aus der Klinik und unten aus der Lehre.

Reisen mit dem ePass: Sicherer für die Passkontrolle – unsicherer für die Bürger

Europäische Experten warnen vor gravierenden Sicherheitsmängeln der neuen Dokumente

Die europäischen Staaten dürfen ihre Bürger nicht mit den erheblichen Sicherheitsmängeln der neuen elektronischen Ausweise allein lassen, es bedarf dringend der Umsetzung eines funktionsfähigen Sicherheitskonzeptes«, fordert Prof. Dr. Kai Rannenberg, Professor an der Universität Frankfurt und Experte für »M-Commerce und Mehrseitige Sicherheit«. Gemeinsam mit zehn europäischen Forschern des von der Universität Frankfurt koordinierten, multidisziplinären Forschungsnetzwerks FIDIS (»Future of Identity in the Information Society«) wurde die »Budapester Er-

klärung« Anfang November veröffentlicht. Darin weisen die Wissenschaftler auf die Schwächen in der Sicherheitsarchitektur für maschinenlesbare Reisedokumente hin und empfehlen korrigierende Maßnahmen. »Selbst wenn damit eine Neuentwicklung des ePasses verbunden ist, muss bald gehandelt werden«, so der Frankfurter Wirtschaftsinformatiker Denis Royer. »Denn je später die Regierungen Europas reagieren, desto schwieriger und teurer werden auch die Folgen sein.«

Im November 2005 hat Deutschland als einer der ersten Mitglieds-



Ab März 2007 soll auch der deutsche Pass neben dem Passfoto die Fingerabdrücke speichern.

staaten neue elektronische Reisepässe nach Vorgaben der Europäischen Union eingeführt. Im so genannten ePass sind biometrische Daten in einem Chip gespeichert, der kontaktlos per Funk auslesen werden kann. Bereits seit 2004 gab es kritische Stimmen zum Technikkonzept des ePasses. Aktuelle, gravierende Angriffe wie das Abhören der Kommunikation zwischen Lesegerät und Pass, das Brechen des aktuellen Zugriffsschutzes und das Kopieren des kontaktlosen Chips im Pass zeigen, dass die gegenwärtigen Technologien und Standards des europäischen Reisepasses als ungeeignet und unzureichend einzustufen sind.

Chip auf ePass ist kontaktlos per Funk lesbar

»Die Situation ist besonders kritisch, weil im Laufe der Zeit immer mehr und schließlich alle Bürger bei Reisen diese neuen Pässe nutzen müssen. Damit reduziert sich die Sicherheit der Bürger und der Schutz ihrer Privatsphäre dramatisch«, kritisiert der Jurist Dr. Thilo Weichert vom Unabhängigen Landeszentrum für Datenschutz (ULD) in Kiel, das ebenfalls aktiv im FIDIS-Projekt ist. »Während die neuen Dokumente weiterhin anfällig für traditionelle Missbrauchsszenarien sind, bergen sie wegen der zusätzlich enthaltenen Daten und der Möglichkeit, diese ohne Wissen des Nutzers auszulesen, weitere Risiken.«

Im Gegensatz zu traditionellen Ausweisdokumenten sind die Da-

ten des ePasses und der entsprechenden europäischen Pendant kontaktlos per Kurzstreckenfunk auslesbar. Zwar arbeiten die hierfür benötigten Lesegeräte normalerweise in einem Bereich von

10 bis 15 Zentimetern.

»Jedoch ist es durchaus möglich, einen ePass ohne das Wissen seines Besitzers auch aus größerer Entfernung auszulesen oder die

Kommunikation zwischen einem Lesegerät und einem ePass aus einer Entfernung von bis zu fünf Metern abzuhören,« erläutert Dr. Martin Meints, Mitarbeiter im Unabhängigen Landeszentrum für Datenschutz. Eigentlich sollte der Auslesevorgang zusätzlich durch Zugriffssteuerungsmechanismen (so genannten Access Controls) wirksam kontrolliert und beschränkt werden, doch die international genormte Basisvariante leistet dies nur mangelhaft, wie inzwischen gezeigt werden konnte.

Im ePass sind biometrische Daten in einem Chip gespeichert: Zunächst das digitale Passfoto, ab März 2007 sollen zusätzlich die Fingerabdrücke digital erfasst werden. Diese Daten bieten ein weites Spektrum an Analysemöglichkeiten, deren Missbrauch durch die Schwächen der Zugriffskontrolle wesentlich erleichtert wird. Weichert benennt eine der größten Schwächen des ePasses: »Die einfachste Stufe der Zugriffskontrolle auf seinem Chip kann überwunden werden, wenn man bestimmte Daten der so genannten »Machine Readable Zone« des Passes – dazu gehören Passnummer, Geburtsdatum und Ablaufdatum des Passes – kennt.« Diese Daten sind jedem Betrachter des Passes zugänglich; auch jeder Kopie, die beispielsweise in einem Hotel hergestellt wird, können sie entnommen werden.

»Mithören« und damit Missbrauch leicht möglich

Dadurch, dass die Daten auf dem Chip des Passes aus mehreren Metern Entfernung »mitgehört« wer-

den können, eröffnet sich die Möglichkeit, nicht nur das auf dem Pass gespeicherte qualitativ hochwertige Bild zu kopieren, sondern auch den Pass einer bestimmten Person wieder zu erkennen, ohne dass diese Person das bemerkt. Angreifer können so beim Erscheinen einer bestimmten Person etwa an einem Durchgang oder einer Tür spezielle Aktionen auslösen, von Alarmen bis hin zum Schreckensszenario einer ereignisgesteuerten Bombe. »Zwar muss bei Nutzung der fortgeschrittenen Zugriffskontrolle das Lesegerät seine Autorisierung nachweisen, aber ein ePass stellt sich auf die Fähigkeiten des jeweiligen Lesegerätes – kein Land außerhalb Europas unterstützt derzeit die fortgeschrittene Zugangskontrolle – ein und so gegebenenfalls auch auf die einfache, unzureichende Zugriffskontrolle«, ergänzen die Kieler Experten.

Budapester Erklärung: Bessere Sicherheitsarchitektur gefordert

In der »Budapester Erklärung« wurden verschiedene Empfehlungen ausgesprochen, den Mängeln des ePasses entgegenzuwirken. Doch wie lange die Umsetzung dauern wird, dazu können die Wissenschaftler keine Prognose abgeben, denn für die Entwicklung einer besseren Sicherheitsarchitektur sind die nationalen Regierungen in internationaler Abstimmung mit der International Civil Aviation Organization (ICAO), einer Sonderorganisation der Vereinten Nationen für den zivilen Luftverkehr, zuständig. Dazu Rannenberg: »Generell sollten derartige Technologien so gestaltet sein, dass sie gegen die bestehenden Gefahrenpotenziale robust sind und dementsprechend mehrseitig sicher umgesetzt werden.« Und wie sollen sich die Bürger, die bereits einen ePass haben, in der Zwischenzeit verhalten? Dazu Weichert: »Sie sollten die neuen Pässe nicht ungeschützt – zum Beispiel ohne Metallhülle – tragen und nicht aus der Hand geben, wenn dies nicht ausdrücklich gesetzlich gefordert ist.«

Weitere Informationen:
www.fidis.net;

Budapester Erklärung unter:
www.fidis.net/press-events/press-releases/

Die Universität Frankfurt auf dem Weg zur Spitze:

„Ich bin ein Sherpa für die Uni.
Werden Sie es auch!“

„Ich engagiere mich für unsere Universität, um Frankfurt als Wissenschaftsstadt zu fördern und die Entfaltung-Chancen junger Menschen in der Stadt, der Region und darüber hinaus zu verbessern.“

Petra Roth
Oberbürgermeisterin von Frankfurt am Main
Mitglied des Vorstandes der Freunde der Universität

Die Johann Wolfgang Goethe-Universität hat sich auf den Weg zur Spitze gemacht. Als eine der größten Universitäten ist sie auf dem Weg, im internationalen Wettbewerb eine führende Rolle zu spielen. Interdisziplinäre Forschungsverbände wie das Center for Membrane Proteomics in den Biowissenschaften, das House of Finance in den Bereichen Recht, Finanzen, Geld und Währung oder das Frankfurt Institute for Advanced Studies zur Grundlagenforschung in theoretischen Naturwissenschaften stehen für ein hohes Niveau in Forschung und Lehre.

Die Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität sucht Gleichgesinnte, die die Universität auf dem Weg zur Spitze begleiten, ideell und finanziell. Werden Sie Mitglied der Freunde, werden Sie ein Sherpa beim Aufstieg zur Spitze, werden Sie Teil des Erfolgs der Universität!

Um mehr über die Freunde der Universität zu erfahren, rufen Sie bitte Frau Lucia Lentes (0 69) 798-2 82 85 oder Frau Petra Dinges (0 69) 910-4 78 01 an.
E-Mail: Freunde@vff.uni-frankfurt.de
www.vff.uni-frankfurt.de

Auf der Suche nach
einer experimentellen
Bestätigung
der Stringtheorie

Schwarze Löcher im Labor?

von Marcus Bleicher und Horst Stöcker

Schwarze Löcher – das sind im Allgemeinen alles verschlingende, gigantisch schwere astronomische Objekte mit bis zu einigen Milliarden Sonnenmassen. Am Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS) und am Institut für Theoretische Physik sind in den vergangenen fünf Jahren eine ganz neue Art von Schwarzen Löchern theoretisch vorhergesagt worden, die genau das Gegenteil der astronomisch gemessenen Giganten darstellen, nämlich winzig kleine Schwarze Löcher, so genannte »mini black holes«. Auftreten könnten sie, wenn im kommenden Jahr der neue Teilchenbeschleuniger am CERN in Genf in Betrieb genommen wird.

In der Stringtheorie, die neben Raum und Zeit bis zu sieben weitere Dimensionen einführt, werden punktförmige Teilchen zu sehr kleinen Schleifen.

Es war Karl Schwarzschild, einem in Frankfurt geborenen Astrophysiker, dem es vor 90 Jahren erstmals gelang, eine Lösung der allgemeinen Relativitätstheorie Albert Einsteins zu berechnen¹⁾. Damit bereitete er das Fundament für das Studium der wohl faszinierendsten und mysteriösesten Objekte im Universum, der Schwarzen Löcher. Zu finden sind sie hauptsächlich im Zentrum von Galaxien: Das zentrale Schwarze Loch unserer Milchstraße, im Sternbild Schütze (Sagittarius) gelegen, ist zirka drei Millionen Sonnenmassen schwer und schleudert aufgrund seiner gigantischen Gravitationskraft ganze Sonnensysteme mit ungeheurer Wucht und enormen Geschwindigkeiten auf stark elliptischen Bahnen um sich herum. Entstanden ist dieses Schwarze Loch wahrscheinlich schon kurz nach dem Urknall aus einer kleinen Fluktuation der Energiedichte.

In der Astrophysik ist die Existenz der Schwarzen Löcher inzwischen gut etabliert – von den Arbeiten Schwarzschilds bis zu den Berechnungen Stephen Hawking sind die theoretischen Vorhersagen heute zu einem großen Teil bestätigt. Neueren Datums ist die

Vorhersage der »mini black holes« durch unsere beiden Frankfurter Arbeitsgruppen am FIAS und am Institut für Theoretische Physik mit Hilfe der 5.5 TFLOP Großrechner am Center for Scientific Computing (CSC). Die neuen Ansätze zur Erforschung Schwarzer Löcher ergeben sich aus theoretischen Modellen, die in den letzten Jahren von Hochenergiephysikern vorgeschlagen worden sind.

Extra-Dimensionen und extrem starke Gravitation

Die »supersymmetrische Stringtheorie« zeichnet ein Weltbild, in dem neben den uns bekannten drei Raumdimensionen Länge, Breite, Höhe und der Zeit (oft auch als die vierte Dimension bezeichnet) bis zu sieben weitere, bisher unbeobachtete zusätzliche Raumdimensionen vorhergesagt sind. Die bisher als punktförmig angenommenen Elementarteilchen werden in den Extra-Dimensionen als (sehr kleine) Schleifen beschrieben **1**. Insgesamt hat die supersymmetrische Raumzeit also bis

zu elf Dimensionen. Passt man die theoretischen Modelle an experimentelle Daten an, findet man in manchen Modellen in der Tat vergleichsweise große Extra-Dimensionen mit Längen bis zu einem Mikrometer – daher der englische Name »large extra dimensions«, abgekürzt »LXD«^[2].

Was diese Modelle mit großen Extra-Dimensionen besonders interessant macht, ist, dass die Stärke der Gravitationskraft bei kleinen Abständen im Vergleich zum bekannten Newtonschen Gesetz viel stärker ist, und zwar um den ungeheuer großen Faktor von 10^{32} (eine Zahl mit 32 Nullen!). Mit dieser Verstärkung nimmt auch die Wahrscheinlichkeit, Schwarze Löcher zu erzeugen, dramatisch zu. Das bedeutet: Theoretisch können Schwarze Löcher nicht nur im Weltraum entstehen, sondern auch dort, wo Materiebausteine mit großer Wucht aufeinander treffen – beispielsweise in Teilchenbeschleunigern mit extrem hoher Energie. **1**

Kürzlich wurde nun erstmals vorgeschlagen, diese mikroskopisch kleinen Schwarzen Löcher im Labor zu produzieren, nämlich im neuen Großbeschleuniger, dem Large Hadron Collider (LHC), am Europäischen Großforschungszentrum für Kern- und Teilchenphysik,

Abstand (etwa einem tausendstel Protonendurchmesser), mikroskopische Schwarze Löcher bilden. **2** Zugeben: Die Wahrscheinlichkeit für diesen Prozess ist eine Million Mal kleiner als für die üblichen Prozesse, die sich bei solchen Zusammenstößen ereignen. Dennoch würden nach aktuellen Berechnungen einige Dutzend »mini black holes« pro Sekunde im LHC produziert. Das wären bis zu einigen hundert Millionen »mini black holes« pro Jahr^[3]. Mit genügend hohen Beschleunigerenergien könnte man also große Mengen mikroskopischer Schwarzer Löcher mit Gewichten von einigen Goldatomen erzeugen.

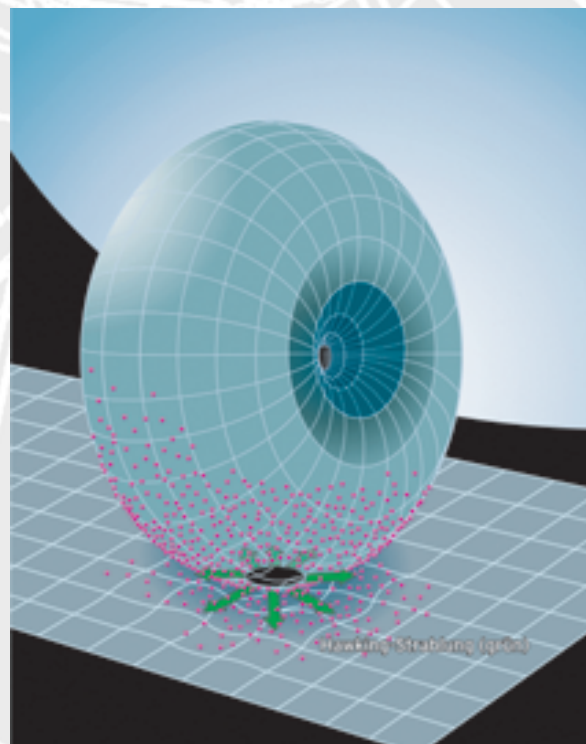
Die Quanten- und Relativitätstheorie versöhnen

Diese sehr leichten Schwarzen Löcher würden theoretisch erlauben, ein Problem zu untersuchen, das den Physikern bis heute Rätsel aufgibt: die Quanten-Physik der Gravitation. Bisher ist es nämlich nicht gelungen, die beiden erfolgreichsten Theorien des 20. Jahrhunderts – die Quantentheorie und die Relativitätstheorie – in Einklang zu bringen. Für gewöhnlich ist das nicht stö-



1 Teilchen sind in der Stringtheorie kleine Fäden. Offene (grün) enden immer in unserem Raum. Gravitonen (rosa) sind geschlossene Schleifen und können ihn daher verlassen.

2 Kollabierende Sterne sind möglicherweise nicht die einzigen Prozesse, die Löcher in die Raumzeit reißen, aus denen nicht einmal Licht entkommt. Wenn es nicht zu klein aufgewickelte Extradimensionen gibt, entstünden dergleichen auch bei hochenergetischen Teilchenkollisionen. Die Löcher wären allerdings winzig. Unten ist ein solches Mini-Loch (schwarze Scheibe) im Größenvergleich zu einem Wasserstoffkern (blaue Scheibe im Hintergrund) gezeigt. Die aufgewickelten Extradimensionen (Torusfläche) sind dagegen nicht maßstäblich gezeichnet – sie wären 1000 bis 10 Millionen mal größer als das Loch.

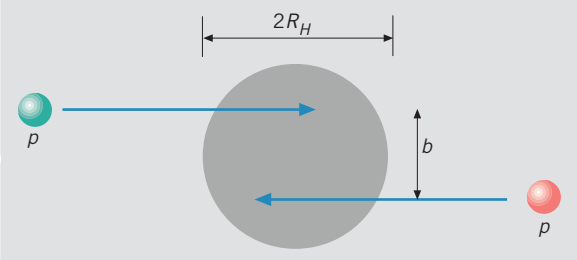


CERN, in Genf. Unter anderem sind auch die Frankfurter Physiker des Instituts für Kernphysik Frankfurt (IKF), Prof. Dr. Harald Appelshäuser und Prof. Dr. Christoph Blume, sowie das Stern-Gerlach-Zentrum an diesen Experimenten beteiligt.

Schwarze Löcher im Labor

Wie kann man sich nun die Erzeugung solcher »mini black holes« am CERN vorstellen? Zwei Protonen (Wasserstoffkerne), die im Beschleuniger in entgegengesetzter Richtung aufeinander zu rasen, werden mit einer solch hohen Energie zur Kollision gebracht, dass die zwei Elementarteilchen beziehungsweise ihre Konstituenten (die Quarks und Gluonen) bei genügend kleinem

Entstehung eines Mini Schwarzen Lochs



3 Zwei Quarks beziehungsweise Gluonen aus den Protonen kollidieren miteinander. Ist ihr Abstand kleiner als der zugehörige Schwarzschild-Radius (als Kreis angedeutet), so bilden die beiden Teilchen ein »mini black hole«.

umso größer ist, je kleiner das Schwarze Loch ist. 4 Für »mini black holes« läuft nach der Hawking-Formel der Zerstrahlungsprozess also ungeheuer rasch ab.

Unsere Arbeitsgruppen haben aber gezeigt, dass die Hawkingschen Rechnungen nur für extrem große Schwarze Löcher anwendbar sind. Wird das Schwarze Loch durch die Strahlung immer leichter, fällt seine Masse also unter 1000 Protonenmassen, kann es aufhören zu strahlen. Zurück bleibt dann ein stabiles Relikt (englisch »relic«)^{5/}. Diese »relics« sind möglicherweise eine neue, stabile Klasse von Elementarteilchen, die im Zwischenbereich von Gravitation und Quantenphysik anzusiedeln sind. Durch den Proton-Proton-Stoß sind die »relics« mit zirka 70 Prozent Wahrscheinlichkeit elektrisch geladen^{6/}. Wegen ihrer großen Masse werden die »relics« im Magnetfeld nur wenig abgelenkt und sind daher im Experiment leicht unter den anderen in der Kollision produzierten Teilchen zu identifizieren.

rend, denn quantentheoretische Effekte machen sich vor allem im Mikrokosmos bemerkbar, während die allgemeine Relativitätstheorie bei der Beschreibung großer Massen, also Sternen, Planetensystemen oder ganzen Galaxien, relevant ist. Zur Beschreibung physikalischer Extremfälle wie Schwarzen Löchern, in denen sich große Massen auf engstem Raum zusammendrängen, braucht man jedoch eine Synthese beider Theorien.

Die Produktion mikroskopischer Schwarzer Löcher würde es erlauben, die Quanten-Gravitation auf kleinsten Skalen zu untersuchen – und zwar im Laboratorium auf der Erde. Die Physik Schwarzer Löcher im Quantenbereich ist somit der Schlüssel zum Verständnis des neuen Weltbilds der Elementarteilchenphysik für die Experimente am CERN, die im nächsten Jahr beginnen werden.

Schwarze Löcher am LHC?

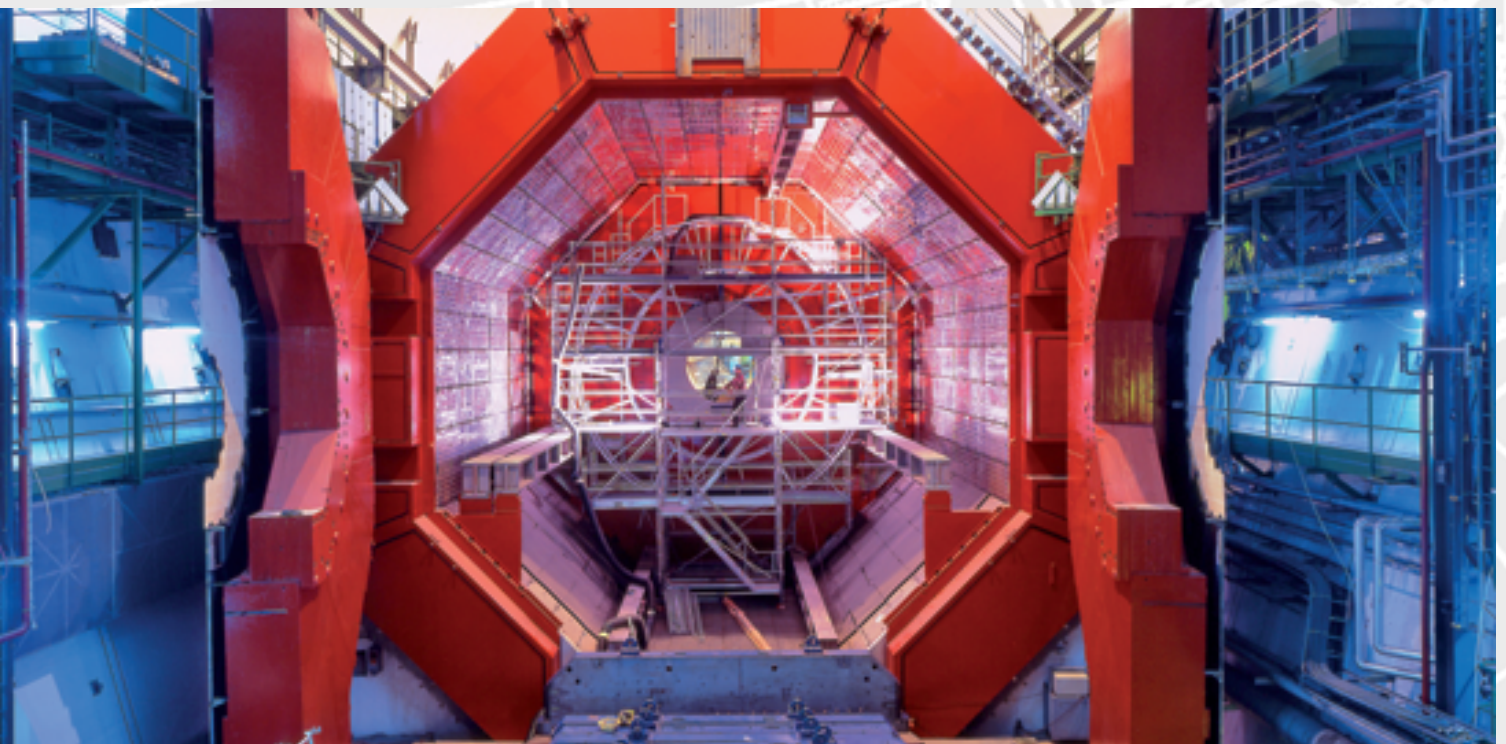
In der allgemeinen Relativitätstheorie wird ein (ungeladenes und nicht-rotierendes) Schwarzes Loch durch die Schwarzschild-Metrik beschrieben. Hier ist das Koordinatensystem gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie durch die Anwesenheit von Energie und Materie »verbogen«. Berechnet man in dieser neuen Metrik die Eigenschaften und die Größe – den Schwarzschild-Radius – des Schwarzen Lochs, so kommt man zu dem Ergebnis: Je größer die Masse des Objekts ist, desto größer ist der Schwarzschild-Radius.

Der Prozess für die Bildung eines Schwarzen Lochs wurde im Rahmen der klassischen Allgemeinen Relativitätstheorie (das heißt ohne Quanten-Gravitation) zuerst von Kip Thorne beschrieben (bekannt als »Thornes hoop conjecture«^{7/}). Seine Schlussfolgerung: »Bringt man Teilchen näher zusammen als der zur Gesamtenergie gehörende Schwarzschild-Radius, so kollabiert das System und wird zu einem Schwarzen Loch«. Für die

4 Der riesige Magnet des ALICE-Experiments am CERN wiegt mehr als der Eiffelturm in Paris. In wenigen Monaten, wenn alle Detektoren in seinem Innern eingebaut sind, werden sich die gewaltigen Türen schließen, und die Suche nach den Schwarzen Löchern kann beginnen.

Sind »mini black holes« stabil?

Die Frage, ob die »mini black holes« stabil sind oder rasch zerfallen, ist theoretisch noch nicht geklärt: Der bekannte britische Physiker Stephen Hawking hat vor drei Jahrzehnten vorhergesagt, dass Schwarze Löcher durch einen quantenmechanischen Vorgang zerfallen sollten, und zwar durch die Hawking-Strahlung^{4/}. Dieser Zerstrahlungsprozess der mikroskopischen Schwarzen Löcher läuft mit der Hawking-Temperatur ab, die



Anwendung auf Hochenergiereaktionen heißt das: Je größer die Schwerpunktenenergie, desto näher kommen sich die beiden Elementarteilchen. Ab einer bestimmten Energie kommen sie sich näher als der zugehörige Schwarzschild-Radius, und ein »mini black hole« verschluckt sie.

Im Verlauf der letzten Jahre wurde intensiv über die Näherungen diskutiert, die in diese klassische Abschätzung der Formationswahrscheinlichkeit eingehen. Zusammenfassend konnte jedoch gezeigt werden, dass die klassische Interpretation des Erzeugungsprozesses Schwarzer Löcher bis zu den am LHC erreichten Energieskalen im TeV-Bereich auch im Rahmen der Stringtheorie gerechtfertigt werden kann.

Die Produktion Schwarzer Löcher würde weiteren physikalischen Erkenntnissen in immer kleineren Dimensionen eine unerwartete Grenze setzen: Bisher ging man davon aus, man könne immer tiefer in die inneren Geheimnisse der Materie eindringen, wenn man die Energie beim Zusammenstoß der Teilchen weiter erhöht. Der LHC ist sozusagen ein Mikroskop, mit dem man Strukturen von einem milliardstel milliardstel Meter (das sind 10^{-18} m) untersuchen kann. In der neuen Theorie gibt es jetzt aber ein Problem: Sobald die Kollisionsenergie die Schwelle für die Produktion Schwarzer Löcher überschreitet, kann prinzipiell keine weitere Information mehr über die Struktur der Materie auf noch kleineren Skalen gewonnen werden. Das heißt, wir würden auch in Zukunft niemals tiefer in die Bausteine der Materie schauen können als mit diesem Beschleuniger.

Unterdrückung von Hochenergie-Di-Jets

Die Erkenntnis, dass die Produktion von mikroskopischen Schwarzen Löchern in Proton-Proton- und Schwerionen-Kollisionen an Beschleunigern möglich ist, führte zu einer Vielzahl von Publikationen (^{18/} und vollständige Referenzliste darin). In Schwerionen-Kollisionen ist dabei (bei gleicher Schwerpunktenenergie) die Anzahl der produzierten Schwarzen Löcher im Vergleich zu elementaren Reaktionen um das Tausendfache erhöht. Der Grund sind die vielfachen Proton-Proton-Wechselwirkungen in einem Stoß zwischen großen Ionen. Doch bisher lassen sich schwere Ionen aufgrund ihrer hohen Massen noch nicht stark genug beschleunigen, um für die Erzeugung mikroskopischer Schwarzer Löcher in Frage zu kommen. Will man also nach einer Bestätigung der theoretischen Vorhersagen suchen, muss man sich am Anfang an leichtere Teilchen wie Protonen halten.

Das erste und viel verprechendste Signal für die Formation von »mini black holes« in hochenergetischen Reaktionen wäre die vollständige Unterdrückung von hochenergetischen »back-to-back-korrelierten Jets«.

Das sind schmale Teilchenschauer, die in entgegengesetzter Richtung auseinander fliegen: Zwei hochenergetische Quarks oder Gluonen, die normalerweise im Standardmodell zu einem Zwei-Jet-Ereignis führten (jeder Jet trägt dabei die Hälfte der Schwerpunktenenergie), würden nun vom Schwarzen Loch verschluckt und wären daher nicht mehr beobachtbar. **5**

Dies bedeutet, dass das Spektrum der emittierten Quark-/Gluonen-Schauer bei Energien von der Hälfte der Fundamentalskala abrupt abbrechen würde. Ein klares und eindeutiges Signal für die Produktion Schwarzer Löcher!

5 Hawking-Strahlung entsteht aus Vakuumfluktuationen, bei denen ein Teilchen-Antiteilchen-Paar gewissermaßen aus dem Nichts geschaffen wird. Fällt einer der Partner in das Schwarze Loch, kann der andere als Strahlung freigesetzt werden.

Entstehung von Hawking-Strahlung im Schwarzen Loch



»Fingerabdrücke« der »mini black holes«

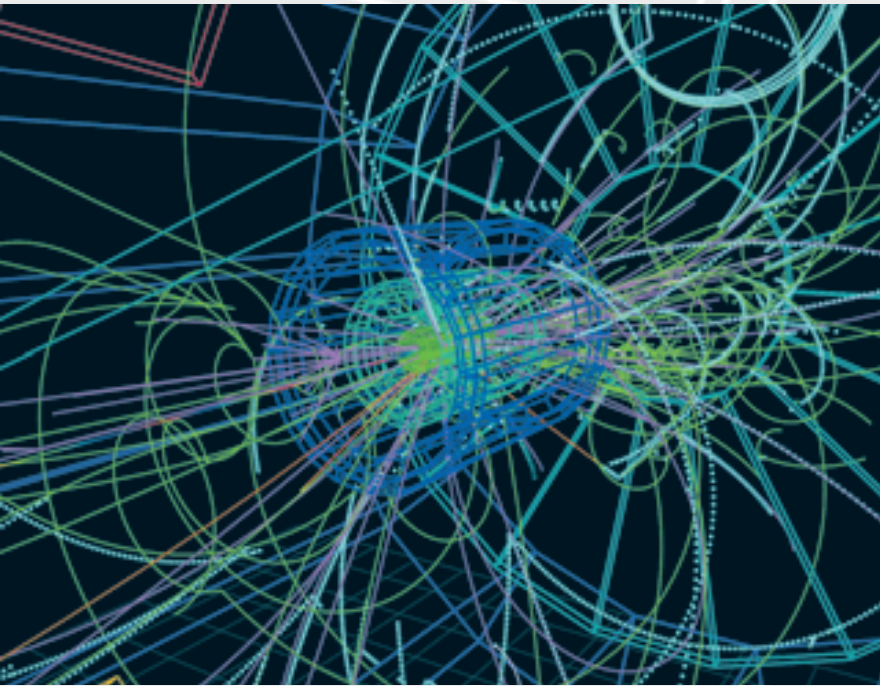
Sobald das Schwarze Loch produziert wurde, beginnt sein Zerfall über die Hawking-Strahlung. Ihre experimentelle Analyse würde direkte Rückschlüsse auf die Topologie der Raumzeit der zugrunde liegenden Theorie erlauben.

Die detaillierte Rechnung ergibt folgende, experimentell überprüfbar Eigenschaften von »mini black holes«:

- Die typischen Temperaturen der Schwarzen Löcher im Massenbereich um einige Tausend Protonenmassen liegen bei mehreren Milliarden Grad. Diese Schwarzen Löcher zerfallen schnell und nahe dem Entstehungsort. Ihre Zerfallsprodukte können deshalb in Detektoren an Beschleunigern beobachtet werden.

Literatur

- | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|---|--|
| ^{11/} Karl Schwarzschild, Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Mathematik, Physik und Technik, S. 189 (1916). | ^{12/} N. Arkani-Hamed, S. Dimopoulos, G. Dvali, Phys. Lett. B 436 (1998) 257, und Phys. Lett. B 392 (1998), I. Antoniadis, Phys. Lett. B 246 (1990) 377. | ^{13/} S. Dimopoulos und G. Landsberg, Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 161602, S.B. Giddings und S. Thomas, Phys. Rev. D65 (2002). | ^{14/} S. W. Hawking, Comm. Math. Phys. 43 (1975) 199. | 101502, S. Hossenfelder, M. Bleicher, S. Hofmann, H. Stöcker, A.V. Kotval, Phys. Lett. B 566 (2003), S. 233. | cher, e-Print hep-ph/0507140. | ^{18/} H. Stöcker, »Mini black holes in the first year of the LHC«, arXiv: hep-ph/0607165. |
| | | | ^{15/} S. Hossenfelder, S. Hofmann, M. Bleicher, H. Stöcker, Phys. Rev. D66 (2002) | ^{16/} S. Hossenfelder, B. Koch, M. Blei- | ^{17/} K. S. Thorne, In J. R. Klauder, Magic Without Magic, San Francisco 1972, S. 231–258. | |



lung entfällt. Als einziges Signal bliebe dann die Suche nach Spuren der »relics« in einer »time projection chamber«, einer speziellen Art von Detektor **6**.

»Relikt-Konverter« als Energiequelle der Zukunft?

Ohne eine vollständige Theorie der Quanten-Gravitation ist es schwierig, die Endphase eines Schwarzen Lochs zu beschreiben. Viele theoretische Probleme lassen sich vermeiden, wenn man einen stabilen Endzustand, ein Relikt, postuliert. Falls »mini black hole«-Relikte wirklich existieren, erlaubten sie nicht nur das Studium der Quanten-Gravitation in verschiedensten Experimenten, sondern eröffneten auch erstaunliche Möglichkeiten der Energiegewinnung über die Wandlung von Masse in Energie nach Einsteins berühmter Formel $E = mc^2$. Denkbar wäre ein »Relikt-Konverter«, bestehend aus einem Relikt, das einen Strahl von niederenergetischen Teilchen, zum Beispiel Protonen, Neutronen oder ganze Kerne in Hawking-Strahlung umwandeln könnte. Dieser Prozess würde mit einer Umwandlungseffizienz von etwa 90 Prozent ablaufen, da nur die produzierten Gravitonen und Neutrinos nicht in nutzbare Energie überführt werden könnten. Das heißt, falls die Erzeugung von stabilen Relikten am LHC gelingt, könnte der gesamte Weltjahresenergieverbrauch von zirka 10^{21} Joule in den Konvertern mit nur zehn Tonnen normaler Materie angefüllt, erzeugt werden! Das hört sich beinahe wie Sciencefiction an, ist aber eine ernst zu nehmende Möglichkeit, die einer der Autoren (H. S.) hat patentieren lassen.

Das Potenzial der Untersuchung von Schwarzen Löchern in großen Extra-Dimensionen geht weit über bisherige Erweiterungen des Standardmodells hinaus. Die Entdeckung der mikroskopischen Schwarzen Löcher würde es erstmals erlauben, die Quanten-Gravitation im Labor zu untersuchen. Diese völlig neue Welt könnte sich schon nächstes Jahr erschließen, wenn die experimentelle Suche nach den »mini black holes« am CERN beginnt. Der mögliche Erkenntnisgewinn dieser Untersuchungen ist gewaltig, bis hin zum Verständnis der Geburt des Universums, des Urknalls. ♦

6 Simulation einer Proton-Proton Kollision, die im kommenden Jahr im Large Hadron Collider (LHC) bei Genf erwartet wird. Die Teilchen, die dabei erzeugt werden, hinterlassen Spuren im Detektor, der großen ALICE »time projection chamber«, und können uns verraten, ob sie aus dem Zerfall eines Schwarzen Lochs stammen.

– Die emittierten Standardmodellteilchen (das heißt die Hawking-Strahlung) werden dabei als unkorrelierte einzelne Jets abgestrahlt. Die Rate dieser Strahlung ist hierbei deutlich größer als im Standardmodell erwartet.

– Pro Schwarzes Loch werden etwa zehn Jets emittiert, die später als Schauer von zirka hundert Teilchen im Detektor sichtbar werden. Im Gegensatz zu Schauern von bekannten Prozessen werden diese Jets fast gleichmäßig in alle Raumrichtungen verteilt (isotrop) und führen deshalb zu einem klaren Signal für die Entstehung und den Zerfall Schwarzer Löcher.

Diverse experimentelle Gruppen haben die Suche nach Schwarzen Löchern in ihr Programm aufgenommen. Insbesondere sind hier die LHC-Kollaborationen ALICE, ATLAS und CMS zu nennen. Falls jedoch nur »mini black holes« nahe der neuen Planckmasse erzeugt würden, sind die erwähnten beobachtbaren Anzeichen möglicherweise hinfällig, weil dann die Hawking-Strah-

Die Autoren



Prof. Dr. Marcus Bleicher, 35, studierte Physik und Geophysik an der Universität Frankfurt, wo er 1999 am Institut für Theoretische Physik promovierte. 1999 bis 2000 war er Feodor Lynen Fellow am Lawrence

Berkeley National Laboratory in Berkeley, USA, und 2001 bis 2002 Gastwissenschaftler am Laboratoire de Physique Subatomique et des Technologies Associées des CNRS, Nantes, Frankreich. Seit 2003 ist er Juniorprofessor für Theoretische Astroteilchenphysik an der Universität Frankfurt.

Prof. Dr. Horst Stöcker, 53, war Professor an der Michigan State University und ist seit 1985 Professor (Judah M. Eisenberg Professor Laureatus) am Institut für Theoretische

Physik der Universität Frankfurt. 2004 wurde er Senior Fellow und Vorstandsvorsitzender des Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS). Er ist Direktor der Frankfurt International Graduate School for Science (FIGSS) und Vizepräsident der Universität Frankfurt.

Die Arbeitsgruppen beider Autoren am FIAS und am Institut für Theoretische Physik (ITP) arbeiten bei der Erforschung der »mini black holes« eng zusammen mit Dr. Sabine Hosenfelder und Dr. Stefan Hofmann (zurzeit beide am Perimeter Institute, Waterloo, Kanada), Dr. Stefan Scherer (FIAS), Ben Koch (FIAS & ITP), Ulrich Harbach (FIAS & ITP) und Martin Kober (ITP). Das Institut für Kernphysik (IKF) ist aktiv am Aufbau und an den Experimenten mit dem ALICE Detektor am LHC beteiligt. Insbesondere die Kollegen Prof. Dr. Christoph Blume und Prof. Dr. Harald Appelshäuser mit ihren Arbeitsgruppen tragen maßgeblich zum Gelingen der Experimente bei.

Wie gezielte Unordnung im Training für Ordnung in der Bewegung sorgt

Zufällige Schwingungen wirken auf Muskel- und Nervenzellen ein



Patient mit Rückenmarksschädigung beim Stochastischen Resonanz-Training: Nach einem Verkehrsunfall 2003 ist Jens Maspfuhl querschnittgelähmt. 2005 nahm er an dem Forschungsprojekt in Frankfurt teil und trainiert seitdem regelmäßig mit Stochastischen Resonanz-Reizen. Dabei werden niederfrequente Vibrationen, meist vier bis acht Hertz, mit zufälligen (stochastischen) Störgrößen überlagert und über zwei Fußplatten auf den Menschen übertragen.

Seit über zehn Jahren werden am Institut für Sportwissenschaften die Auswirkungen von Vibrationen auf die Bewegungssteuerung des Menschen erforscht. Das Team um Dr. Christian Haas und Prof. Dietmar Schmidtbleicher fand dabei ein weites Funktionsspektrum mit physiologisch positiven, aber auch negativen Effekten. So können gleichförmige hochfrequente Vibrationen zu Wahrnehmungsstörungen führen oder einen Verlust der Reflextätigkeit bewirken. Andererseits verbessert ein Training mit variablen Vibrationsreizen, so genannten »Stochastischen Resonanzen«, die Koordination. Diese ständig wechselnden Reize trainieren das Zusammenspiel zwischen Sensoren, Gehirn und Muskulatur und bewirken effizientere, an die jeweilige Anforderungssituation angepasste Bewegungsabläufe. Interessanterweise zeigen sich diese Effekte sowohl bei Hochleistungsathleten als auch bei Patienten mit Bewegungsstörungen.

von Christian T. Haas,
Stephan Turbanski,
Dietmar Schmidtbleicher



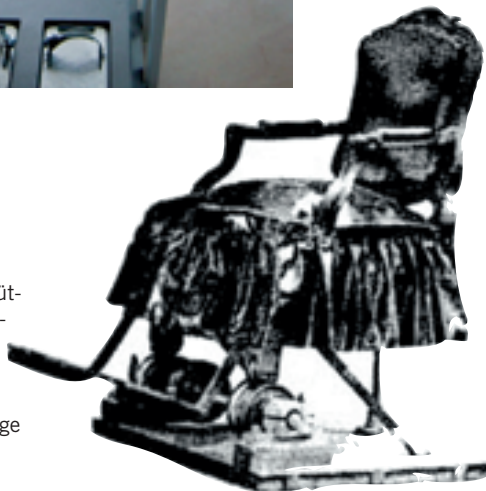
Der österreichische Abfahrtsläufer Hermann Maier im Vorbereitungstraining auf die Weltmeisterschaften mit Unterstützung der Frankfurter Sportwissenschaftler und Stochastischen Resonanz-Reizen.

Dieses Prinzip des Stochastischen Resonanz-Trainings (SRT) steht im Gegensatz zum üblichen Verständnis von Mechanismen der Bewegungssteuerung. So wird meist versucht, keine Störungen zuzulassen und unvorhersehbare Einflüsse so gering wie möglich zu halten. Im Training kann ein gewisser Grad an gezielten Störeinflüssen jedoch dazu beitragen, dass Bewegungsstörungen im Alltag vermindert werden.

»Wirken Vibrationen auf einen Menschen ein – ein aktives, dynamisches, komplexes und intelligentes System – so kann man nicht erwarten, dass man nur einen einzelnen oder einfachen und leicht vorhersehbaren Effekt vorfindet.« (Griffin 1996, Handbook of Human Vibration, 1)



Besuch des Brasilianischen Nationalteams: Vertreter des brasilianischen Fussball-Nationalteams lassen sich während der Fußball-Weltmeisterschaft in Frankfurt beraten, um mit dem Stochastischen Resonanz-Training Verletzungsrisiko und -folgen zu minimieren.



1 Charcots Therapeutischer Rüttelstuhl: »Charcots chaise trepidante« zur Therapie von Parkinson-Symptomen: Diesen Rüttelstuhl hatte der französische Neurophysiologe Jean Marie Charcot bereits im 19. Jahrhundert entwickelt.

Vibrationen, auch als mechanische Schwingungen bezeichnet, sind in der modernen Industriegesellschaft ein beständiger Begleiter des Menschen: In der Straßenbahn oder im Zug werden wir permanent durchgeschüttelt, und wir spüren die Vibration, wenn wir mit Bohrmaschine oder Schwingschleifer arbeiten. Aber auch bei sportlichen Aktivitäten wie beim Mountainbike- oder Skifahren ist unser Körper zum Teil erheblichen mechanischen Schwingungen und Stoßbelastungen ausgesetzt und muss versuchen, diese möglichst wirksam zu dämpfen. Vibrationen lösen generell eine Vielzahl von Prozessen auf unterschiedlichen Ebenen des menschlichen Körpers aus: Reaktionen und Anpassungen reichen von der sensorischen und muskulären

Ebene, über Hormon- und Neurotransmittersysteme bis zur Aktivierung von Hirnarealen. Neben diesen vielfältigen Effekten und Reaktionsmöglichkeiten wird das Forschungsfeld auch dadurch interessant, dass verschiedene Menschen bei gleicher Vibrationsstimulation unterschiedliche Reaktionen aufweisen können. Erklärbar ist dies unter anderem dadurch, dass der Mensch, physikalisch betrachtet, ein mehrfach feder- und massengekoppeltes Oszillatorensystem darstellt. Abhängig von Körperbau, Körperposition und Ort der Schwingungseinleitung werden unterschiedliche Energie- und Frequenzanteile übertragen oder herausgefiltert. Zudem verfügt der Mensch nicht über ein einzelnes, sondern über mehrere Sensorsysteme, die Schwingungseinwirkungen erfassen können. Ferner hängen die Effekte von den verschiedenen Schwingungsparametern wie Amplitude, Frequenz, Form und Regelmäßigkeit ab.

Negative Auswirkungen von Vibrationen ergeben sich meist durch chronische Belastungen. Bei Arbeitern, die täglich mit vibrierenden Maschinen umgehen und dadurch mehrere Stunden hochfrequenten Vibrationsbelastungen ausgesetzt sind, ist die Sensibilität häufig nachhaltig eingeschränkt und die Durchblutung gestört. Dies macht Arbeitsschutzbestimmungen und Kontrollen zwingend notwendig. Demgegenüber zeigen zahlreiche neue Forschungsarbeiten auch unseres Teams, dass sich mit bestimmten Schwingungsformen therapeutische Wirkungen, insbesondere bei Personen mit neurodegenerativen Krankheitsbildern und Bewegungsstörungen, erzielen lassen. Bereits im 19. Jahrhundert berichtete Jean Marie Charcot (1825–1893), der zu den damals führenden Neurophysiologen zählte, über derartige Effekte. Bei Parkinson-Patienten stellte er fest, dass sich die Symptome nach Eisenbahnfahrten deutlich verminderten. Dieses Phänomen führte er auf die entstehenden Schwingungsreize zurück und entwickelte zu therapeutischen Zwecken einen »chaise trepidante« (Rüttelstuhl), der allerdings nur sehr aufwändig bedienbar war. 1

Stimulation des neuromuskulären Systems – Hilfe für Parkinson-Patienten

Im Mittelpunkt aktueller Forschungsarbeiten stehen vor allem Patienten, deren alltägliche Bewegungsfähigkeiten als Folge von Erkrankungen oder Verletzungen beeinträchtigt sind. Die Konsequenzen dieser Bewegungseinschränkungen und der damit einhergehenden Inaktivitäten können sehr nachhaltig sein. Sie reichen von einem »einfachen« Verlust an Muskel- und Knochenmassen über die Veränderung von neuronalen Aktivierungsschwellen bis zu komplexen Koordinationsstörungen und daraus resultierenden Sturzrisiken. Vor allem der Zusammenhang zwischen »Bewegungsreizen« und dem »Überleben von Nervenzellen« ist ein zentraler und bisher deutlich zu wenig beachteter Mechanismus. Wird eine Nervenzelle über einen längeren Zeitraum nicht gereizt, verliert sie ihre Funktionsfähigkeit, und für den Organismus besteht keine Notwendigkeit, diese weiterhin adäquat zu versorgen. Bei ausreichender Aktivität – zum Beispiel durch gezielte Trainingsreize – werden biochemische Substanzen, so genannte »Neurotrophe Faktoren«, freigesetzt, die der Degeneration und dem Funktionsverlust von Nervenzellen entgegenwir-

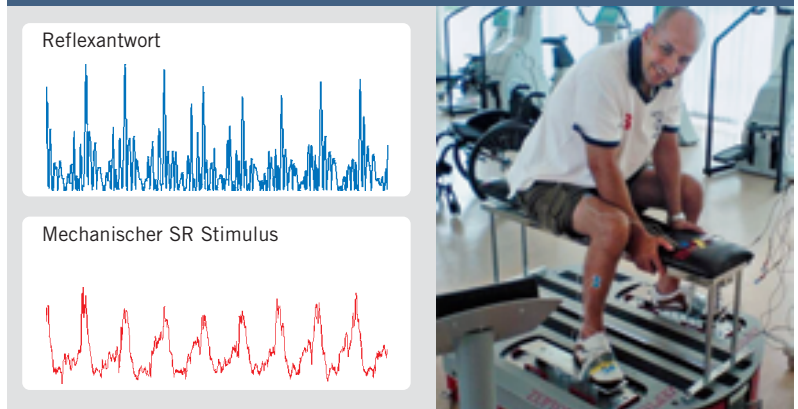
ken sowie für neue Verknüpfung von Nervenzellverbänden sorgen.

Diese Vorgänge sind insbesondere für Patienten mit neurodegenerativen Krankheiten wie Parkinson, Multipler Sklerose, aber auch bei Neurotraumata wie Rückenmarksverletzungen von zentraler Bedeutung; und infolgedessen ist es besonders kritisch, dass gerade bei diesen Patienten Bewegungsstörungen vorliegen, die ein entsprechendes Training erschweren oder nahezu unmöglich machen. Als fatale Konsequenz, wenn die notwendigen Bewegungsstimuli fehlen, ergibt sich schnell eine weitere Verschlechterung der Symptomatik.

Die Stimulation des neuromuskulären Systems mit Vibrationsreizen schafft hier eine Möglichkeit, die Abwärtsspirale zu durchbrechen. Bereits in den 1960er Jahren wurde gezeigt, dass die Übertragung von Vibrationen auf den Muskel-Sehnen-Apparat zu Reflexantworten führt, dem Tonic-Vibration-Reflex (TVR). Somit sind muskuläre Aktivitäten generierbar, auch wenn willkürliche Aktivierungsschleifen – zum Beispiel bei einer Lähmung – geschädigt sind. Zwar kann ein solches »Bypassing« auch über eine Reizsetzung mit elektrischen Signalen erreicht werden, allerdings bewirken diese eine direkte Depolarisation der Muskelfasermembran, so dass sensorische Signale weder selektiert noch gewichtet werden und somit auch nicht in die Bewegungssteuerung mit einfließen. Sollen allerdings funktionale Bewegungsmuster wiedererlernt werden, was als zentrales Ziel in der Neurorehabilitation angesehen wird, muss das neuromuskuläre System in der Lage sein, die äußeren Reize adäquat zu gewichten. Wird dies nicht trainiert, so ergibt sich quasi ein digitales Verhalten, das heißt: Der Muskel ist entweder gar nicht aktiviert oder maximal. Für die meisten Bewegungsabläufe sind allerdings Zwischenstufen notwendig. Durch Vibrationsreize, die ein gewisses Maß an Variabilität und Störeinflüssen beinhalten, wie Stochastische Resonanz-Signale (SR), können beide Anforderungen erfüllt werden: Schaffung von unwillkürlichen muskulären Aktivierungen (Bypassing) und Erlernen optimal abgestufter muskulärer Aktivierungsmuster **2**.

Stochastische Resonanz (SR) ist ein in verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen untersuchtes Phänomen. Begründet und erstmalig beschrieben wurde das Prinzip der Stochastischen Resonanz in den 1980er Jahren von dem italienischen Geophysiker Roberto

Stochastische Resonanz-Effekte bei Neurotraumata

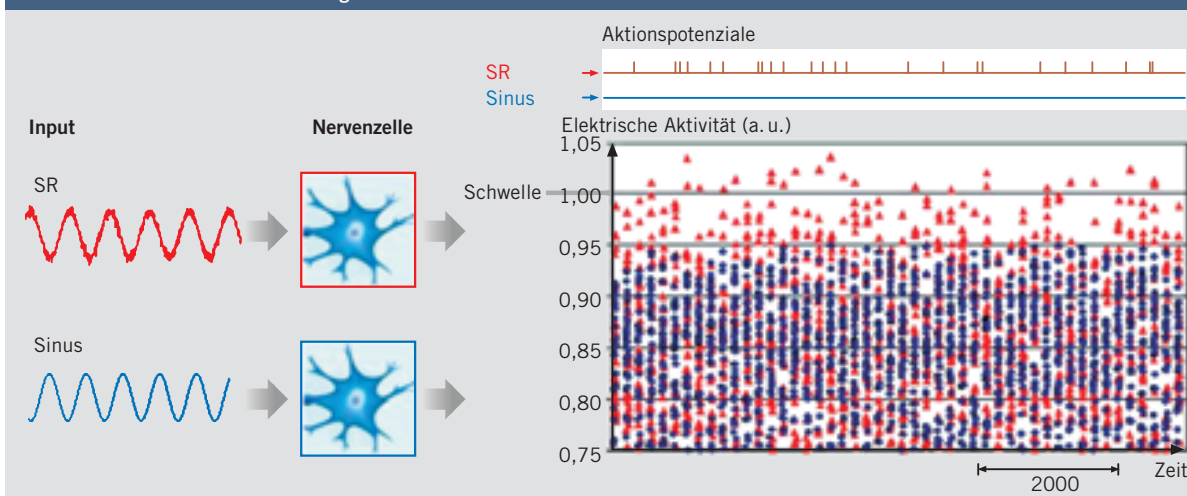


2 Schematische Darstellung der mechanischen SR-Reizgebung und der resultierenden muskulären Reflexantwort bei einem Patienten mit Rückenmarksschädigung.

Benzi und seinen Mitarbeitern im Zusammenhang mit der Berechnung der Periodendauer von Eiszeiten. Inzwischen sind SR-Algorithmen in zahlreichen naturwissenschaftlichen Disziplinen zu finden. In einer sehr allgemeinen Form beschreibt die Stochastische Resonanz Effekte von zufälligen (stochastischen) Einflüssen auf das Verhalten nichtlinearer Systeme, zu denen auch der Mensch zählt. Die andauernde, aber nicht vorhersehbare Veränderung der SR-Signale führt im Training zu beständigen, geringen Störungen des Gleichgewichts. Erfolgt dies wiederholt, lernt der Mensch muskuläre Aktivierungsmuster zu erzeugen, um die Störeinflüsse möglichst erfolgreich zu kompensieren. Wären die Vibrationsreize immer die gleichen (zum Beispiel Sinusschwingungen), so wären die Antworten der Rezeptoren in der Muskulatur, den Sehnen, der Haut und den Gelenken auch immer gleich, und die Informationen würden für das Gehirn uninteressant. Ferner wird mit Sinusschwingungen auch nur ein sehr enges Aktivierungsmuster trainiert, das den variablen Anforderungen des Alltags kaum genügt.

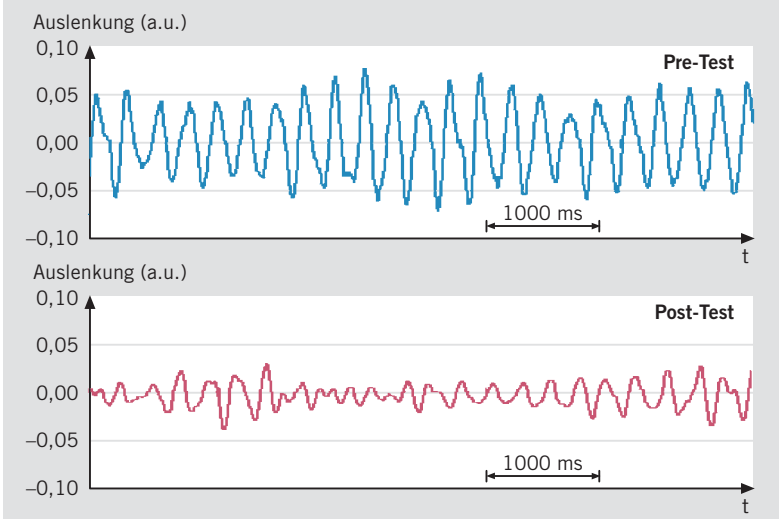
Stochastische Vibrationssignale vom SR-Typus bieten dagegen einen wichtigen weiteren Vorteil. Sie interagieren mit ebenfalls stochastischen Funktionsparametern des Nervensystems **3**, woraus resonanzähnliche Verhaltensweisen resultieren. Hierdurch können – im Gegensatz zu einem linearen Signal – Reizschwelligkeiten von Nervenzellen einfacher überschritten werden. In Konsequenz bedeutet dies, dass bereits geringe Reizintensitäten vom Patienten wahrgenommen und neuro-

Stimulation von Oszillationseinwirkung in künstlichen neuronalen Netzwerken



3 Simulation der neuroelektrischen Effekte eines Sinus-Signals (blau) beziehungsweise SR-Signalen (rot) in einem einfachen Nervenzellmodell: Während Sinus-Stimuli unterschwellig bleiben, werden durch Stochastische Resonanzen Aktionspotenziale ausgelöst.

Auswirkungen eines SR-Trainings auf das Gleichgewicht bei Parkinson-Patienten



4 Exemplarische Darstellung der Daten einer Gleichgewichtsmessung eines Parkinson-Patienten. Während im Vor-Test große Vorwärts-Rückwärts-Schwankungen existent sind, kann nach der SR-Intervention eine signifikant bessere Kontrolle des Gleichgewichts festgestellt werden.

muskuläre Aktivitäten erzeugt werden. So konnten beispielsweise Wen Liu und Co-Autoren (Harvard Medical School, Boston University, USA) zeigen, dass die Wahrnehmungsfähigkeit von mechanischen SR-Reizen bei älteren Personen, Schlaganfall- und Neuropathie-Patienten im Vergleich zu harmonischen Sinussignalen um 16 bis 34 Prozent erhöht ist. Zahlreiche weitere Studien amerikanischer, australischer und israelischer Neurobiologen, Psychologen und Physiker stellen vergleichbare Effekte bei verschiedenen Patientengruppen fest. Kanadische Kollegen zeigten, dass harmonische und zufällige mechanische Reize auch in der Aktivierung von Hirnarealen unterschiedliche Resultate erzeugen: Insbesondere die Areale werden durch die zufälligen Einflüsse deutlich stärker aktiviert, die bei zahlreichen Krankheitsbildern vermindert aktiv sind – wie präfrontaler Kortex und supplementär-motorische Area.

Charles Turner und seine Mitarbeiter von der Indiana University School of Medicine (USA) zeigten des Weiteren tierexperimentell, dass sich SR-Reize eignen, um die Wachstumsprozesse des Knochens zu fördern. Im Vergleich zu harmonischen Sinusreizen können

rund vierfach größere Effekte erreicht werden. Offensichtlich ist dies auf eine stochastische Funktionsweise von Kalzium und anderen Ionen-Kanälen zurückzuführen, die wiederum eine zentrale Rolle für die Ausbildung von Knochenzellen (Osteoblasten) spielen. Praktische Relevanz bieten diese Resultate für die Prävention und Rehabilitation von Osteoporose, wodurch sich die Gefahr von Brüchen deutlich reduziert.

Unsere eigenen Untersuchungen beschäftigten sich vorwiegend mit den Auswirkungen von mechanischen SR-Signalen auf koordinative Leistungen und zugrunde liegende Steuerungsprozesse des Menschen. Die Basis bildet dabei das Phänomen, dass eine Bewegung nie ein zweites Mal durchgeführt wird, selbst wenn es Routinebewegungen mit vermeintlich denselben Mustern sind. In Konsequenz bedeutet dies, dass die Erzeugung einer Bewegung jeweils einen gewissen kalkulatorischen Aufwand erfordert. Gleichzeitig gibt es im Alltag und vor allem im Sport zahlreiche Situationen, in denen die Verarbeitungsprozesse sehr schnell funktionieren müssen. Läuft man beispielsweise einen unebenen Feldweg entlang, werden Reflexe in der Beinmuskulatur ausgelöst. Die wesentliche Anforderung besteht einerseits darin, dass bestimmte, an die äußeren Bedingungen angepasste Reflexgrößen notwendig sind, um flüssig und sicher laufen zu können, andererseits müssen diese Vorgänge in extrem kurzen Zeitspannen von zirka 100 bis 200 Millisekunden ablaufen. Normalerweise funktioniert das über Erfahrungswerte, die aber durch Verletzungen und Erkrankungen gestört sein können. Durch die variablen Trainingsanforderungen der SR-Reize kann das Reflexverhalten optimiert werden.

Die Frankfurter »Stochastic Resonance Version«

Am Institut für Sportwissenschaften in Frankfurt wurde die Möglichkeit geschaffen, Trainings- und Therapie-Verfahren auf SR-Signalen aufzubauen. Der jeweils Trainierende oder der Patient steht dabei auf zwei Fußplatten, die sich mehrdimensional und mit einer Grundfrequenz zwischen vier und acht Hertz bewegen und

Erfahrungsberichte von Patienten nach SR-Training

Störungen der Bewegungsfähigkeit haben häufig weit reichende Folgen, die weit über den physiologisch-motorischen Bereich hinausgehen. So kommt es häufig zum Abreißen sozialer Kontakte, Vereinsamung, Verminderung der Lebensqualität et cetera. In unseren Forschungsprojekten messen wir nicht nur die direkten motorischen Effekte, sondern betrachten auch subjektive Empfindungen von Patienten und die Auswirkungen auf das alltägliche Leben. Exemplarisch sind nachfolgend zwei kurze Erfahrungsberichte dargestellt.

»Es haben sich folgende Veränderungen meines Zustands ergeben:

Tremor: keine Besserung

Rigor: nicht spürbar, war nie ein Problem

Sturzneigung: vollkommen beseitigt

Müdigkeit: schwankend, aber gegenüber dem letzten Jahr weniger ausgeprägt

Verschlucken: vollkommen beseitigt

Schreiben: klareres Schriftbild

Bewegungen: harmonischer«

(Parkinson-Patient nach einjährigem täglichem Training)

»Seit Februar nehme ich an einer Studie teil, in deren Rahmen ich mit dem Stochastischen Resonanz-Training begonnen habe. Schon nach kurzer Zeit habe ich einen Effekt bemerkt: Das Stehen fällt mir im Allgemeinen leichter, insbesondere das freie Stehen. Ich benötige sehr viel weniger Kraftaufwand und stehe sicherer. Auch das Laufen hat sich verbessert: Ich laufe leichter, runder und schneller. Ich habe sehr viel mehr Schubkraft, das heißt, ich muss mich nicht mehr schleppen, sondern bewege mich flüssiger. Darüber hinaus hat sich meine Stolper- und Fallrate deutlich verringert.«

(Multiple Sklerose-Patientin nach einem mehrwöchigen Training)

Der Ursprung des SR-Trainingsansatzes

Interessanterweise stammen die ersten Erkenntnisse über SR-Trainingseffekte aus der Hochleistungssportforschung. Insbesondere bei Sportarten, bei denen hohe Anforderungen an die Gleichgewichtsregulation und die Reflexsteuerung bestehen, kommt das SR-Training zum Einsatz.

Athleten wie Hermann Maier, Kati Wilhelm und Ronny Ackermann greifen im Koordinationstraining auf das Frankfurter Verfahren zurück. Analog zur Automobilbranche, in der Know-how in Rennen gesam-

melt wird, um es später auch in normalen Kleinwagen anzuwenden, scheint dies bis zu einem gewissen Grad auch auf den Menschen zuzutreffen. Der Grund, weshalb dieser Transfer im Bereich des Stochastischen Resonanz-Trainings möglich ist, liegt vor allem darin, dass nicht ein spezifisches Symptom therapiert wird, sondern elementare Mechanismen der Bewegungssteuerung angesprochen und optimiert werden, die gleichfalls für den Athleten wie auch den Patienten wichtig sind.

zur beständigen Destabilisierung des Gleichgewichts führen. Um Gewöhnungseffekte zu vermeiden und zudem eine schnellere Wahrnehmung des Signals sicherzustellen, wird die Grundfrequenz von zufälligen (stochastischen) Störfaktoren unterbrochen. Eine übliche Trainingseinheit beläuft sich auf rund fünf Serien zu je einer Minute. Diese kurzen Zeitspannen wurden deshalb gewählt, um Ermüdungsreaktionen im Nervensystem zu vermeiden.

Bei Parkinson-Patienten führen kurze Reizserien von fünfmal einer Minute zu einer hochsignifikanten Verbesserung in der motorischen Symptomatik. Das Zittern (Tremor) der Patienten reduziert sich durchschnittlich um 25 Prozent, die Steifigkeit verbessert sich um 24 Prozent. Der Umfang der Symptomreduktion ist allerdings sehr unterschiedlich, bei rund einem Fünftel der Patienten können keine Veränderungen festgestellt werden. Gleichwohl sind die Resultate gut reproduzierbar. Klinische und therapeutische Relevanz ergibt sich vor allem im Bereich der Behandlung großmotorischer Symptome wie Gleichgewichtsstörungen, die mit bisherigen medikamentösen Interventionen schwer behandelbar sind. **4**

Eine vermehrte Freisetzung von Neurotransmittern, so haben Tierexperimente gezeigt, könnte eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der Parkinson-Symptomatik spielen. So reagiert ein Teil des Gehirns bei neuen, nicht vorhersehbaren Anforderungen – wie sie Stochastische Resonanz-Reize beinhalten – mit der



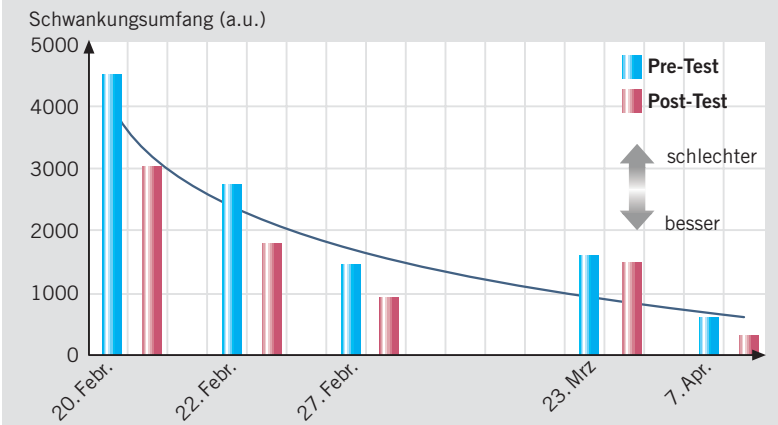
Goldmedaillen-Gewinnerin und Star der Biathlonszene Kati Wilhelm beim Koordinationstraining mit Stochastischen Resonanz-Reizen.



Freisetzung von Dopamin. Dass noch weitere neurobiologische Mechanismen von Bedeutung sind, zeigen Studien europäischer Kollegen verschiedener Fachrichtungen, die den Frankfurter Ansatz auf andere Krankheitsbilder bezogen und anwendeten. Lorenz Radlinger und Mitarbeiter vom Universitätsspital in Bern (Schweiz) erforschten die Auswirkungen auf Herz-Kreislaufparameter und konditionelle Aspekte bei Patienten mit chronisch-venöser Insuffizienz. Berthold Kepplinger, Direktor der Landesnervenklinik West (Österreich), stellte nachhaltig positive Auswirkungen des SR-Trainings bei Depression und chronischen Schmerzpatienten fest. Othmar Schuhfried und sein Team, Universitätsklinik Wien (Österreich), identifizierten Verbesserungen der Gleichgewichtsregulation von Patienten mit Multipler Sklerose nach SR-Stimulation. Vergleichbare Resultate konnten bei MS-Patienten auch in Frankfurt gefunden werden. **5**

Auch der nordische Kombinierer Ronny Ackermann, Sportler des Jahres, sucht nach Möglichkeiten, sein Training noch weiter zu verbessern und stieß dabei auf das Stochastische Resonanz-Training.

Auswirkungen eines SR-Trainings auf das Gleichgewicht bei MS-Patienten



In einem spanisch-deutschen Kooperationsprojekt überprüften wir gemeinsam mit Wissenschaftlern aus Sevilla, welche Effekte das SR-Training bei Patienten mit inkompletten Querschnittslähmungen auslöst. Je nach Grad der Rückenmarksschädigung kann bei diesen Patienten eine Wiederherstellung der Gehfähigkeit erreicht werden. Die Daten zeigen, dass Patienten über deutlich bessere Gangfunktionen verfügen, wenn in die Therapie SR-Trainingsreize implementiert werden.

5 Daten der posturalen Kontrolle (Gleichgewicht) im Verlauf einer mehrwöchigen Einzelfallstudie mit einer MS-Patientin: Ein größerer Balken repräsentiert eine schlechtere Leistung. Auffällig ist ein jeweils direktes Ansprechen auf die Therapie-maßnahme (Pre versus Post) und darüber hinaus auch eine langfristige Verbesserung, die allerdings keinen linearen Charakter aufweist. Auch nach dem Absetzen der Intervention für acht Wochen (hier nicht dargestellt) können im Vergleich zu den Eingangstests noch erheblich bessere Leistungen identifiziert werden.

Wahrscheinlich sorgt die Aktivierung von Nervenzellverbänden im Rückenmark (Central-Pattern-Generator), die unabhängig vom Gehirn als Rhythmusgeber arbeiten, für diese Resultate.

Obwohl inzwischen rund 250 Kliniken und Rehabilitationseinrichtungen in Europa den Frankfurter SR-Ansatz therapeutisch nutzen, sind nach wie vor einige Funktionsmechanismen ungeklärt und Gegenstand der Forschung. Ferner soll trotz zahlreicher positiver Effekte nicht der Eindruck eines »Allheilmittels« erweckt werden, das alle anderen Behandlungsansätze überflüssig macht. Sowohl im Bereich des sportlichen Trainings als auch in der Therapie ist ein effektives Vorgehen generell durch verschiedene, aufeinander abgestimmte Maßnahmen gekennzeichnet. ♦

Weiterführende Literatur

- | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|---|---|
| Gammaitoni L., et al. Rev. Mod. Physics. 1998; S. 224–287. | Haas C. T., et al. Zeitsch. Sportmed. 2004; S. 34–43. | Haas C. T., et al. Bewegungstherapie und Gesundheitssport. 2006; S. 58–61. | Liu W., et al. Arch. Phys. Med. Rehabil. 2002; 83, S. 171–176. | Schmidtbleicher D., et al. 23 th ISBS Proceedings 2005, S. 71–79. | Tanaka S. M. et al. FASEB Journal. 2002, online. | Ward L. W., et al. Biol. Cybern. 2002; S. 91–101. |
| Griffin M. J., Handbook of human vibration. Academic Press. San Diego; 1996. | Haas C. T., et al. NeuroRehabilitation. 2006 3; S. 29–36. | Haas C. T., et al. 24 th ISBS Proceedings 2006, S. 311–314. | Nelson A. J. et al. Exp. Brain Res. 2004; S. 22–32. | Schuhfried O., et al. Clin. Rehabil. 2005; 19; S. 834–842. | Turbanski S., et al. Research in Sports Medicine. 2005; S. 243–257. | |

Die Autoren



Dr. Christian T. Haas, 34, (rechts) studierte in Frankfurt Diplom-Sportwissenschaften. Von 1998 bis 2001 war er Graduiertenstipendiat und promovierte über mechanische Schwingungsreize im alpinen Skirennlauf. Seit 1999 bilden interdisziplinäre Forschungsprojekte mit Schnittstellen zur Physik, Neurobiologie und dem Therapiebereich einen Arbeitsschwerpunkt. Mit einem vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft geförderten For-

schungsprojekt und Forschungsaufenthalten in Vail, Park City und Salt Lake City (USA) vertiefte er seine Kenntnisse in den Bereichen der Prävention und Rehabilitation von Kniegelenksverletzungen. In Kooperation mit einem europäischen Netzwerk verschiedener neurologischer Kliniken erforschte Haas in den vergangenen Jahren die Auswirkungen von Trainingsreizen auf die motorische Leistungsfähigkeit und Symptome bei Patienten mit neurodegenerativen Krankheitsbildern und Neurotraumata. 2001 wurde Haas auf der Medizinmesse Medica für die Entwicklung eines neuen Trainingsverfahrens für die Therapie von Bewegungsstörungen mit dem Fresenius Erfinder- und Innovationspreis ausgezeichnet. Zurzeit arbeitet er an der Fertigstellung seiner

Habilitation zum Thema »Mechanische Reizgebung und Sensorische Leistung«.

Dr. Stephan Turbanski, 30, (links) der ebenfalls an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Sportwissenschaften studierte, promovierte 2005 über »Posturale Kontrollmechanismen bei M. Parkinson«. Zurzeit leitet er das vom Bundesinstitut geförderte Forschungsprojekt »Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung der Kraftfähigkeiten im Behindertensport«.

Prof. Dr. Dietmar Schmidtbleicher, 57, ist Professor für Trainings- und Bewegungswissenschaften am Institut für Sportwissenschaften der Universität Frankfurt. Er studierte Sportwissenschaften und Leistungsphysiologie in Freiburg, wo er auch promovierte. Von 1975 bis 1988 arbeitete der Sportwissenschaftler in den DFG-Sonderforschungsbereichen »Hirn- und Sinnesphysiologie« und »Adaptation von Nervensystemen und motorisches Lernen«. Schmidtbleicher ist Vorsitzender des Direktoriums des Bundesinstituts für Sportwissenschaften und Ehrenpräsident der European Interdisciplinary Society for Clinical and Sports Application. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit neuronalen Steuerungsmechanismen der Bewegung sowie dem Kraft- und Schnelligkeitstraining. Nähere Informationen zur Stochastischen Resonanz-Therapie: c.haas@sport.uni-frankfurt.de



Abonnement FORSCHUNG FRANKFURT

FORSCHUNG FRANKFURT, das Wissenschaftsmagazin der Johann Wolfgang Goethe-Universität, stellt viermal im Jahr Forschungsaktivitäten der Universität Frankfurt vor. Es wendet sich an die wissenschaftlich interessierte Öffentlichkeit und die Mitglieder und Freunde der Universität innerhalb und außerhalb des Rhein-Main-Gebiets.

- Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von 14 Euro pro Jahr einschließlich Porto. Die Kündigung ist jeweils zum Jahresende möglich.
- Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von 10 Euro als Schüler- bzw. Studentenabo einschließlich Porto (Kopie des Schüler- bzw. Studen-
tenausweise lege ich bei).

Name

Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Wohnort

(nur für Universitätsangehörige:) Hauspost-Anschrift

Datum

Unterschrift

Widerrufsrecht: Mir ist bekannt, dass ich diese Bestellung innerhalb von zehn Tagen schriftlich bei der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Vertrieb FORSCHUNG FRANKFURT, widerrufen kann und zur Wahrung der Frist die rechtzeitige Absendung des Widerrufs genügt. Ich bestätige diesen Hinweis durch meine zweite Unterschrift.

Datum

Unterschrift

- Ich bin damit einverstanden, dass die Abonnementsgebühren aufgrund der obigen Bestellung einmal jährlich von meinem Konto abgebucht werden.

Konto-Nr.

Bankinstitut

Bankleitzahl

Ort

Datum

Unterschrift

- Ich zahle die Abonnementsgebühren nach Erhalt der Rechnung per Einzahlung oder Überweisung.

Bitte richten Sie Ihre Bestellung:
An den Präsidenten der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
»FORSCHUNG FRANKFURT«
Postfach 11 19 32, 60054 Frankfurt

»Neue Väter – andere Kinder?«

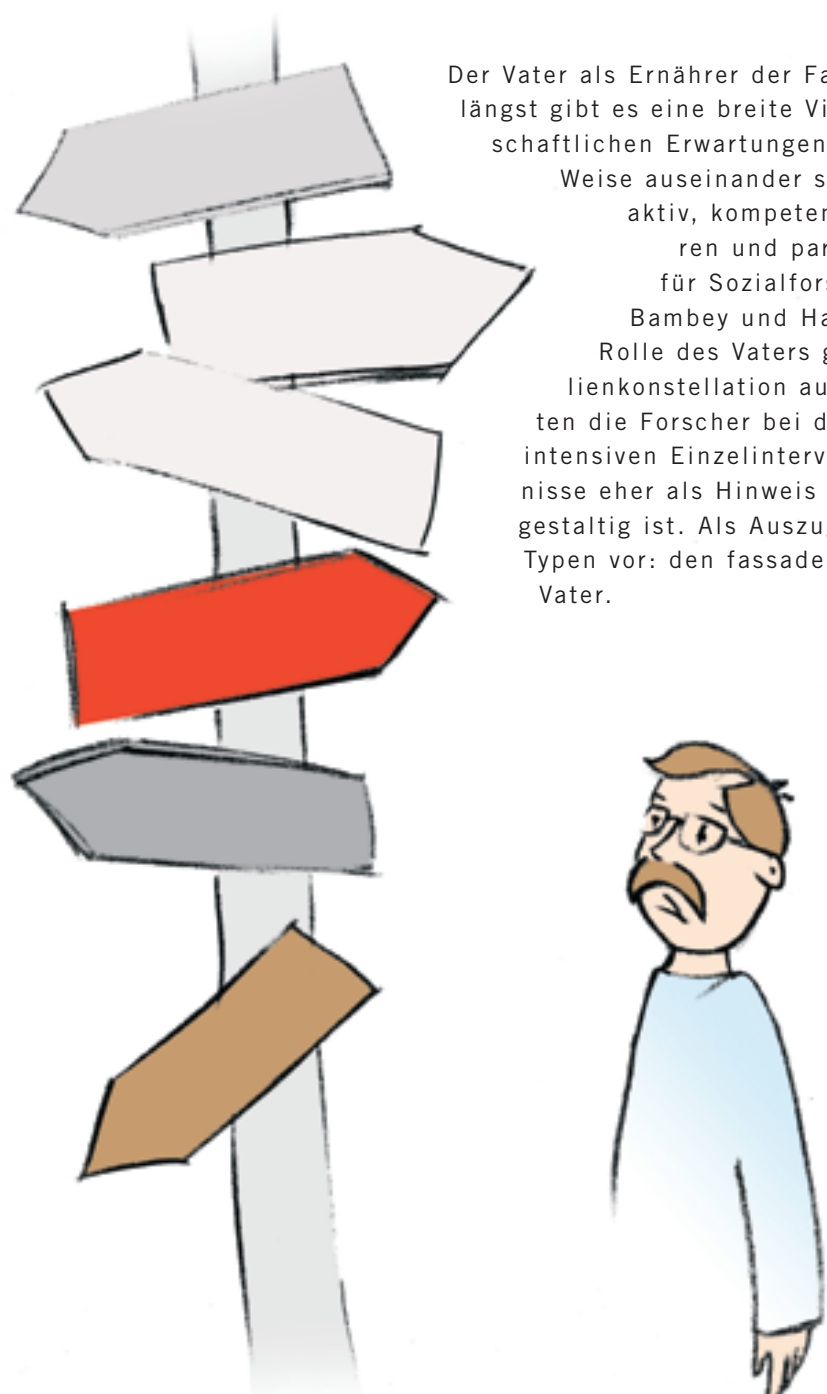
Das Vaterbild im Umbruch – Zwischen gesellschaftlichen Erwartungen und realer Umsetzung

von Andrea Bambey
und Hans-Walter Gumbinger

Der Vater als Ernährer der Familie hat noch immer nicht ausgedient, aber längst gibt es eine breite Vielfalt von Vätertypen, die sich mit den gesellschaftlichen Erwartungen an den »neuen« Vater auf sehr unterschiedliche Weise auseinandersetzen. Diese Erwartungen sind hoch: Er soll sich aktiv, kompetent und emotional in der Kindererziehung engagieren und partnerschaftlich agieren. Am Frankfurter Institut für Sozialforschung haben die beiden Soziologen Andrea Bambey und Hans-Walter Gumbinger untersucht, wie sich die Rolle des Vaters gewandelt hat und wie sich dies auf die Familienkonstellation auswirkt. Eine einheitliche Entwicklungslinie konnten die Forscher bei der Auswertung von über 1500 Fragebögen und intensiven Einzelinterviews nicht ausmachen. Sie verstehen die Ergebnisse eher als Hinweis darauf, dass der aktuelle Wandlungsprozess vielschichtig ist. Als Auszug aus ihrem Forschungsprojekt stellen sie drei Typen vor: den fassadenhaften, den randständigen und den egalitären Vater.

Es ist heute nicht mehr selbstverständlich, die elterliche Rolle nach bestimmten gesellschaftlichen Normen und Wertvorstellungen zu gestalten. Die Pluralisierung der familialen Lebensformen bedeutet für den Einzelnen nicht nur eine Zunahme an Optionen, sondern auch den Verlust alter Selbstverständlichkeiten und neue Zwänge, sich mit möglichen Formen der eigenen Lebensgestaltung auseinanderzusetzen. Auch die innerfamiliäre Arbeitsteilung – wer macht was, wer ist wofür zuständig? – ist nicht mehr so klar vorgezeichnet wie noch in der Elterngeneration, und heutige Eltern müssen individuell nach neuen und differenzierteren Antworten und Entwürfen der Lebensführung suchen. Väter – und auch Mütter – verfügen heute oftmals über kein klares Orientierungsmuster, insbesondere in der Generation der eigenen Väter sind keine als geeignet empfundenen Identifikationen zu finden.^{1/}

Mit der Anforderung der Moderne, individuelle Lebensformen zu finden, haben sich auch neue Rollenerwartungen an die Elternschaft entwickelt – für die Väter bedeutet dies: ein höheres Engagement in der Kindererziehung und eine eher egalitäre Einstellung gegenüber ihrer Partnerin. Es besteht ein Spannungsverhältnis



zwischen »neuen« Rollenerwartungen einerseits und teilweise weiterhin bestehender traditioneller Aufgabenteilung in den Familien und Partnerschaften andererseits. Um dies differenziert analysieren zu können, haben wir einen Fragebogen mit der Zielsetzung konzipiert, möglichst vielschichtige Aspekte von Vaterschaft zu erheben. Dabei sollten die Rolle, die Beziehung und die psychologische Dimension berücksichtigt werden. [siehe auch »Ein Forschungsprojekt des Instituts für Sozialforschung«, Seite 29]. Über 1500 Väter beteiligten sich an der Studie und nahmen in einem Fragebogen Stellung zu traditionellen Rollenklischees, aber auch zu ihrer emotionalen Kompetenz, ihrem Einfühlungsvermögen gegenüber ihrem Kind und dem Erleben der Partnerschaft. Darüber hinaus wurden sie befragt, wie sie sich innerhalb der Familie engagieren, welche Position sie dort einnehmen und wie sicher sie sich in ihrer väterlichen Rolle fühlen. Auch die Einstellung der Väter zur Herkunftsfamilie wurde untersucht.

Im Anschluss daran wurden Interviews mit Elternpaaren geführt. Damit konnte den auf der Basis einer Clusteranalyse **1** ermittelten Vätertypen ebenso zusätzlich Kontur verliehen werden wie den familialen Konstellationen. Die Interviews widmeten sich vor allem den Themen:

- individuelles Erleben der Elternschaft
- Beziehung zum Kind
- Bedeutung der Herkunftsfamilie für die eigene Elternschaft
- Zufriedenheit mit der Paarbeziehung und
- normative Erwartungen an Elternschaft und insbesondere Vaterschaft

Darüber hinaus wurden ein leitfadenorientiertes Interview sowie ein psychologischer Test, der Schwarzfuß-Test^{2/}, mit einem Grundschulkind der jeweils ausgewählten Familien vorgenommen. Im Mittelpunkt standen die Beziehungen zu den Eltern und die Position des Kindes innerhalb der familialen Triade, Autonomiewünsche und -konflikte, Gerechtigkeitsvorstellungen und Vorstellung zur eigenen Persönlichkeit.

Aus dieser breit angelegten Untersuchung können wir hier nur ausschnitthaft berichten und wollen lediglich den Typus des fassadenhaften, des randständigen und des egalitären Vaters umreißen. Ausführlich werden alle Vätertypen beziehungsweise die Ergebnisse der Eltern- und Kinderinterviews in Form von Familienporträts in einer Buchpublikation dargelegt, die derzeit in Vorbereitung ist.

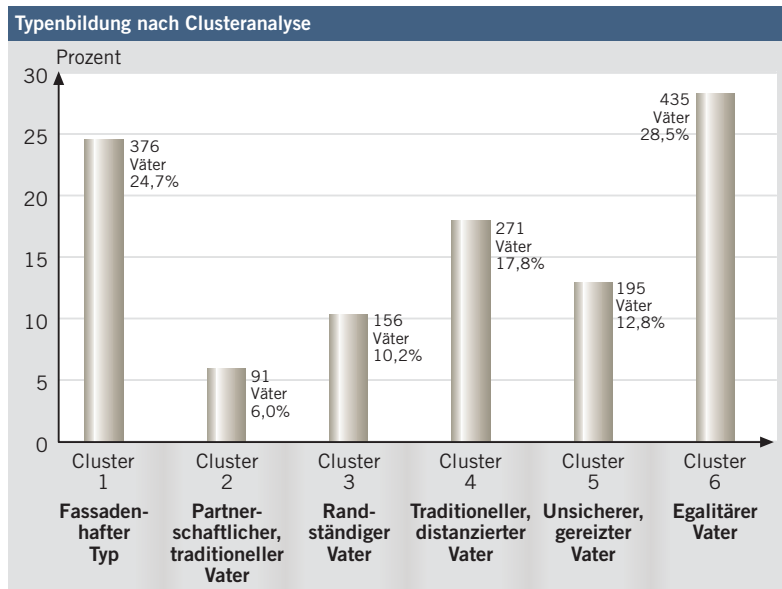
Der fassadenhafte Vater

Dieser Typus distanziert sich von einem traditionellen Rollenverständnis; sein Verhältnis zum Kind schätzt er positiv ein, und er sieht sich von seiner Partnerin hoch akzeptiert. Wenngleich der fassadenhafte Vater in diesen statistisch ermittelten Hinsichten ein unauffälliger Typus ist, stellt er möglicherweise unter zeitdiagnostischer Perspektive ein interessantes Signum des familialen Wandels dar. Darauf weisen die folgenden Ergebnisse der qualitativen Analyse hin.

Der fassadenhafte Vater, der sich oftmals erst nach einigem Zögern zur Vaterschaft entscheidet, hat meist eine sehr klischeehafte Vorstellung von Familie, die in ihren Grundzügen stark idealisiert ist. Entgegen dem im Interview formulierten Selbstverständnis folgt er in der



Praxis einem traditionellen Rollenmodell, nach dem hauptsächlich die Mutter die Erziehung der Kinder übernimmt. Dieser Typus hat nur eine sehr diffuse Vorstellung davon, wie er als Vater sein will. Er ist in Erziehungsfragen oft überfordert und hat keine hinreichenden Lösungen, um Alltagsprobleme zu bewältigen. Hinter der Fassade des fürsorglichen, überlegenen und gewissenhaften Vaters zeigt er sich eher hilflos. Seine Partnerin nimmt diese Hilflosigkeit oft intuitiv wahr und unterstützt ihn auf ganz unauffällige Weise. Männer dieses Typus beschreiben ihre Vaterschaft in einer objektivierenden Sprache: Sie habe sich aus der »Lebenssituation« heraus und »mit einem gewissen Werde-



1 Mit dem Verfahren der Clusteranalyse können Merkmalskombinationen in einem Datensatz gruppiert werden. Dazu werden Objekte aufgrund ihrer Ähnlichkeit bezüglich der gemessenen Variablen zusammengefasst. Dies geschieht auf der Grundlage von Distanz- oder Ähnlichkeitsmaßen. Väter, die in einem Fragebogen ähnlich geantwortet haben, werden auf diese Weise zu Gruppen zusammengezogen. Das ist die Basis für die Bildung einer Typologie, die allerdings erst im Zuge einer detaillierten Interpretation der zunächst rein statistisch gebildeten »Klumpen« Aussagekraft gewinnen kann. Typologien können einen wichtigen Beitrag dazu leisten, komplexe soziale Realitäten und Sinnzusammenhänge zu erfassen.

gang« entwickelt. Da sie oft wenig emotionalen Zugang zu ihren Kindern und auch zu erzieherischen Fragen haben, versuchen sie dies mit einer besonders »experienthaften« und reflektierenden Haltung auszugleichen.

Sie orientieren sich am Leitbild einer engagierten Vaterschaft, wollen also durchaus mehr als der Brotverdiener sein. Ihr Erziehungs- und Vaterschaftskonzept bewegt sich dagegen auf der Ebene des »good guy« und »Freundes der Kinder«. Sie identifizieren sich nur oberflächlich mit einer empathischen Vaterschaft, entwickeln jedoch keine entsprechende Praxis. Ihr Vaterbild, das sich von traditionellen Mustern abgrenzt, ist daher überwiegend kognitiv geprägt, auf affektiver Ebene dagegen eher flach. So werden oft kognitive Vorstellungen von Erziehung umgesetzt, was eine empathische Haltung gegenüber dem Kind eher einschränkt. Die Vater-Kind-Beziehung ist im Vergleich zur Mutter-Kind-Beziehung oberflächlicher: Der Vater nimmt emotional weniger Anteil am Leben des Kindes, zieht sich zurück und stellt die Erfüllung eigener Bedürfnisse in den Vordergrund. Der fassadenhafte Vater findet keine eigenständige Haltung, sondern sucht seine Position zwischen den Erwartungen seiner Partnerin und den allgemein gesellschaftlich wahrnehmbaren Rollenanforderungen.

Oft dirigieren die Mütter diese Väter in sehr instruktiver Weise, schon indem sie ihnen nur begrenzt Erziehungsaufgaben zumuten, aber auch durch eine wohlwollende Unterstützung im Alltag. Da die Eltern ähnliche Erziehungsvorstellungen haben, gibt es zudem vergleichsweise wenig Konflikte. Der Vater ist allerdings für viele Lebensbereiche der Kinder eher ein blosses Vorbild, insbesondere wenn es darum geht, sich von der Mutter zu lösen. Der Vater entlastet seine Partnerin nur selten, was eine stärkere emotionale Verstrickung der Kinder mit der Mutter begünstigt. In dieser schwachen väterlichen Position scheinen auch die in diesem Cluster auffallenden Ängste der Kinder vor neuen Situationen ihre Ursache zu haben.

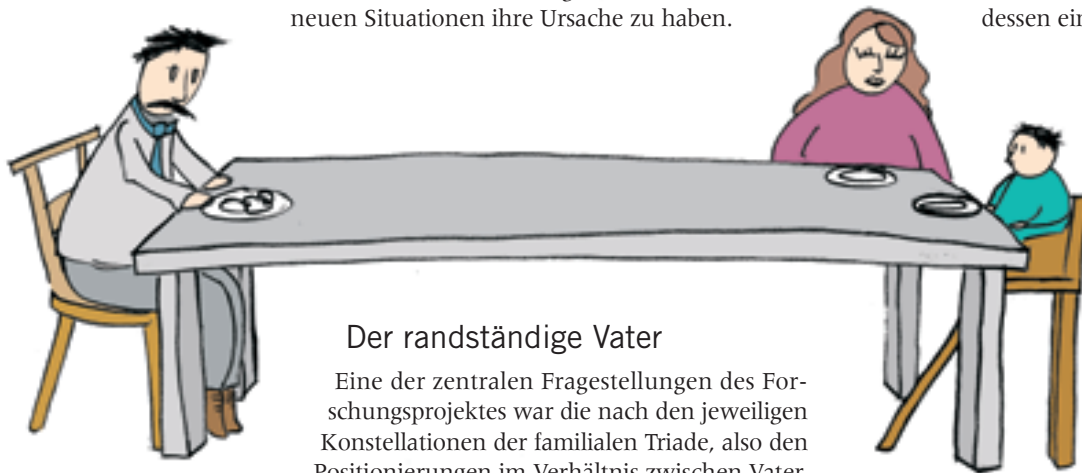
ziehung, als es die übrigen befragten Väter tun. Er selbst ist nicht sehr zufrieden mit dem Familienleben und drückt eine gewisse Unsicherheit gegenüber seiner väterlichen Position aus.^{13/}

Dieses Ergebnis der Clusteranalyse war insofern von besonderem Interesse, als ein Vater, der sich mehr in der Familie engagieren will und damit das traditionelle Rollenmodell verlässt, durchaus auf ein Unbehagen bei der Mutter stoßen kann. Eine Mutter mit einem traditionellen Rollenverständnis kann dies als Eingriff in ihren Kompetenzbereich erleben. Und in der Tat glaubt sich der randständige Vater in seinem Engagement von der Mutter erheblich in Frage gestellt. Er ist davon überzeugt, dass seine Partnerin seinen erzieherischen Kompetenzen misstraut, und seiner Wahrnehmung nach möchte die Mutter ihn aus der Beziehung zum Kind sogar tendenziell ausschließen. In seiner Art, sich mit dem Kind zu beschäftigen, fühlt er sich von seiner Partnerin kritisiert. Er geht ohnehin davon aus, dass die Beziehung zum Kind für seine Partnerin wichtiger ist als die Partnerschaft. Es ist allerdings gut möglich, dass die Kritik der Partnerin sich weniger auf seine Vaterrolle bezieht denn auf ihn als Partner. Tatsächlich nimmt der randständige Vater in der Partnerschaft – dies wurde durch eine weitere Skala gemessen – große Spannungen wahr. Seine Beziehung zum Kind ist vergleichsweise »unauffällig«, er ist nur etwas ungeduldig. Er favorisiert zwar nicht die traditionelle Rollenverteilung, betrachtet allerdings emanzipierte Frauen als eher abträglich für das Zusammenleben in der Familie.

Aufgrund der statistischen Daten kann nicht geklärt werden, ob der Vater tatsächlich von der Mutter aus der Rolle des Erziehers herausgedrängt werden soll, weil sie sich in ihrer Mutterrolle eingeschränkt sieht, wie dies in dem Phänomen des »gatekeeping« (die Tendenz der Mutter, den Vater auszuschließen) diskutiert wurde.^{14/} Die qualitative Analyse erbrachte indes einen überraschenden Befund in diesem

Punkt: In den Interviews zeigten sich die randständigen Väter viel mehr als im Fragebogen einem traditionellen Familienmodell verpflichtet. Auch wenn beispielsweise ein Vater seine Arbeitszeit zur Betreuung der Kinder deutlich reduziert hatte, hielt er dennoch stark an der Wunschvorstellung fest, er möge allein der Ernährer der Familie sein. Während die Clusteranalyse eher das Bild eines Vaters zeichnete, der sich tendenziell ausgeschlossen fühlt, gaben sich die Partnerinnen in den Interviews meist enttäuscht, dass er

sich so wenig beteiligte, und fühlten sich eher im Stich gelassen. Die Vorstellung der Väter, ihre Partnerinnen kämen gut ohne sie zurecht, erwies sich als Schutz vor der Erkenntnis, sich selbst aus der Kindererziehung zurückgezogen zu haben. Diese Männer zeigen sich sehr empfindlich gegenüber Enttäuschungen, insbesondere dann, wenn sie ihre traditionellen Lebensvorstellungen nicht durchsetzen können. Sie passen sich entweder den Vorstellungen der Partnerin an oder suchen ihre Zuflucht in der Position des Ernährers.



Der randständige Vater

Eine der zentralen Fragestellungen des Forschungsprojektes war die nach den jeweiligen Konstellationen der familialen Triade, also den Positionierungen im Verhältnis zwischen Vater, Mutter und Kind. Die Skala »Akzeptanz« in unserem Fragebogen sollte Aufschluss darüber geben, ob sich der Vater in seiner Beteiligung an der Erziehung erwünscht sieht, oder ob sein Engagement eher auf Skepsis bei der Mutter stößt. Der von uns gefundene Typus des randständigen Vaters fühlt sich nun – im Vergleich zum Sample – wenig akzeptiert, in der Dreier-Beziehung eher am Rand stehend.

Eigentümlicherweise geht dieser Typus zugleich davon aus, dass seine Partnerin eine größere Beteiligung seinerseits an der Erziehung wünscht. Überdies hält er seine Partnerin für weniger kompetent in der Er-



Der egalitäre Vater

Dieser Typus unterscheidet sich deutlich von allen anderen. Bereits auf der Grundlage der statistischen Auswertung zeigt sich bei diesem Cluster – das auch das größte des Samples ist – ein deutlicher Abstand zu allen übrigen Gruppen. Diese Väter nehmen sich als partnerschaftlich, dem Kind zugewandt, geduldig und als von der Partnerin hoch akzeptiert wahr. Traditionelle Rollenklischees lehnen die egalitären Väter ab, und sie fühlen sich in ihrer Rolle sicher. Dieser Typus schreibt sich selbst ein hohes Engagement und emotionale Kompetenz zu. Die Qualität der familialen Beziehungen und die der Partnerschaft bewertet er als ausgesprochen gut.

In den auf den Fragebogen folgenden Interviews machten diese Väter deutlich, dass sie bestrebt sind, ein Konzept von Vaterschaft zu realisieren, das von emotionaler Kompetenz und reflexiver Auseinandersetzung mit der väterlichen Rolle getragen ist. Oftmals bildet die Beziehung zum eigenen Vater und dessen Erziehungskonzept den Ausgangspunkt, sich mit der eigenen Praxis auseinander zu setzen.

Die Erziehung des Kindes wird als ein in der Partnerschaft gemeinsam und in egalitärer Aufgabenteilung gestaltetes Projekt aufgefasst. Die Beziehung zum Kind ist für den Vater von hoher Bedeutung – auch für das eigene Selbstverständnis. Es ist diesen Vätern auch sehr wichtig, Erziehungsfragen und -konflikte mit hoher Flexibilität zu lösen. Die mitunter auch spannungs- und konfliktreichen Aushandlungsprozesse der familialen Rollenaufteilung sind von dem Grundverständnis getragen, größtmögliche Chancen zur eigenständigen Lebensgestaltung für alle Familienmitglieder zu ermöglichen. Gemeinsam mit der Partnerin streben diese Väter – auch bei hoher beruflicher Belastung – an, Alltagsorganisation und emotionale Zuwendung zum Kind nicht zur alleinigen Aufgabe der Mutter werden zu lassen.

In der Praxis ließ sich dies jedoch nicht immer konsequent durchhalten, die elterliche Rollenaufteilung trug in einigen Familien doch stark traditionelle Züge bis hin zu traditionellen Arrangements, die mit beruflichen oder finanziellen Zwängen erklärt werden. In den Interviews beobachteten wir, dass Männer wie Frauen ihre



Ein Forschungsprojekt des Institutes für Sozialforschung

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierte Forschungsprojekt »Neue Väter – andere Kinder? Vaterschaft, familiale Triade und Sozialisation« startete 2003 und wurde vor einigen Wochen abgeschlossen. Zielsetzung war es, in unserer Gesellschaft anzutreffende Formen von Vaterschaft detailliert zu untersuchen, um so das Spektrum heutigen Vaterseins genauer in den Blick nehmen zu können. Ein weiterer Gegenstand der Untersuchung war die Frage, ob sich aus den Veränderungen heutiger Vaterschaft Konsequenzen für die familiale Triade insgesamt, insbesondere für die Sozialisation der Kinder, ergeben. In einem ersten Schritt wurde eine differenzierte Väter-Typologie erarbeitet, die sich aus der Auswertung der mehr als 1500 Fragebogen ergab, die Väter von Grundschulkindern aus dem Rhein-Main-Gebiet ausgefüllt hatten. Diese Typologie wurde anschließend durch qualitative Interviews mit Elternpaaren vertieft und mit weiteren Fragestellungen verknüpft. Darüber hinaus wurden auch Kinder dieser Elternpaare interviewt.

Das Projekt passt sich in das Forschungsprogramm des Instituts für Sozialforschung ein, das von einem Institutsrat geleitet wird und dessen geschäftsführender Direktor seit 2001 Prof. Dr. Axel Honneth ist. Die verbindende Absicht der empirischen Projekte des Instituts ist eine breit gefächerte Analyse von »Paradoxien kapitalistischer Modernisierung«. Damit ist die Untersuchung solcher sozioökonomischen, politischen und kulturellen Prozesse gemeint, durch die normative Fortschritte, die in den vergangenen Jahrzehnten in den westlichen Demokratien in Gang gekommen sind, hintertrieben oder konterkariert werden.

Einer der Forschungsschwerpunkte des Instituts für Sozialforschung konzentriert sich auf den gegenwärtigen familialen Wandel und veränderte Sozialisationsbedingungen. Es werden beispielsweise die Strukturen der Alltagskooperation in Partnerschaften erforscht oder die Arbeits- und Lebensbedingungen in Familienbetrieben von Migranten-Familien.

Prägung durch geschlechtsspezifische Rollenmuster nicht gänzlich abstreifen können. Das egalitäre Selbstverständnis der Väter führt zuweilen auch zu einer mehr normativen als emotional-empathischen Orientierung an den kindlichen Bedürfnissen. Die Väter neigen dann zur Überforderung des Kindes im Hinblick auf dessen Selbstständigkeit. Zu beobachten sind allerdings auch Konstellationen, in denen der Vater der stärkere emotionale Bezugspunkt für das Kind ist, die Mutter zeitlich wie emotional weniger zur Verfügung steht.

Die Väter dieses Clusters setzen sich mit der gesellschaftlich wirksamen Neudefinition ihrer Rolle offensiv auseinander: Sie streben emotionale Kompetenz ebenso wie egalitäres Zusammenleben in Familie und Partnerschaft nicht als abstrakte Norm an – wie dies etwa für den Typus des fassadenhaften Vaters gilt. Sie wollen dieses Konzept trotz aller Hindernisse auch umsetzen.

Weitere Vätertypen: Partnerschaftliche, traditionelle, und unsichere Väter

Weitere Typisierungen können wir hier nur kurz ansprechen. Der partnerschaftliche, traditionelle Vater zeigt auf der rein statistischen Ebene in vielerlei Hinsicht

große Übereinstimmung mit dem egalitären Vater. So ist er in der Erziehung stark engagiert, ist ein geduldiger Vater und wird von seiner Partnerin in hohem Maße akzeptiert. Lediglich auf der Skala Traditionalismus/Geschlechtsrollenorientierung wird eine leichte Neigung zu traditionellen Rollenvorstellungen kenntlich, die der egalitäre Vater dagegen stark ablehnt. Im Fragebogen gaben Väter dieses Typs an, keinen entschiedenen Kinderwunsch gehabt zu haben. Die Vaterschaft verändert jedoch ihre Identität grundlegend, der partnerschaftliche Vater richtet sein Leben insgesamt stark danach aus, der Fürsorge der Kinder gerecht zu werden. Die Differenz zum egalitären Vater macht sich unter anderem am gleichzeitigen Beharren an männlich geprägten Rollenvorstellungen in der Erziehung fest.

Der traditionelle, distanzierte Vater sieht seine Aufgabe insbesondere darin, für den Unterhalt der Familie zu sorgen, er verbindet damit überhaupt ein traditionelles Rollenverständnis. Für Alltagsfragen der Betreuung und Erziehung der Kinder ist in allererster Linie die Mutter zuständig, insbesondere auch für die emotionale Zuwendung. Die Väter sind – auch in ihrer Selbstbeschreibung – emotional distanziert, gestalten die Beziehung zum Kind eher über gemeinsame sportliche Aktivitäten oder technische Interessen.

Der unsichere, gereizte Vater findet nur schwer seine väterliche Identität und ist in seiner väterlichen Rolle stark verunsichert. Er reagiert in aller Regel ungeduldig und stark gereizt auf Bedürfnisse des Kindes und fällt daher durch das problematischste Vater-Kind-Verhältnis der gesamten Untersuchung auf. Zwar stehen diese Väter den Anforderungen, die mit dem Bild einer neu definierten Vaterschaft verbunden sind, im Grunde abgeschlossen gegenüber, sie befinden sich jedoch oftmals mit traditionellen Orientierungen dieser Väter im Widerstreit. Nicht zuletzt deswegen stoßen sie in der Umsetzung einer emotional kompetenten Vaterschaft an Grenzen.

Die Untersuchung hat ein breites Spektrum hoch unterschiedlicher Ausgestaltungsformen von Vaterschaft ergeben. Für den familialen Wandlungsprozess sind die dabei aufscheinenden Formen von gradueller Vaterlosigkeit, wie



Die Autoren



Andrea Bambey, 45, Diplom-Soziologin, studierte zunächst Lehramt und dann Soziologie an der Universität Frankfurt. Sie hat für eine Reihe von Jahren als parlamentarische Referentin in den Bereichen Hochschul-, Bildungs-, Kinder- und Jugendpolitik gearbeitet. Bambey ist Mitarbeiterin am Institut für Sozialforschung in Frankfurt und arbeitete zuletzt in einem Forschungsprojekt zum Thema »Neue Väter – andere Kinder? Vaterschaft, familiale Triade und Sozialisation«. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Familiensoziologie und Sozialisationsforschung.

Hans-Walter Gumbinger, 48, Diplom-Soziologe, studierte Soziologie in Frankfurt. Wie Andrea Bambey war er als Mitarbeiter am Institut für Sozialforschung verantwortlich am

Forschungsprojekt »Neue Väter – andere Kinder? Vaterschaft, familiale Triade und Sozialisation« beteiligt. Zuvor war er 14 Jahre in einem psychoanalytisch orientierten Projekt der Sozialpädagogischen Familienhilfe beschäftigt, in dem er auch jetzt wieder mitarbeitet. Aufgrund der häufigen Abwesenheit von Vätern in den durch soziale Arbeit betreuten Familien und den entsprechenden Symptomen und Auffälligkeiten bei den Kindern entwickelte sich sein Interesse, die Vaterschaft wissenschaftlich genauer zu untersuchen. Mit einem Lehrauftrag an der Fachhochschule Fulda zu Themen der Entwicklungspsychologie und der Sozialen Arbeit konnte er diese Zusammenhänge weiter vertiefen. Neben einer Veröffentlichung zur Problematik der familialen Triade und Vaterlosigkeit behandelte er in zwei weiteren Veröffentlichungen den Zusammenhang der Sozialen Arbeit mit der Theorie der Anerkennung von Axel Honneth. Seine Forschungsschwerpunkte sind Familiensoziologie und Sozialisationsforschung.

dies in einigen Aspekten für den fassadenhaften wie auch für den randständigen Vater gelten könnte, von besonderem Interesse. Um den Wandel der Vaterschaft detailliert untersuchen zu können, müssen diese aber mit sozialstrukturellen Prozessen, wie sie beispielsweise Mitscherlich für seine Analyse der »vaterlosen Gesellschaft« zum Ausgangspunkt nahm, noch stärker verbunden werden. Mitscherlich sah in der fortschreitenden »Arbeitsfragmentierung im Zusammenhang mit maschineller Massenproduktion und administrativer Massenverwaltung«, der Trennung von Erwerbs- und Familienleben sowie zunehmend degradiertem beruflichem Status des Vaters die Ursache für dessen innerfamilialen Autoritätsverlust. Dieser wirkte für Mitscherlich wiederum auf die gesellschaftlichen Verhältnisse zurück. Der Sozialisationsraum der Familie, der die Herausbildung eines autonomen Ichs gewährleistete, zerfiel, und infolge innerer Orientierungslosigkeit nahmen Konformität und »Außenleitung« der Individuen zu. (Frei-

lich ist die einseitige Bindung dieser Analyse an die patriarchale Vaterfigur zu kritisieren).^{15/}

Dieser Tendenz scheinen heute sowohl das normative Leitbild als auch empirisch auffindbare individuelle Ausgestaltungen von Vaterschaft (etwa des egalitären Vaters) entgegenzustellen, der Typus des fassadenhaften Vaters wirft die Fragestellung eines tendenziell entleerten Vaterbilds jedoch erneut auf.



Literatur

^{11/} Matzner, M., Vaterschaft aus der Sicht von Vätern, Wiesbaden 2004.

Durchführung, Deutung und Auswertung, München Basel 1992.

Vater. Sozialwissenschaftliche Erkundungen einer prekären Familienkonstellation, in:

Dammasch, F., Metzger, H.-G. (Hrsg.), Die Bedeu-

tung des Vaters, Psychoanalytische Perspektiven, Frankfurt 2006.

^{14/} Allen, S. M., Hawkins, A. J., Maternal Gatekeeping:

Mothers' Beliefs and Behaviors That Inhibit Greater Father Involvement in Family Work, in: Journal of Marriage and the Family, Vol. 61, No. 1 (Feb. 1999).

^{15/} Mitscherlich, A., Auf dem Weg zur vaterlosen Gesellschaft, Ideen zur Sozialpsychologie, Weinheim Basel Berlin 2003.

Anzeige



Your exceptional talent drives our success. It starts with you.

What keeps UBS at the forefront of global financial services? Your skills, commitment and ambition to be the best. Our innovation comes from your creativity and appetite for challenge. The ideas you share with colleagues help develop the products and services that sustain our market leadership positions across Europe, the Americas and Asia Pacific. A dynamic and diverse environment provides you with every opportunity to fulfill your potential and further our achievements. Industry-leading training programs help you to hit the ground running. How far you go is up to you.

It starts with you:
www.ubs.com/graduates

Wealth Management | Global Asset Management | Investment Bank

You & Us



Wie sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe uns vor Krankheiten schützen

Von molekularen Wirkmechanismen zu neuen Medikamenten



Von Jürgen M. Stein, Manfred Schubert-Zsilavecz, Dieter Steinhilber, Holger Stark und Oliver Werz

Garten- oder Medizinal-Salbei (links) und Rosmarin (rechts). Nicht nur in der Küche, sondern auch in der Volksmedizin sind Salbei- und Rosmarinpflanzen wegen ihrer entzündungshemmenden und verdauungsfördernden Wirkung geschätzt. Die Arbeitsgruppe von Manfred Schubert-Zsilavecz hat sie inzwischen auch für die Behandlung der Typ-2-Diabetes entdeckt.

Wirkungen von Heilpflanzen, Gewürzen, Tees und Lebensmitteln werden in der Naturheilkunde seit der Antike genutzt. Pharmakologisch wirksam sind in der Regel nur die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe. Diese in den oft aus vielen Bestandteilen zusammengesetzten Naturstoffen aufzuspüren und ihren molekularbiologischen Wirkungsmechanismus im Körper aufzuklären, ist das Ziel eines Forschungsnetzwerks am Frankfurter ZAFES (Zentrum für Arzneimittelforschung, -Entwicklung und -Sicherheit). So konnten Pharmazeuten und Kliniker gemeinsam herausfinden, wie ein Bestandteil des Rotweins, das Resveratrol, vor Darmkrebs schützt. Die Inhaltsstoffe von Salbei und Rosmarin bieten vielversprechende Ausgangspunkte für neue Medikamente gegen Altersdiabetes. Weihrauch, Myrte und Johanniskraut enthalten Wirkstoffe, die Schlüsselenzyme für Entzündungsreaktionen – etwa bei rheumatischen Beschwerden – hemmen.

Bekanntermaßen sind in unseren Lebensmitteln neben Wasser, Kohlenhydraten, Proteinen, Fetten, Vitaminen und Mineralstoffen weitere Inhaltsstoffe enthalten. Diese lange – aufgrund fehlender Kenntnis – als nicht-nahrhafte und daher als sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe benannten Substanzen sind, ähnlich wie die Vitamine zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts, in den letzten Jahren aufgrund zahlreicher epidemiologischer Beobachtungen zunehmend in den Fokus der biomedizinischen Wissenschaft gerückt.

Die im englischen Sprachraum auch als »Phytochemicals« bezeichneten Verbindungen sind ein Paradebeispiel dafür, dass Lebensmittel weitaus vielfältigere Wirkungen auf die Gesundheit besitzen als angenommen. Diese Stoffe sind von jeher Bestandteile der menschlichen Ernährung, ihre ernährungsphysiologische Bedeutung wird allerdings erst allmählich erkannt. Der Vermutung, dass bestimmte Pflanzeninhaltsstoffe – je nach Dosierung – gesundheitsfördernde oder -schädigende Wirkungen haben, konnte erst mit der Entwicklung

hochempfindlicher Analysemethoden näher nachgegangen werden. So kam es zur Isolierung und Charakterisierung organischer Moleküle, die als bioaktive Substanzen bezeichnet werden. Es wurde möglich, die gesundheitsfördernden Aspekte in Zell- und Gewebekulturen sowie in Tiermodellen zu untersuchen.

Wie bei den Vitaminen zeigt sich auch hier schrittweise, welchen Nutzen sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe besitzen und wie dies im Hinblick auf die langfristige Gesunderhaltung zu bewerten ist.

Einteilung und Vorkommen

Bis heute fehlt eine einheitliche Definition des Begriffs »sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe«. Es handelt sich um Substanzen, die im Gegensatz zu den primären Pflanzenstoffen (Kohlenhydrate, Proteine und Fette) im sekundären Stoffwechsel von Pflanzen als Farb-, Abwehr- und Schutzstoffe sowie als Wachstumsregulatoren eine Rolle spielen. Sie kommen nur in geringen Konzentrationen vor und üben häufig pharmakologische Wirkungen aus. Es wird vermutet, dass etwa 60 000 bis 100 000 sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe in der Natur existieren. Bisher wurden allerdings nur etwa 5 Prozent der Pflanzen auf der Erde auf diese Inhaltsstoffe näher untersucht.

Chemisch handelt es sich um höchst heterogene Substanzen. Inzwischen teilt man die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe im Wesentlichen aufgrund ihrer chemischen Struktur oder Biosynthese ein, berücksichtigt aber auch ihre funktionellen Eigenschaften. Entsprechend ist die Klassifikation in chemischer Hinsicht nicht stringent (Tab. 1). Je nach Pflanzenfamilie finden sich typische Verbindungsklassen, wie schwefelhaltige Stoffe in Knoblauch und Zwiebelgewächsen. Viele dieser Substanzen sind für den spezifischen Geruch, den Geschmack oder die Farbe der jeweiligen Pflanze verantwortlich. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe kommen in den Pflanzen nur in sehr geringen Mengen vor, so dass die Gesamtaufnahme mit der Nahrung nur bei weniger als 1,5 Gramm pro Tag liegt. Von den bislang rund 30 000 bekannten sekundären Pflanzeninhaltsstoffen sind nach Schätzungen etwa 5000 bis 10 000 natürlicherweise in der menschlichen Ernährung enthalten.

Gesundheitsfördernde Wirkungen sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe

Eine Fülle von experimentellen und epidemiologischen Befunden macht deutlich, dass ein erhöhter Verzehr pflanzlicher Lebensmittel gesundheitliche Vorteile mit sich bringt. Die positiven Auswirkungen einer obst- und gemüsereichen Kost auf die Erkrankungshäufigkeit zeigen sich besonders deutlich bei epithelialen Tumoren (beispielsweise der Haut oder des Darms) sowie Herzkreislauf-Erkrankungen. Diese protektiven Effekte werden vermutlich zu einem Großteil durch sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe vermittelt. So können sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe die Tumorentstehung auf verschiedenen Ebenen beeinflussen. Die Erkenntnisse über die gesundheitsfördernden Wirkungen dieser Stoffe basie-

2 Stilbene wie Resveratrol und Piceatannol schützen nach neueren Erkenntnissen vor Krebs. Insbesondere bei Darmkrebs hat Resveratrol, das in hohen Konzentrationen im Rotwein vorkommt, eine vorbeugende Wirkung.

ren überwiegend auf epidemiologischen Untersuchungen (Beobachtungsstudien). 1 Für einige Substanzgruppen wurden inzwischen die zugrunde liegenden molekularen Wirkungsmechanismen aufgedeckt.

Polyphenole und Stilbene

Die Polyphenole umfassen verschiedene Substanzen, die basierend auf der Struktur des Phenols, die chemische funktionelle Gruppe mehrfach enthalten. In erster Linie sind dies die Phenolsäuren (zum Beispiel Kaffee-

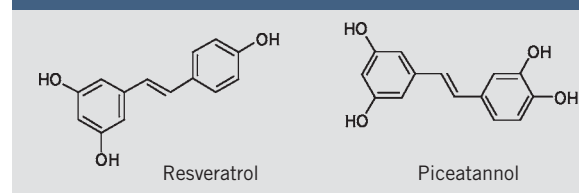
Bioaktive Substanzen und ihre möglichen Wirkungen										
Bioaktive Substanzen	antikancerogen	antimikrobiell	antioxidativ	antithrombotisch	immunmodulierend	entzündungshemmend	Blutdruck regulierend	Cholesterinspiegel senkend	Blutglukosespiegel senkend	verdauungsfördernd
Sekundäre Pflanzenstoffe										
Carotinoide	X		X		X			X		
Phytosterine	X							X		
Saponine	X	X			X			X		
Glukosinolate	X	X						X		
Polyphenole	X	X	X	X	X	X	X		X	
Protease-Inhibitoren	X		X							
Monoterpene	X	X								
Phytoöstrogene	X		X							
Sulfide	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Phytinsäure	X		X		X				X	
Ballaststoffe	X				X			X	X	X
Substanzen in fermentierten Lebensmitteln	X	X	X		X			X		

ren Ferula- und Ellagsäure) und die Flavonoide (Flavonole, Flavone, Anthozyane), aber auch Stilbene (Resveratrol, Piceatannol) 2 können den Polyphenolen zugerechnet werden. Während Flavonole und Flavone Pflanzen eine gelbe Farbe geben, sind Anthozyane für eine rote, blaue und violette Färbung verantwortlich. Bei den Flavonolen ist vor allem das Quercetin vorherrschend, bei den Flavonen ist der häufigste Vertreter das Luteolin, bei den Anthozyanen das Zyanidin.

Bei Stilbenen handelt es sich chemisch gesehen um (E)-1,2-Diphenylethylen-Derivate (Stilbenoide), die häufig als sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe vorkommen. Resveratrol (5-[(E)-2-(4-Hydroxyphenyl)ethenyl]resorcinol beziehungsweise *trans*-3,4',5-Stilbentriol oder 3,4',5-Trihydroxy-*trans*-stilben) hat ein Molekulargewicht von 228,2 g/mol (Gramm pro Mol) und gehört zur Klasse der Phytoalexine (*phyton*, griechisch für: Pflanze, *alexein*, griechisch für: abwehren). Diese sind Schutzstoffe der Pflanze, die erst als Antwort auf Reize biologischer (Pilzbefall), chemischer (Ozon) oder physi-

1 Bioaktive Substanzen und ihre möglichen Wirkungen.

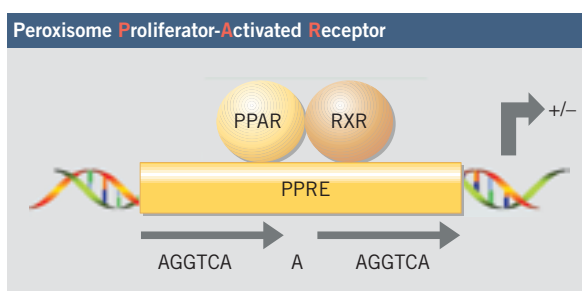
Chemische Strukturen von Resveratrol und Piceatannol



kalischer Natur (UV-Strahlung, mechanische Schädigung) gebildet werden. Chemisch ist Resveratrol der Gruppe der Stilbene zuzuordnen, die sich durch ein niedriges Molekulargewicht (meist 200–300 g/mol) und durch eine fungizide Wirkung auszeichnen.

Vom Guten des Weins

Resveratrol wurde bisher in mindestens 72 Spermatophytenarten nachgewiesen. Hohe Konzentrationen wurden vor allem im Wein und dort speziell im Rotwein gemessen. Dies liegt daran, dass beim Prozess der Rotweinherstellung, im Gegensatz zur Herstellung von Weißwein, die Schale in der Maische mit vergoren wird. In der Schale der *Vitis vinifera*-Beeren (Weintrauben)



sind wiederum die höchsten Konzentrationen an Resveratrol nachzuweisen. Die Resveratrolsynthese in der Traubenschale findet vor allem nach Befall der Pflanze mit *Botrytis cinerea*, einem Schimmelpilz, statt. Langcake und Pryce wiesen Resveratrol erstmals 1976 in den Blättern von *Vitis vinifera* nach. Seine Existenz im Wein selbst wurde erst 1992 nachgewiesen^{16/}. Der Resveratrolgehalt im Wein wird von unterschiedlichen Faktoren wie der Rebsorte, der Stärke des Reizes zur Stilbensynthese, dem Klima, dem Reifegrad der Trauben, den Kelterungsmethoden und der Lagerung beeinflusst.

Neben *trans*-Resveratrol kommen im Wein noch das biologisch weniger aktive *cis*-Resveratrol, Piceid und Astringin (Stilbenglykosid), Pterostilben (3,5-methyliertes Resveratrol), Tetrahydroxystilben (Piceatannol) und ϵ -Viniferin (Resveratrolpolymer) vor. Quantitativ macht hierbei ϵ -Viniferin den Hauptanteil aus. Insgesamt macht Resveratrol etwa 1 Prozent des Gesamtpolyphenolgehalts im Wein aus, der wiederum zu 0,2 Prozent im Rotwein enthalten ist. Die durchschnittliche Resveratrolkonzentration im Rotwein liegt bei zwei bis 40 Mikromol. In frischer Traubenhaut sind 50 bis 100 Mikrogramm Resveratrol pro Gramm enthalten. Weitere Nahrungsquellen für Resveratrol stellen Erdnüsse mit 0,02 bis 1,79 Mikrogramm Resveratrol pro Gramm und in geringerem Maße Eukalyptus dar.

Darmkrebs: Stilbene schützen und heilen

Die antikanzerogenen Eigenschaften des Stilbens Resveratrol wurden erstmals von der Arbeitsgruppe um John M. Pezzuto 1997 in der Zeitschrift »Science« beschrieben^{17/}. In dieser Arbeit wurde eine direkte Hemmung der Cyclooxygenase COX-1 (nicht aber des Isoenzym, der COX-2) mit einer zirka 60fach höheren Potenz als Acetylsalicylsäure (ASS) beschrieben. Im Gegensatz zu anderen nichtsteroidalen Antirheumatika

(NSAR) hemmte Resveratrol zudem die Hydroperoxidaseaktivität der COX-1 und der COX-2.

Tessitore und Mitarbeiter beschrieben im Jahr 2000 die Wirkung von Resveratrol auf die azoxymethaninduzierte Krebsentstehung im Dickdarm. Hierbei handelt es sich um ein Tumormodell in Ratten, das ähnlich wie beim Menschen über verschiedene Vorstufen verläuft – beginnend mit Veränderungen in Vorstufen der Tumorzellen, den so genannten Krypten. Es konnte gezeigt werden, dass das Stilben die Anzahl hyperproliferativer (sich schnell ausbreitender) Krypten im Dickdarm der Versuchstiere reduzierte. Im Bereich dieser potenziellen Krebszellen war, im Gegensatz zu unbehandelten Tieren, in der Resveratrolgruppe eine Zunahme des Proteins Bax (Bcl-2 assoziiertes Protein X) zu verzeichnen.

PPAR (»Peroxisome proliferator-activated receptor«) gehören zur Superfamilie der nukleären Rezeptoren, die nach Bindung eines Agonisten mit dem 9-*cis*-Retinsäure-Rezeptor (RXR) Heterodimere bilden. Diese binden an PPAR-Response-Elemente (PPRE) in Gen-Promotoren und modulieren die Transkription der entsprechenden Gene. PPAR γ wird vornehmlich im Fettgewebe exprimiert und steuert dort neben der Differenzierung von Fettzellen die Fettspeicherung sowie die Freisetzung von Zytokinen, die an der Regulation der Insulinsensitivität beteiligt sind. Glitazone greifen an PPAR γ an.

Dies ist ein Eiweißstoff, der für den Zelluntergang sorgt und somit geschädigte Zellen rechtzeitig aussortiert. So werden potenzielle Krebszellen vorsorglich eliminiert.

Die Arbeitsgruppe von Jürgen Stein hat zusammen mit der französischen Arbeitsgruppe von Francis Raul vom INSERM (Straßburg) an Dickdarmkrebszellen nachgewiesen, dass Resveratrol das Wachstum der Krypten dosisabhängig hemmt. Bei der Suche nach den zugrunde liegenden Mechanismen wurde PPAR γ als molekulares Target (Zielstruktur, auf die das Resveratrol im Körper wirkt) identifiziert. Es handelt sich dabei um einen zur Gruppe der »Peroxisome proliferator-activated receptors« (PPARs) gehörenden Transkriptionsfaktor. PPARs sind Ligand-gesteuerte Transkriptionsfaktoren, die unter anderem die Genexpression der am Zellzyklus beteiligten Enzyme regulieren. Als endogene Liganden für PPARs wurden Eicosanoide beziehungsweise mehrfach ungesättigte Fettsäuren identifiziert. PPARs gehören zur Gruppe der nukleären Hormonrezeptoren, die neben den PPARs auch die Rezeptoren für Schilddrüsenhormone, Retinsäure, Steroidhormone und Vitamin D₃ umfasst^(2/ bis 5/).

In enger Kooperation aller beteiligten Arbeitsgruppen werden derzeit auf der Basis dieser Wechselwirkungen die natürlichen Leitstrukturen von Resveratrol systematisch chemisch verändert und diese Derivate auf ihre biologischen Wirkungen untersucht. Mit Hilfe der Medizinischen Chemie werden gezielt neue Verbindungen untersucht, indem wir verschiedene Varianten durchspielen: unterschiedliche Orientierung der Substituenten an den Doppelbindungen, unterschiedliche Position und Anzahl der Hydroxylgruppen sowie neue Substituenten, die in den Pflanzeninhaltsstoffen nicht oder nur selten vorkommen. Es besteht die Hoffnung, auf diesem Wege Verbindungen zu finden, die noch wirksamer sind als das natürliche Ausgangsprodukt. Wertet man die Aktivitäten der neuen Verbindungen an den untersuchten molekularen Targets pharmakolo-

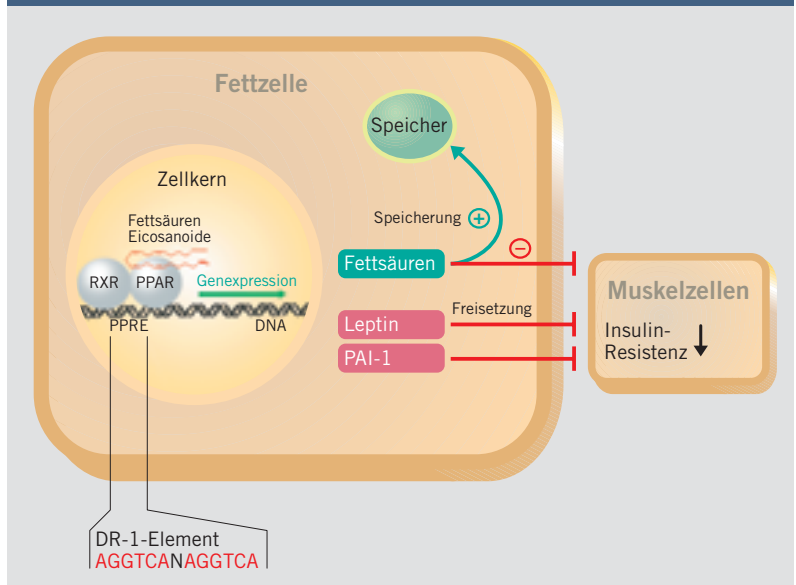
gisch aus, erhält man neue Erkenntnisse über essenzielle chemische Strukturelemente. Über die als vorteilhaft identifizierten Struktur-Wirkungs-Beziehungen können die Substanzen weiter optimiert werden, mit der langfristigen potenziellen Aussicht eines gezielt wirkenden Pharmakons.

Volkskrankheit Diabetes: Neue Wirkstoffe gesucht

Übergewicht und Adipositas sind vor allem Folge der jüngsten dramatischen Veränderungen im aktuellen Lebensstil im Vergleich zu dem der letzten 10 000 Jahre. Unsere Vorfahren, einstmals nomadisierende Jäger und Sammler, wurden zu sesshaften Bauern. Die Technisierung und Industrialisierung unserer Arbeitswelt in den letzten zwei Jahrhunderten führte zudem zu einem dramatischen Rückgang der körperlichen Arbeit. Die genetische Vorgabe, bei übermäßigem Nahrungsangebot Energie nahezu unbegrenzt in Körperfett speichern zu können, war einst ein Selektionsvorteil während langer Hungerperioden. Heute führt das Missverhältnis zwischen genetischer Veranlagung und dem üppigen Nahrungsangebot in Kombination mit Bewegungsarmut zu Adipositas und damit einhergehenden Erkrankungen wie Typ-2-Diabetes mellitus (T2DM – »Altersdiabetes«, die aber zunehmend auch bei Jüngeren auftritt). Die Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt, dass sich aufgrund der geänderten Lebensumstände die Zahl der an Diabetes mellitus Erkrankten weltweit von 143 Millionen im Jahre 1997 bis zum Jahre 2025 auf 300 Millionen verdoppeln wird, wobei das Auftreten des Typ-2-Diabetes mellitus mit dem Auftreten von Adipositas deutlich korreliert.

Bei Typ-2-Diabetikern ist es wichtig, eine der Hauptursachen der Erkrankung, die Insulinresistenz, zu bekämpfen. Insulin ist ein wichtiger Botenstoff des Körpers, der die Zellen über einen erhöhten Blutzucker Spiegel informiert, etwa nach einer Mahlzeit. Normalerweise reagieren Zellen, die über einen Insulin-

Zellulärer Wirkmechanismus von PPAR γ -Agonisten



rezeptor verfügen – beispielsweise Leberzellen – darauf, indem sie Glukose aus dem Blut aufnehmen und verarbeiten. Bei Typ-2-Diabetikern sind die Körperzellen gegenüber einem erhöhten Insulinspiegel »abgestumpft«. Obwohl die genaue Ursache der Insulinresistenz bisher nicht bekannt ist, weiß man aus Tierexperimenten, dass fettreiche Nahrung dazu beiträgt. Bei der medikamentösen Behandlung der T2DM versucht man, die Körperzellen durch die Arzneistoffe Rosiglitazon (Avandia[®]) und Pioglitazon (Actos[®]) erneut zu sensibilisieren. Die beiden »Glitazone« wirken über die Aktivierung des PPAR γ , das auch als Zielstruktur für die krebshemmende Wirkung des Resveratrols identifiziert wurde. PPAR γ -Aktivatoren senken die Konzentration freier Fettsäuren im Blut und vermindern die Freisetzung verschiedener Mediatoren, welche die Insulinwirkung hemmen. Außerdem steigern PPAR γ -Aktivatoren die Verwertung von Glukose und vermindern die Insulin-Resistenz **4**.

4 Zellulärer Wirkmechanismus von PPAR γ -Agonisten. PPAR γ -Agonisten wie Rosiglitazon und Pioglitazon binden an der gleichen Ligandenbindungsdomäne wie die Carboxylfunktion der Fettsäuren.

Anzeige



Mein Leben, meine Ziele, meine Frankfurter Sparkasse

Michael M. und Familie | Pilot | Kunde seit 1989
„Als Pilot und Familienvater entscheide ich mich immer für einen verlässlichen Kurs. Genau berechnete Koordinaten sind für mich deshalb besonders wichtig.“

Das Sparkassen-Finanzkonzept – die sichere Route zum Vermögensaufbau.

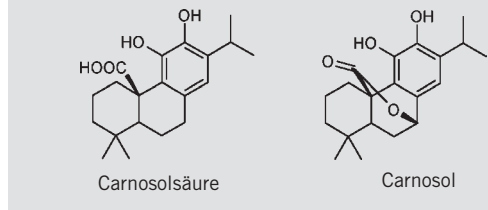
 Frankfurter
Sparkasse 1822

Wirkstoffsuche im Kräutergarten

Auf der Suche nach neuen Leitsubstanzen für die Entwicklung von Wirkstoffen zur Behandlung der Typ-2-Diabetes und Entzündungserkrankungen wurden im Rahmen eines umfassenden Screenings im Arbeitskreis von Schubert-Zsilavec mehr als 50 verschiedene Pflanzen und deren Extrakte hinsichtlich ihrer PPAR-Eigenschaften untersucht. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf Gewürzpflanzen beziehungsweise solchen, die volksmedizinisch zur Behandlung von Diabetes mellitus eingesetzt wurden oder noch immer werden. Bemerkenswert war für einen relativ großen Anteil der untersuchten Pflanzenextrakte eine Aktivierung des PPAR – analog der Wirkung der Glitazone – nachgewiesen werden, wobei die potentesten Effekte für Salbei und Rosmarin beobachtet wurden. Salbei und Rosmarin werden seit dem Altertum als Gewürzpflanzen genutzt. Neben der geschmacklichen Note werden den beiden Pflanzen vor allem verdauungsfördernde Eigenschaften zugesprochen, welche auf die enthaltenen ätherischen Öle zurückzuführen sind. Die medizinische Anwendung von Salbei beschränkt sich in unseren Breiten vor allem auf die unterstützende Behandlung von Entzündungen des Rachenraums. Eine volksmedizinische Anwendung bei Typ-2-Diabetes ist dagegen in Europa nicht bekannt. Wohl aber kennt man diese Anwendung in anderen Regionen der Erde (Mittel- und Südamerika) und konnte sie auch mit tiereperimentellen Untersuchungen plausibel machen.

Die Suche nach den wirksamen Inhaltsstoffen von Salbei und Rosmarin führte zur Identifizierung von Carnosol und Carnosolsäure. **5** Beide Verbindungen sind potente PPAR γ -Agonisten, deren Aktivität in etwa ver-

Chemische Strukturen von Carnosolsäure und Carnosol



5 Wirksam bei Insulinresistenz: Carnosolsäure und Carnosol aus Rosmarin- und Salbeipflanzen.

gleichbar ist mit jener der therapeutisch eingesetzten Wirkstoffe. Die von uns beobachtete Aktivierung des Rezeptorsubtyps PPAR γ durch Gewürze legt die Vermutung nahe, dass sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe Einfluss auf die Glukose- und Lipidhomöostase nehmen. Darüber hinaus legt die Identifizierung von pflanzlichen Insulin-Sensitizern den Grundstein für die Entwicklung neuer Arzneistoffe.

Weihrauch, Myrte und Johanniskraut in der Therapie

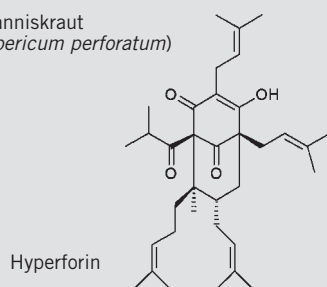
Rheuma, Asthma, chronisch entzündliche Darmerkrankungen wie Morbus Crohn oder Colitis Ulcerosa sind weit verbreitete Erkrankungen, bei denen Entzündungsprozesse im Vordergrund stehen. Typische Entzündungssymptome sind Schmerzen, Schwellungen und Rötungen, sowie langfristiger Funktionsverlust der betroffenen Organe. Die Ausprägung der Symptome hängt dabei stark von der Art der entzündlichen Erkrankung und dem betroffenen Organ ab. Auf molekularer Ebene sind Entzündungen durch erhöhte Bildung

6 Johanniskraut, Myrte und Weihrauch, als Duft- und Naturheilstoffe wohl bekannt, könnten künftig auch eine Rolle in der Therapie von Rheuma, Asthma und chronisch entzündlichen Darmerkrankungen spielen. Sie besitzen, wie die Gruppe von Dieter Steinhilber und Oliver Werz herausfand, eine entzündungshemmende Wirkung.

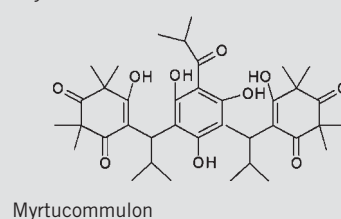
Naturstoffe als 5-Lipoxygenase-Inhibitoren und ihre Quellen



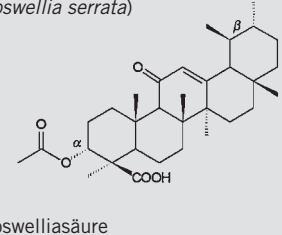
Johanniskraut
(*Hypericum perforatum*)



Myrte
(*Myrtus communis*)



Weihrauch
(*Boswellia serrata*)

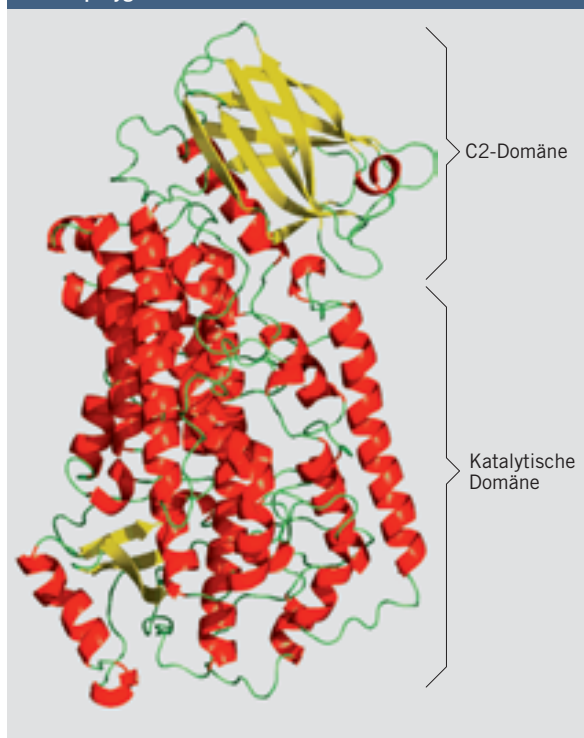


und Freisetzung von Entzündungsmediatoren gekennzeichnet. Dazu gehören neben den proentzündlichen Zytokinen vor allem niedermolekulare Verbindungen wie reaktive Sauerstoffspezies, Stickstoffmonoxid (NO), Histamin, Prostaglandine und Leukotriene. Diese werden von Enzymen synthetisiert, welche durch Entzündungsstimuli induziert werden und stark aktiv sind. Ziel der Pharmakotherapie ist es, die Bildung oder die Aktivität dieser Enzyme durch Arzneistoffe gezielt zu hemmen. Zu diesen Arzneistoffen gehören vor allem die Glucocorticoide und NSAIDs, jedoch wird derzeit intensiv nach neuen pharmakologischen Möglichkeiten und Zielstrukturen für Arzneistoffe gesucht, um entzündliche Erkrankungen effektiv sowie möglichst frei von unerwünschten Arzneimittelwirkungen und damit risikoarm zu therapieren.

Auffällig viele Schlüsselenzyme bei Entzündungsvorgängen weisen bei Entzündungsvorgängen so genannte C2-Domänen auf. Diese einheitlichen Proteinstrukturen regulieren die Aktivität der 5-Lipoxygenase (auf die noch eingegangen wird) sowie die Aktivität verschiedener Phospholipasen und Signalproteine, welche für die Bildung von niedermolekularen Entzündungsmediatoren eine wichtige Rolle spielen. Ein pharmakologischer Angriff auf C2-Domänen dieser Enzyme könnte eine gezielte und effiziente Pharmakotherapie ermöglichen. Derartige Arzneistoffe sind derzeit jedoch noch nicht bekannt.

Boswelliasäuren sind pentazyklische Triterpene **6**, die als biologisch aktive Komponenten des Weihrauchharzes aus *Boswellia serrata* identifiziert wurden. Diverse Studien konnten unter anderem eine entzündungshemmende und immunsuppressive Wirkung belegen. Klinische Untersuchungen an Patienten mit rheumatischen Beschwerden, Colitis Ulcerosa und Morbus Crohn zeigten viel versprechende Effekte. Bislang wurden die 5-Lipoxygenase, IκappaB-Kinasen und die Elastase als Zielenzyme von Boswelliasäuren identifiziert

Die 5-Lipoxygenasestruktur (Modell)



7 Die 5-Lipoxygenasestruktur (Modell). Das 5-Lipoxygenasemodell wurde in der Arbeitsgruppe von Prof. Gisbert Schneider auf der Basis der 15-Lipoxygenase-Kristallstruktur berechnet.

und in einen direkten Zusammenhang mit der entzündungshemmenden Wirkung gebracht. Ergebnisse unserer Arbeitsgruppe zeigen, dass Boswelliasäuren zentrale Signaltransduktionsmechanismen (Ca^{2+}), mitogenaktivierte Proteinkinasen (MAPK), Proteinkinase B (Akt) und proinflammatorische Zellen modulieren.

Hyperforin ist einer der Hauptinhaltsstoffe des Johanniskrauts. Johanniskraut-Extrakte werden neben der Therapie milder bis mittelstarker Depressionen zur Behandlung von entzündlichen Hauterkrankungen sowie bei Gelenk- und Muskelschmerzen eingesetzt. In

Zu Arzneipflanzen: www.arzneipflanzenlexikon.de

Literatur

- ^{1/1} Watzl B., Leitzmann C. Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln; Hippokrates Verlag, Stuttgart 3. Auflage 2005, S. 23.
- ^{1/2} Wolter F., Turchanowa L., Stein J. Resveratrol-induzierte Modifikation von polyaminem Metabolismus ist von c-Fos. *Carcinogenesis* 2003; 24: S. 469–474.
- ^{1/3} Wolter F., Ulrich S., Stein J. Molecular mechanisms of the chemopreventive effects of resveratrol and its analogues in colorectal cancer: Role of polyamines. *J. Nutr.* 2004, 134: S. 3219–3222.
- ^{1/4} Ulrich S., Wolter F., Stein J. Molecular mechanisms of the chemopreventive effects of resveratrol and its analogues in colorectal cancer. *Mol. Nutr. Food Res.* 2005, 49: S. 1–10.
- ^{1/5} Ulrich S., Loitsch S., Rau O., von Knethen A., Brüne B., Schubert-Zsilavecz M., Stein J.: Peroxisome proliferator-activated receptor γ (PPAR γ) as a molecular target for resveratrol induced SSAT activation. *Cancer Res*, 2006; 66: S. 7348–7354.
- ^{1/6} Langcake P., Pryce R.J. A new class of phytoalexins from grapevines. *Experientia* 1977; 33: S. 151–152.
- ^{1/7} Jang M., Cai L., Udeani G.O., Slowing K.V., Thomas C.F., Beecher C.W., Fong H.H., Farnsworth N.R., Kinghorn A.D., Mehta R.G., Moon R.C., Pezzuto J.M. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Science* 1997 10; 275: S. 218–220.
- ^{1/8} Tessitore L., Davit A., Sarotto L., Caderni G. Resveratrol depresses the growth of colorectal aberrant crypt foci by affecting p21(CIP) expression. *Carcinogenesis* 2000; 21: S. 1619–622.
- ^{1/9} Rau O., Wurglics M., Dingermann T., Abdel-Tawab M., Schubert-Zsilavecz M.: Screening of herbal extracts for activation of the human peroxisome proliferator activated receptor. *Pharmazie* 61, S. 952–956.
- ^{1/10} Rau O., Meindl N., Bock A., Paulke A., Wurglics M., Dingermann T., Schubert-Zsilavecz M.: Carnosic acid and carnosol, phenolic diterpene compounds of the labiate herbs rosemary and sage, are activators of the human peroxisome proliferator-activated receptor gamma. *Planta Med.* 72 (10) 2006, S.881–7.
- ^{1/11} Albert D., Zündorf I., Dingermann T., Müller W.E., Steinhilber D., Werz O. Hyperforin is a dual inhibitor of cyclooxygenase-1 and 5-lipoxygenase. *Biochem. Pharmacol.* 2002, 64: S. 1767–1775.
- ^{1/12} Altmann A., Poeckel D., Fischer L., Schubert-Zsilavecz M., Steinhilber D., Werz O. Coupling of boswellic acid-induced Ca^{2+} mobilisation and MAPK activation to lipid metabolism and peroxide formation in human leukocytes. *Br. J. Pharmacol.* 2004, 141: S. 223–232.
- ^{1/13} Reising K., Meins J., Bastian B., Eckert G., Müller W.E., Schubert-Zsilavecz M., Abdel-Tawab M. Determination of Boswellic Acids in Brain and Plasma by High-Performance Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry. *Anal. Chem.*, 2005, 77: S. 6640–6645.
- ^{1/14} Feisst C., Franke L., Appendino G., Werz O. Identification of molecular targets of the oligomeric nonprenylated acylphloroglucinols from *Myrtus communis* and their implication as anti-inflammatory compounds. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 2005, 315: S. 389–396.

der Volksmedizin wird Johanniskraut auch zur Therapie des Asthmas, entzündlicher Hauterkrankungen und rheumatoider Arthritis angewandt.

Das nahe verwandte **Myrtucommulon** ist ein Inhaltsstoff der Myrte, die bislang quasi keinen Eingang in die pharmakologische Therapie von Entzündungen gefunden hat. Daten aus unserer Arbeitsgruppe zeigen erstmals, dass Myrtucommulon – basierend auf zellulären Experimenten – potente anti-entzündliche Eigenschaften besitzt und unter anderem die 5-Lipoxygenase hemmt.

Wir konnten nachweisen, dass die in traditionellen Heilpflanzen vorkommenden Boswelliasäuren, Hyperforin und Myrtucommulon, wie vermutet, direkte Hemmstoffe der 5-Lipoxygenase **7** sind, also eines Schlüsselenzyms der Leukotriensynthese, das eine C2-Domäne besitzt. Die drei Verbindungen modulieren die

Aktivität der zytosolischen Phospholipase A2 sowie die Phospholipase C-abhängige Mobilisierung von intrazellulärem Calcium. Alle drei Substanzen sind lipophile Säuren. Unsere derzeitige Datenlage zum molekularen Mechanismus legt den Angriff an der C2-Domäne dieser Enzyme nahe.

Naturstoffe können die Basis für die Entwicklung neuer Wirkprinzipien bilden. Sie liefern uns neue Leitstrukturen, die durch gezielte Optimierungen weiter verbessert werden können und helfen, die molekularen Mechanismen der Wirkung besser zu verstehen. Die Erforschung der molekularen Wirkmechanismen einzelner sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe dient somit nicht nur dem Verständnis epidemiologischer Zusammenhänge in der Prävention chronischer Erkrankungen, sondern ist auch Ausgangspunkt zur Entwicklung neuer Pharmaka. ♦

Die Autoren



Prof. Dr. Dr. Jürgen M. Stein, 49, studierte Ernährungswissenschaften und Medizin in Gießen, wo er 1990/1991 promovierte. Nach Forschungsaufenthalten an der University of California in San Diego und Facharzt-ausbildung in Innerer Medizin am Klinikum der Universität Frankfurt erfolgte 1997 die Habilitation und

Weiterbildung zum Gastroenterologen. Seit 2000 ist er Professor für Innere Medizin (Schwerpunkt Gastroenterologie/Ernährungsmedizin), seit 2002 leitender Oberarzt und stellvertretender Direktor der Medizinischen Klinik I sowie geschäftsführender Oberarzt des Zentrums Innere Medizin. Stein ist Mitglied im Vorstand des ZAFES. Seine Forschungsschwerpunkte sind Primär- und Sekundärprävention des kolorektalen Karzinoms, molekulare Genese des Kolitis-assoziierten Karzinoms, neue Therapiestrategien chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen sowie gastrointestinale Funktionsdiagnostik.



Prof. Dr. Manfred Schubert-Zsilavec, 45, studierte Pharmazie in Graz, wo er 1989 promovierte. Nach Forschungsaufenthalten an den Universitäten in Bayreuth und Ulm folgte er 1997 einem Ruf an die Universität Frankfurt als Professor für Pharmazeutische Chemie. Zurzeit ist er Studiendekan des Fachbereichs. Prof.

Schubert-Zsilavec ist wissenschaftlicher Direktor des Zentrallabors der Deutschen Apotheker und Vizepräsident der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft.

Prof. Dr. Dieter Steinhilber, 47, studierte Pharmazie in Tübingen. Von 1989 bis 1991 war er Postdoc am Karolinska Institut in Stockholm. 1995 wurde er auf eine Professur für Pharmazeutische Chemie in Frankfurt berufen, seit 1999 ist er geschäftsführender Direktor des Instituts für Pharmazeutische Chemie. Seit 2000 vertritt er das



Fachgebiet als Professor an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Prof. Steinhilber ist Sprecher des Internationalen Graduiertenkollegs 757 »Roles of Eicosanoids in Biology and Medicine«, das von der DFG und dem Land Hessen gefördert wird. Steinhilber ist Mitgründer der Firma Phenion und Vorstandsmitglied von ZAFES.

Prof. Dr. Holger Stark, 44, studierte Pharmazie an der FU Berlin. Seit 2000 ist er Professor für Pharmazeutische/Medizinische Chemie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Er ist Mitglied von ZAFES und CMP, Vorsitzender der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft (DPHG)-Landesgruppe Hessen und Editor-in-Chief des »Archiv der Pharmazie – Chemistry in Life Sciences«. Seine Forschungsschwerpunkte sind verschiedene Wirkstoffentwicklungen, insbesondere zu Neurotransmittern, zum Beispiel Histamin-, Dopamin- und NMDA-Rezeptoren.



Prof. Dr. Oliver Werz, 40, studierte Pharmazie an der Universität Tübingen. Forschungsaufenthalt am Karolinska Institut in Stockholm von 1998 bis 2000. Die Habilitation erfolgte 2002 in Frankfurt, wo er als Privatdozent lehrte und forschte. Seit 2005 ist er Professor und Abteilungsleiter für Pharmazeutische Analytik an der Universität Tübingen. Forschungsschwerpunkte: Zellbiologie und Pharmakologie der 5-Lipoxygenase und Targetidentifizierung für Boswelliasäuren, Hyperforin, Myrtucommulon sowie Arzneistofffindung im Bereich Entzündung und Krebs.

Die Autoren wurden gefördert von der Else Kröner-Fresenius-Stiftung und durch das besondere Engagement Hans Kröners (1909–2006).

Allem Wirklichen liegt das Mögliche voraus

Über Religion und Theologie nach der Aufklärung

von Gesche Linde

Theologie als Wissenschaft – ist das nach der Aufklärung überhaupt noch möglich? Die europäischen Nachkommen der Aufklärer tun sich schwer, auch nur den »leisesten Duft von Theologie« in und neben ihren Fächern zu dulden. Ganz anders die amerikanischen Religionsphilosophen, die schon früh eine Brücke zwischen dem gelebten Glauben und der rational gesteuerten Vernunft zu schlagen versuchten. Die Theologin und Religionsphilosophin Gesche Linde zeigt auf, welche Impulse vom amerikanischen Pragmatismus für den Dialog der Religionen, aber auch der Wissenschaften ausgehen können.

In programmatischer Absicht schrieb um die Wende des 19. zum 20. Jahrhunderts der Professor für evangelische Theologie und zugleich radikale Christentumskritiker Franz Overbeck, Wahl-Schweizer mit deutsch-französisch-russischem Hintergrund: »Die Aufklärung, deren unsterbliches Verdienst es ist, den Blick der Betrachtung in der Geschichte von seiner einseitigen Richtung auf Religion abgezogen und für Auffassung [sic] eines weiteren Umkreises von menschlicher Geistesbildung befähigt zu haben, [...] hat [...] sich rein auf den Standpunkt des Menschen gestellt, inwiefern wir aus eignen Kräften im Stande sind, uns in das Reich der Ideen zu versetzen. Hier stehen Wissenschaft und Theologie am Kreuzwege, wo sie für immer auseinander zu gehen haben, bis sich ihre Wiedervereinigung absehen lässt. [...] seit der Forderung der Aufklärung, alle theologischen Elemente aus den Schranken der Wissenschaft fernzuhalten, [ist] [...] [f]ür Nachkommen der Aufklärer

Der amerikanische Philosoph Charles Peirce 1875 im Alter von 36 Jahren in Berlin: Der damalige Vermessungsingenieur befand sich auf der Reise zu einer internationalen Geodäten-Konferenz in Paris, für die er zuvor an verschiedenen Orten Pendelversuche – so auch in Berlin – durchgeführt hatte. Zu dieser Zeit hatte er bereits begonnen, die philosophischen Grundzüge seines Denkens zu entwickeln, vor allem seinen Begriff des Zeichens, an das alle Bewusstseinsprozesse gebunden sind und ohne das Objekterfassung nicht möglich ist.





Das Gemälde von Albert Herter zeigt die Gründer der amerikanischen National Academy of Sciences: Ganz links ist Benjamin Peirce abgebildet, der Vater von Charles, einflussreicher Professor für Mathematik und Astronomie in Harvard, der seinen begabten Sohn nach Kräften förderte; in der Mitte rechts, deutlich herausgehoben, sieht man den amerikanischen Präsidenten Abraham Lincoln; links neben ihm steht der Naturforscher Louis Agassiz.

[...] fortan nicht mehr der leiseste Duft von Theologie zu dulden.«^{11/}

Um dieselbe Zeit äußerte der Nordamerikaner William James, Spross einer an der Ostküste beheimateten Intellektuellenfamilie und Harvard-Professor für Philosophie und Psychologie, in einer Vorlesungsreihe über »die gegenwärtige Situation der Philosophie«: »Die Richtung, in die es mir gehen zu scheint, [...], sowohl in der Theologie als auch in der Philosophie, besteht darin, die Idee [...] zu akzeptieren, dass es einen Gott gibt [...]. [...] Warum können ›Erfahrung‹ und ›Vernunft‹ sich nicht auf diesem gemeinsamen Boden treffen? Warum können sie keinen Kompromiss schließen? [...] Empirismus und Rationalismus könnten sich die Hand zu einem anhaltenden Friedensschluss reichen. Beide könnten ihre der Abstraktion geschuldete Blutleere hinter sich lassen und, wie es Wissenschaftler zu tun pflegen, zusammen danach trachten, mit Hilfe aller verfügbaren Analogien und Daten die wahrscheinlichste Idee davon zu entwerfen, wie das göttliche Bewusstsein ungefähr beschaffen sein mag.«^{12/}

Vom unterschiedlichen Umgang mit der Religion im Gefolge der Aufklärung

Die beiden Zitate sind zunächst symptomatisch für zwei verschiedene, geschichtlich gewachsene Formen des Umgangs mit Religion – einschließlich deren wissenschaftlicher Selbstreflexion als Theologie – in der westlichen Welt. Die Gründungslegende der USA besagt, dass unterdrückte religiöse Minoritäten aus Europa sich eine neue Heimat schaffen wollten, in der alle gleiches Existenzrecht beanspruchen können sollten, so dass der Einfluss einzelner bestimmter Gemeinschaften zurückgedrängt werden musste und zugleich diese vor staatlichen Eingriffen zu schützen waren. Die Trennung von Staat und Kirche erfolgte insofern in religions- und pluralitätsfreundlicher Absicht. Als man hingegen in Europa begann, eine solche Trennung durchzusetzen – besonders radikal in Frankreich, milder auch in Deutschland –, geschah dies nicht, um für neue religiöse Gruppierungen Raum zu schaffen, sondern primär, um dem Staat – nach Hegel der Verkörperung des objektiven Geistes auf dessen allgemeinsten und höchster Stufe – stärkere Hoheitsrechte einzuräumen.

Hinter den beiden unterschiedlichen Formen des Umgangs mit Religion, die in den zwei zitierten Stimmen aufscheinen, verbergen sich indessen auch zwei unterschiedliche Möglichkeiten, den *Geltungsanspruch* der Religion nach der Aufklärung, mit der »die Religion [...] vor die Schranken der Vernunft zitiert [wurde]«^{13/}, zu bestimmen. In zwei Schlagwörter zusammengefasst, könnte man sagen, dass im kantisch geprägten Kontinentaleuropa religiöse Überzeugungen der Begründung bedürfen, in Nordamerika der Rechtfertigung (»justification«).

Glaube als »kognitiver Habitus«

Die These Kants hatte gelautet, die Inhalte der Religion seien, wenn überhaupt, nicht theoretisch, sondern praktisch zu legitimieren, nämlich als Postulate, welche die Vernunft um der Vereinbarkeit von Moralität und Glückseligkeit willen setzen müsse. Kant hatte sich damit gegen einen in Formeln erstarrten und mit Seltsamkeiten überfrachteten »Kirchenglauben« gewandt, wie er von den Kanzeln herab verkündet und von den kirchlichen Leitungsinstanzen vertreten wurde. Zwar spricht er sich ebenso gegen einen »dogmatischen Unglauben« aus, der ohne jede Prüfung religiöse Aussagen von vornherein als un- oder widervernünftig abtut. Doch in dem Szenario, das er aufbaut, agiert die Vernunft autonom und erschließt sich Postulate wie »Gott«, »Freiheit« oder »Unsterblichkeit« in eigener Verantwortung, ohne auf die Überlieferungsbestände der etablierten Religionsgemeinschaften zurückgreifen zu müssen oder zu wollen. Glaube wird zum »kognitiven Habitus«^{14/}, mit dem das aufgeklärte Individuum sich selbst dasjenige zu glauben vorlegt, von dem es zuvor eingesehen hat, dass es für bestimmte Begründungszusammenhänge vorausgesetzt werden müsse. Eine von mehreren Konsequenzen aus der Position Kants für die Funktion der Theologie besteht darin, dass der Theologie nun die Religionsphilosophie beziehungsweise die Philosophie überhaupt in kritischer Funktion vorgeordnet, eigentlich sogar erstere durch letztere abgelöst wird. Fortan hat die akademische Theologie, als Reflexion auf den (noch dazu konfessionell gebundenen) »Kirchenglauben«, gegen das Etikett des Unvernünftigen und letztlich sogar gegen den völligen Verlust ihres Gegenstandes anzukämpfen. Die (protestantische) Theologie des 19. Jahrhunderts reagiert auf diese Situation mit elaborierten Versuchen, diesen ihren Gegenstand – Gott – im Zusammenhang aller möglichen Inhalte des Bewusstseins oder aller möglichen Gegenstände des Wissens zu bestimmen – so elaboriert, dass sie außerhalb der Theologie ebenso wenig zur Kenntnis genommen wurden, wie etwa Nicht-Physiker sich mit der Relativitätstheorie zu beschäftigen pflegen, und stets mit der Schwierigkeit einer ihr aufgenötigten schroffen Unterscheidung von Vernünftigkeit und Unvernünftigkeit belastet.

Glaube als Gegebenheit

Das Schlagwort »justification«, das vor allem in der angelsächsischen und hier primär in der nordamerikanischen analytischen Religionsphilosophie gebräuchlich ist, ist anders gelagert. Es impliziert – dies entspricht der pluralen Situation in den Vereinigten Staaten –, dass der religiöse Glaube zunächst in seinem Bestand betrachtet und als Phänomen akzeptiert wird, um ihn erst nach-

träglich auch nicht so sehr auf seine Begründung, sondern eher auf seine Begründbarkeit, also auf die Möglichkeit einer argumentativen »Rechtfertigung« hin zu überprüfen. Im Resultat tritt also auch hier die Religion (und mit ihr die Theologie) vor den Richterstuhl der Vernunft, aber die Religion breitet gewissermaßen im Gerichtssaal aus, was immer sie zu bieten hat, und wartet auf den Urteilsspruch des (grundsätzlich wohlgesonnenen) Richters, während sie nach dem Modell der kantischen Aufklärung in den Saal erst zur Verkündung des Urteils darf, eines Urteils, das in ihrer Abwesenheit gefällt wurde. Es ist symptomatisch, dass in Nordamerika die Frage nach der Rechtfertigung der Religion von Religionsphilosophen gestellt wird, die sich eben nicht als Theologen, sondern als Philosophen verstehen. In Kontinentaleuropa dagegen war es zuerst Friedrich Schleiermacher, der darauf aufmerksam machte, dass religiöse Begriffe – allen voran Gott – ihre Wurzel in konkreten Religionen haben, die gelebt werden; doch wird Schleiermacher außerhalb der Theologie bis heute beinahe ausschließlich als Theologe und nicht als Philosoph wahrgenommen.

Eine andere Sicht auf die Dinge: Der amerikanische Pragmatismus

Das erwähnte Schlagwort »justification« taucht bereits bei dem schon erwähnten William James auf, und dort in dessen berühmter kleiner Schrift »The Will to Believe«. Hier und in den ebenso berühmten schottischen Gifford Lectures über »Die Vielfalt religiöser Erfahrung«



Arisbe, das Haus von Charles und Juliette Peirce in Milford, das ihnen als Rückzugsort diente, nachdem Charles Peirce von der Johns Hopkins University entlassen worden war. Der Name »Arisbe« ist nach einer in der Ilias erwähnten Stadt bei Troja gewählt, »wohlgebaut« (Buch VI), und Zuflucht für Lycaon, einen Sohn des mächtigen trojanischen Königs Priamos, der von Achill gefangen genommen und in die Sklaverei verkauft worden war, bis er losgekauft und nach Arisbe geschickt wurde; dort durfte er sich kurze elf Tage der Freiheit erfreuen, bis er am zwölften erneut von Achill erspäht und blutig erschlagen wurde (Buch XXI). Die Anspielungen sind offensichtlich. Charles und Juliette erweiterten das Haus später um ein Stockwerk – auch deshalb, weil sie planten, eine Sommerschule für Studenten einzurichten und auf diese Weise ihr mageres Einkommen aufzubessern.

Charles Sanders Peirce, der brillante Denker im Abseits



Für den jungen Charles Sanders Peirce, 1839 in eine gutbürgerliche Akademikerfamilie zu Boston hineingeboren, ließ sich zunächst alles gut an. Nach einem Chemie-Bachelor in Harvard und neben seiner Stelle als Vermessungsingenieur im U.S. Coast and Geodetic Survey unternahm er nicht nur viel beachtete astronomische Forschungen, die ihn bis

nach Europa führten, sondern hielt zudem ab 1864 jahrelang Lehrveranstaltungen über Logik und Wissenschaftstheorie an seiner Alma mater, die ihm schließlich 1879 eine Logikdozentur an der neu gegründeten Johns Hopkins University in Baltimore eintrugen. Doch im akademischen Milieu der Ostküste des 19. Jahrhunderts, in dem auf charakterliche Bildung ebenso viel Wert gelegt wurde wie auf wissenschaftliche, waren es gesellschaftliche Hindernisse, die ihn dann ins jähe Abseits geraten ließen: seine wohl bekannte Neigung zum Jähzorn und die Scheidung seiner ersten Ehe sowie die öffentliche Liaison mit seiner späteren zweiten Frau, einer Europäerin, deren Herkunft bis heute rätselhaft geblieben ist.

Als sich nach seiner Entlassung aus Johns Hopkins 1884 abzeichnete, dass Peirce niemals wieder eine Stelle an einer Universität der Ostküstenregion würde besetzen können – trotz seines berühmten Vaters Benjamin, eines Harvard-Professors für Mathematik und Astronomie, und seines Bruders James, Mathematik- und Astronomieprofessor ebenfalls in Harvard –, zogen er und seine Frau Juliette sich in ein Haus im ländlichen Milford, Pennsylvania, zurück, in dessen Ausbau und Erhalt sie fortan viel Zeit, Energie und Geld steckten. Seitdem lebten sie von Ererbtem und Erspartem sowie von seinen gelegentlichen Honoraren für Gastvorträge, Rezensionen und Lexikonartikel. Als ihnen zunehmend die Mittel ausgingen, waren sie immer dringender auf die Unterstützung durch die James-Familie und weitere Freunde angewiesen; in einigen Manuskripten erwähnt Peirce nebenbei, wie sehr er unter Hunger leide und wie lange er nichts mehr gegessen habe.

1914 schließlich starb Charles Peirce nach jahrelangem Leiden, offenbar an Darm- und Magenkrebs. Seine Witwe Juliette, obgleich von fragiler Konstitution, überlebte ihn um 20 Jahre und verschied in einem Haus, das kaum noch Möbel enthielt und nach der alarmierten Beschreibung des behandelnden Arztes »no sanitary facilities, no running water and no heat« bot, doch mit Integrität und in ungebrochenem Stolz, nicht zuletzt auf ihren genial begabten Ehemann.

Juliette Peirce überlebte ihren Ehemann um 20 Jahre.

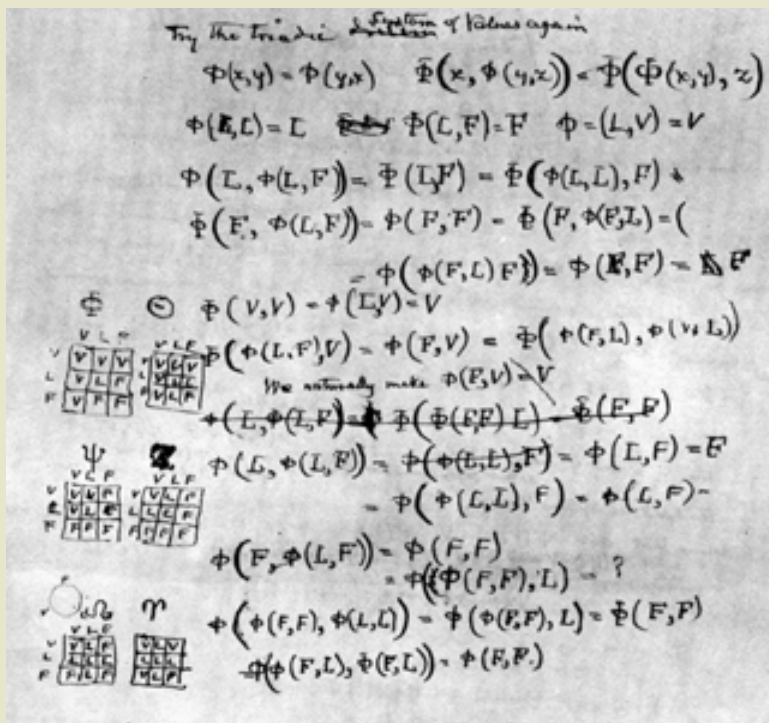




William James (links) und Josiah Royce (rechts) um 1900, damals wie heute zwei der berühmtesten Philosophen Amerikas. Peirce hatte zu beiden Kontakt; besonders eng aber war das Verhältnis zu William James und dessen Familie, die ihn und nach seinem Tode auch Juliette treu unterstützten, bis es schließlich zum Zerwürfnis von ihrer Seite aus kam. Royce ist es zu verdanken, dass die Manuskripte aus dem Nachlass nach Harvard geholt wurden.

argumentiert James, dass sich in allen Religionen unter einem je unterschiedlichen dogmatischen Überbau eine verborgene Schicht ähnlicher Erfahrungen freilegen lasse, die allerdings – temperamentabhängig – nicht jedermann zugänglich seien und über deren Bedeutung sich daher auch nicht allgemeinverbindlich entscheiden lasse. In solchen Fällen nicht entscheidbarer Aussagen, die jedoch lebenspraktisch entschieden werden *müssen* – und dazu gehöre die Religion –, hält James es für legitim, diejenige Option zu akzeptieren, deren praktische Umsetzung sich von größerer Nützlichkeit oder höherem Befriedigungspotenzial erweise oder solches verspreche. Damit ist James Vertreter einer »Pragmatismus« genannten Position, die besagt, dass die Bedeu-

Verschlungen wie sein Lebensweg: Die Rezeption von Peirces Werk



Eine der ungezählten Manuskriptseiten, die Peirce bei seinem Tode hinterließ, hier aus dem »Logischen Notizbuch«, einer nicht zur Veröffentlichung bestimmten Kladde, in der Peirce seine Ideen zu Logik und Semiotik notierte. Die Originalseiten sind in vielen Fällen mehrfarbig; Peirce schrieb gern in rot, blau und schwarz, um Bezüge deutlich zu machen, Wichtiges hervorzuheben oder Korrekturen einzutragen.

Von Anfang an verlief die Rezeption der Peirce-Schriften auf ebenso gewundenen Wegen wie der Lebensweg ihres Autors. Die Hauptmasse an Material, das Peirce in unermüdlicher Schreibtischarbeit produzierte, wurde zu seinen Lebzeiten nie publiziert. Nach seinem Tod 1914 überließ seine Witwe die Manuskripte der Obhut von Josiah Royce an der Harvard-Universität, der sie per Pferdeschlitten abholen ließ. Juliette

verband mit diesem Schritt die lange Zeit vergebliche Hoffnung, die Schriften würden veröffentlicht und zudem Tantiemen einbringen.

In Harvard lagern die kostbaren Originale bis heute, in unzähligen Kisten, allerdings wohl nicht mehr ganz vollständig und überdies in Unordnung. In einem der Räume des Peirce Edition Project in Indianapolis, das eine kritische und chronologisch geordnete Ausgabe der Hauptschriften besorgt hat und mit dieser die von 1931 bis 1958 erschienenen, in fahrlässiger Weise zerschnittenen und thematisch neu zusammengestellten »Collected Papers« ersetzen will, sind Wäscheleinen aufgespannt, an denen einzelne Manuskriptseiten mit Wäscheklammern festgesteckt werden, um auf diese Weise eine Zuordnung zu ermöglichen und Texte zu rekonstruieren.

In Deutschland wurde die Rezeption, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts in ersten Anfängen eingesetzt hatte – Peirce unterhielt rege Korrespondenz auch nach Europa –, durch die beiden Weltkriege radikal unterbrochen. Die Peirce-Rezeption im Nachkriegsdeutschland verlief im Wesentlichen in vier Zügen und aus unterschiedlichen Perspektiven: Max Bense und Elisabeth Walther in Stuttgart griffen vor allem den dreistelligen Zeichenbegriff auf und versuchten, diesen für Kunst- und Literaturanalyse und in der Ästhetik fruchtbar zu machen; Karl-Otto Apel und Jürgen Habermas in Frankfurt lasen Peirce als Transzendentalsemiotiker und als Theoretiker der idealen Kommunikationsgemeinschaft. Später edierte Helmut Pape, angeleitet von Klaus Oehler, bahnbrechend drei Bände »Semiotische Schriften« und richtete den Blick auf logische und naturphilosophische Aspekte bei Peirce. Der Theologe Hermann Deuser, heute Frankfurt [siehe auch »Der Theologe Hermann Deuser und die geschenkte Zeit«, Seite 79], entdeckte schließlich bei Peirce ein religionsphilosophisches und metaphysisches Begründungsprogramm.

tung («meaning») einer Aussage in den Handlungen besteht, in die sie sich umsetzen lässt, oder in den Empfindungen, Perzepten und wahrnehmbaren Reaktionen, die sie erwarten lässt. Ihre Wahrheit besteht folgerichtig in dem Erfolg, mit dem diese Handlungen durchgeführt werden, oder in der Zuverlässigkeit, mit der die erwarteten Empfindungen, Perzepte und Reaktionen eintreffen.

Der Pragmatismus der Jamesschen Variante konnte sich in Kontinentaleuropa von seiner ersten Rezeption kurz nach der Jahrhundertwende an – hinter den ersten deutschsprachigen Rezensionen hört man förmlich das verächtliche Schnauben der Autoren – bis heute nicht breit durchsetzen, und teils aus guten Gründen. Dennoch hatte James das Augenmerk auf eine interessante Sorte von Aussagen gelenkt: Aussagen, über deren Wahrheit oder Falschheit sich rational, auf der Grundlage von expliziten Argumenten, nicht eindeutig entscheiden lässt und die, wenn sie denn handlungspraktisch als entschieden vorausgesetzt werden, darum nur auf der Basis des Gefühls entschieden worden sein können. James hatte damit einen Gedanken aufgegriffen – und abgewandelt –, der ursprünglich von seinem Studienkollegen und Freund Charles Peirce stammte und den dieser sehr viel detaillierter und vor allem systematischer ausgeführt hatte.

Peirce betrachtet Aussagen als Zeichengefüge, die sich zum einen ihrerseits der Interpretation von Zeichen verdanken, also Ergebnisse von Interpretationsprozessen sind – solche Ergebnisse nennt Peirce »Interpretanten« –, zum anderen wiederum selbst als Zeichen verwendet werden können und auf diese Weise weitere Interpretanten hervorbringen. Die Zeichen, die durch Aussagen verarbeitet werden, sind Begriffe; die Interpretanten, die ihrerseits aus Aussagen generiert werden können, sind Schlussfolgerungen auf die Wahrheit oder Unwahrheit jener Aussagen. Durch strukturell unterschiedliche Möglichkeiten der Kombination von Begriffen werden unterschiedliche Aussagetypen erzeugt, und durch strukturell unterschiedliche Möglichkeiten der Kombination von Aussagen unterschiedliche Typen argumentativ gerechtfertigter Schlussfolgerungen. Nun rechnet Peirce zu den logisch validen Argumentformen nicht nur die von der philosophischen Tradition ererbte Induktion und Deduktion, sondern auch die so genannte »Abduktion«, die den zu rechtfertigenden Satz nicht als notwendig (deduktiv) wahr oder als faktisch (induktiv) wahr, sondern als *möglicherweise* wahr ausweist (sofern sich nämlich sein Gegenteil nicht beweisen lässt). Zugleich kann ein und derselbe Satz abduktiv in höchst variabler Weise – also individuell unterschiedlich – begründet werden.

Der studierte Chemiker Peirce vertrat die Auffassung, dass abduktive Prozesse in allen Aussagebereichen zu beobachten seien, sogar in den Naturwissenschaften: Die in der Literatur wohl beliebtesten Beispiele für abduktive (oder abduktionsähnliche) Prozesse sind die Be-



Charles und Juliette im Garten ihres Hauses zu Milford, zirka 1907. Peirce war zu dieser Zeit 68 Jahre alt und immer noch bei voller Schaffenskraft. Wenig später meldete sich seine Krebserkrankung, die ihm die Arbeit zunehmend unmöglich machte.

richte von August Kekulé, der in Träumereien versunken eines Abends auf dem Oberdeck eines Londoner Omnibusses auf die Valenztheorie verfiel und der im Halbschlaf vor dem Kamin in seinem Genter Arbeitszimmer plötzlich den Benzolring vor sich sah. Doch auch religiöse Aussagen wurzeln nach Peirce in solchen spontanen Abduktionen und werden für überzeugend wiederum nur aufgrund von Abduktionen gehalten. Aus dieser Perspektive unterscheiden Theologie und andere akademische Disziplinen sich nicht einfach durch ihren Gegenstandsbereich (etwa: hier Gott, dort die Welt) oder durch ihre Methode (etwa: hier Verstehen, dort Erklären) oder durch ihr Arbeitsmaterial (etwa: hier Texte oder überhaupt Kultur, dort Natur), sondern dadurch, dass die Interpretanten, mit denen sie umgehen und die sie neu produzieren, in ihrem semiotischen Status jeweils differieren: nämlich sowohl hinsichtlich der Art ihrer Genese als auch hinsichtlich ihrer Interpretabilität. Ein Begriff wie »Gott«, als Interpretant betrachtet, verarbeitet vermutlich ursprünglich (soweit sich so etwas überhaupt nachträglich aufhellen lässt) Wahrnehmungen, Hypothesen oder Überzeugungen klassifizierbar anderer Art (Zeichen) in klassifizierbar inhaltlich anderer Weise (Objektbezug) und in klassifizierbar anderer Form (Interpretantenbildung), als das bei Begriffen wie etwa »Zelle« oder »Quadratwurzel« der Fall ist. Wiederum als Zeichen betrachtet, lässt »Gott« sich selbstverständlich in Gestalt weiterer Interpretanten explizieren: zum Beispiel durch die In-Bezug-Setzung

Literatur

<p>^{1/1} Franz Overbeck, Christentum und Kultur. Gedanken und Anmerkungen zur modernen Theologie, 3., un-</p>	<p>veränderte Auflage, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1973 [unveränderter reprografischer</p>	<p>Nachdruck der 1. Auflage, Basel: Schwabe & Co., 1919], S. 5.</p>	<p>^{1/2} William James, A Pluralistic Universe, Lecture VIII; deutsche Übersetzung von Verf.</p>	<p>^{1/3} Jürgen Habermas, Die Grenze zwischen Glauben und Wissen. Zur Wirkungsgeschichte und aktuellen Bedeutung von</p>	<p>Kants Religionsphilosophie; in: ders., Zwischen Naturalismus und Religion. Philosophische Aufsätze, Frankfurt</p>	<p>am Main: Suhrkamp, 2005, S. 216–257, hier 216. ^{1/4} Habermas, a. a. O., S. 229.</p>
--	---	---	---	---	--	---



Charles Peirce, sichtlich ausgezehrt von langer Krankheit, auf seinem Totenbett am 19. April 1914 in Milford. Auf der Fotografie an der Wand ein anrührendes Detail: Juliettes Pudel Zola, den sie Kunststücke zu lehren pflegte.

zu Jesus Christus oder Mohammed – die Überlieferungsbestände und Theologien der Religionen führen das ja überbordend vor. Doch Sätze, in denen »Gott« auftaucht, müssen nicht (und können auch gar nicht) von jedermann für wahr gehalten werden, weil sie, um ihrerseits als Zeichen für ein reales Objekt – Gott – verstanden und damit geglaubt werden zu können, von abduktiv strukturierten Begründungen abhängig sind, die sich aus dem sonstigen Überzeugungsbestand des Individuums speisen. Wenn solche Begründungen wirksam werden, stellen sie sich eher spontan und unkontrolliert ein. So gesehen, ist universitäre Theologie so etwas wie eine Statthalterin des Möglichen und zugleich (auf der anderen Seite der Medaille) des Individuellen: Sie ist die fachgewordene Erinnerung daran, dass vor der Verständigung über objektiv beschreib- und

intersubjektiv beobachtbare Realitäten Prozesse stehen, die bis in die Begriffsbildung hinein nach anderen Mustern funktionieren als die, die in den methodisch kontrollierten Verfahren der Einzelwissenschaften Anwendung finden, und ebenso daran, dass allem Wirklichen das Mögliche vorausliegt.

Semiotik als Brücke zwischen den Wissenschaften

Der Pragmatismus Peircescher Prägung ist als Methode des Umgangs mit Begriffen für die Theologie und die angrenzende Religionsphilosophie von hohem Interesse, sofern er es erlaubt, die Begriffswelt der Theologie in einen strukturellen Zusammenhang mit den Begriffswelten anderer Wissenschaften zu setzen. Zudem bietet er eine Möglichkeit, mit der Koexistenz der Religionen theologisch umzugehen: Das Eingeständnis, dass der je eigene religiöse Überzeugungsbestand sich nicht allgemeinverbindlich als wahr ausweisen lässt, ist von der Frage der individuellen Gewissheit zu unterscheiden und muss letztere nicht zwangsläufig relativieren.

Ebenso relevant jedoch, und zwar für interdisziplinäre Fragestellungen, scheint mir das semiotische Klassifikationssystem zu sein, das Peirce nach der Jahrhundertwende entwickelte und das vielleicht seine größte Leistung darstellt. Leider hat er es unausgeführt gelassen – die Manuskripte enthalten Tabellen, aber keine Erläuterungen –, so dass es aktiv interpretiert werden muss, und das offenbar teils anders, als es Peirce selbst vorschwebte: Hier liegt eine gegenwärtige Herausforderung. Die leitende Idee ist, dass Prozesse – von der schlichtesten Reizverarbeitung oder Sinnesempfindung über Handlungen bis hin zu sprachlichen Äußerungen und elaborierten Schlussfolgerungsverfahren – sich als immer weiter ausdifferenzierte Derivate ein und derselben formalen (und formalisierbaren) Grundstruktur darstellen lassen, einer Grundstruktur, die Peirce als Relation zwischen einer »Zeichen« genannten Entität, einer »Objekt« genannten Entität und einer »Interpretant« genannten Entität beschreibt. In der Geschichte der Semiotik ist Peirce damit der im Grunde erste Autor nach Augustin, dessen Zeichenbegriff es erlaubt, konventionale Sprach- beziehungsweise Schriftzeichen und kausal erklärbare Hinweiszeichen zueinander in Beziehung zu setzen; und er ist vermutlich der erste Autor, der auch den Bildbegriff in seine Zeichentheorie integriert.

Was sich spröde anhören mag, erlaubt tatsächlich den Brückenschlag in verschiedenste Bereiche: vor allem in die Philosophie des Geistes, die durch die Neurowissenschaften und die Künstliche-Intelligenz-Forschung gegenwärtig neue Anstöße erlebt – man denke an die Debatten um Qualia, um Determinismus und Willensfreiheit, um die Funktion der Emotionen oder um das Verhältnis zwischen tierischem und menschlichem Bewusstsein –, aber ebenso in die Kunstwissenschaft – man denke an den Bildbegriff – oder möglicherweise sogar in die Physik – man denke an den (offenbar viel umstrittenen) Informationsbegriff. Die Leistungsfähigkeit der Peirceschen Semiotik auf solchen und anderen Feldern auszutesten – und daraus vielleicht sogar Folgerungen für die prinzipielle Verfasstheit unserer Welt abzuleiten – erscheint insofern als eine höchst spannende Aufgabe. ♦

Die Autorin



Privatdozentin Dr. Gesche Linde, 41, studierte Evangelische Theologie in Mainz und Tübingen und hielt sich 1995/96 ein Jahr lang mit einem Stipendium des Deutschen Akademischen Austausch-Dienstes am Peirce Edition Project in Indianapolis auf. Seit 1999 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Professor Dr. Dr. h.c. Hermann Deuser am Fachbereich Evangelische Theologie in Frankfurt. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen auf den Gebieten der Semiotik, des amerikanischen Pragmatismus, insbesondere Peirce, und der Theologie der Reformation. Seit dem 1. Oktober vertritt sie für zwei Jahre Prof. Deuser im Bereich Systematische Theologie und Religionsphilosophie. Finanziert wird ihre Stelle im ersten Jahr von der Universität Erfurt, die Deuser als Fellow an das

Max-Weber-Kolleg berufen hat, und im zweiten aus dem Programm »Pro Geisteswissenschaften«, das mit der Freistellung Deusers für sein Opus Magnum gleichzeitig seine Vertretung durch eine/n Nachwuchswissenschaftler/in ermöglicht. [siehe auch »Der Theologe Hermann Deuser und die geschenkte Zeit« Seite 79]

Eiskalte Atome

Quantenphysik nahe dem absoluten Nullpunkt

Ultrakalte Quantengase sind ein neues und »heißes« Forschungsgebiet der Physik. Durch bahnbrechende Entdeckungen innerhalb des letzten Jahrzehnts sind die bisher getrennten Disziplinen der Festkörperphysik und der Atomphysik zusammengewachsen und erforschen gemeinsam in die Welt der ultrakalten Materie. Besonders fruchtbar ist dabei die Kooperation zwischen Theorie und Experiment, wie sie zum Beispiel zwischen unserer Gruppe für theoretische Physik und den experimentell arbeitenden Atomphysikern um Prof. Dr. Immanuel Bloch in Mainz besteht. Ultrakalte Atome in Teilchenfallen oder in optischen Gittern, wie sie in Mainz realisiert werden, sind ideale Testsysteme für die Vorhersagen der theoretischen Festkörperphysik, da sie es erlauben, eine Vielzahl komplexer Quantensysteme zu simulieren.

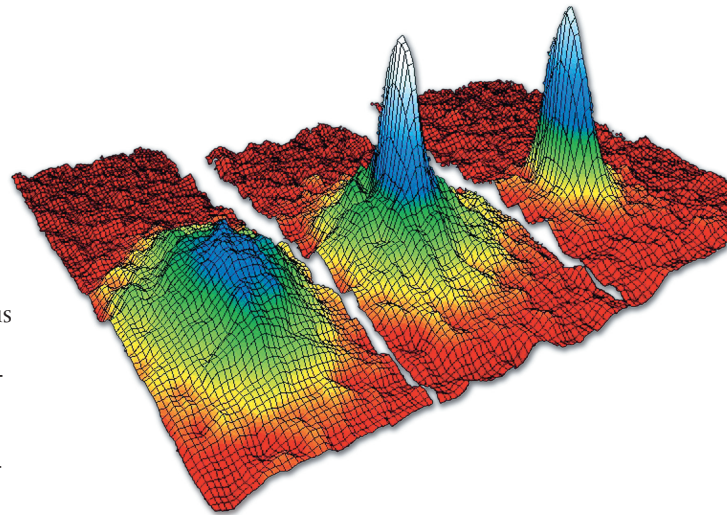
1995 gelang es Wolfgang Ketterle am Massachusetts Institute of Technology (MIT) sowie Eric Cornell und Carl Wieman am JILA in Colorado erstmals, sogenannte Bose-Einstein-Kondensate zu realisieren: Sie kühlten viele Millionen Atome so weit ab, dass die Gesetze der Quantentheorie wesentlich ins Spiel kommen. Es treten dann Effekte auf, wie man sie auch aus Festkörpern kennt, zum Beispiel die Supraleitung. Tatsächlich sind Bose-Kondensate die kältesten Orte im Universum, dicht am absoluten Nullpunkt (–273 Grad Celsius oder 0 Kelvin). Cornell, Ketterle und Wieman, die für ihre Leistung im Jahr 2001 den Nobelpreis für Physik erhielten, erweiterten damit den Blick auf eine Fülle faszinierender Naturphänomene, die im natürlichen Temperaturspektrum der Erde niemals auftreten würden.

Physik am absoluten Nullpunkt

Warum möchte man zu derart tiefen Temperaturen gelangen, und was erwartet man dort? Zum Verständnis ist folgende Analogie hilfreich **1**: Man stelle sich vor, wir würden auf der Oberfläche der Sonne leben. Wegen der hohen Temperaturen gibt es dort nur gasförmige

Materie. Wasser, Eis, Schneeflocken wären uns unbekannt. Erst durch sehr starke Abkühlung im Labor würde man die Vielfalt der Materie beobachten, wie wir sie aus unserer Umgebung auf der Erde kennen. Ganz ähnlich ist die Situation, wenn wir nun von der uns vertrauten Umgebungstemperatur (zirka 300 Kelvin) zu tieferen Temperaturen gehen. Erst durch die Entwicklung von leistungsstarken Kühlmechanismen wurde 1911 das faszinierende Phänomen der Supraleitung entdeckt, bei dem Metalle sprunghaft ihren elektrischen Widerstand verlieren. Ein ähnliches Phänomen – die Superflüssigkeit – wurde in Helium beobachtet, welches unterhalb einer kritischen Temperatur völlig ohne Reibungswiderstand fließt. Beide Phänomene treten bei Temperaturen von wenigen Kelvin auf, das heißt etwa einem Hundertstel unserer Umgebungstemperatur.

Ultrakalte Atome wie die Bose-Einstein-Kondensate sind noch wesentlich kälter: weniger als ein Millionstel Kelvin! Diese Temperaturen



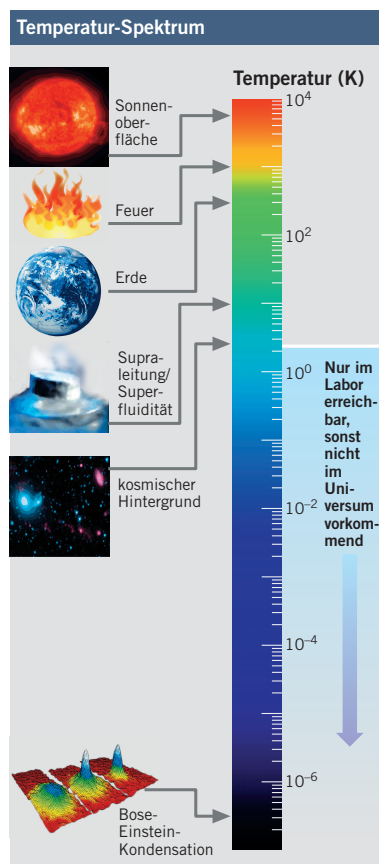
können nicht mehr durch gewöhnliche Kühlmethoden erreicht werden, sondern nur noch mittels Kühlung durch Licht, durch die Laserkühlung, für die 1997 der Nobelpreis vergeben wurde. Generell gilt, dass bei diesen tiefen Temperaturen Effekte der Quantentheorie sichtbar werden, die uns aus dem Alltag nicht bekannt sind.

Gesellige und schüchterne Teilchen

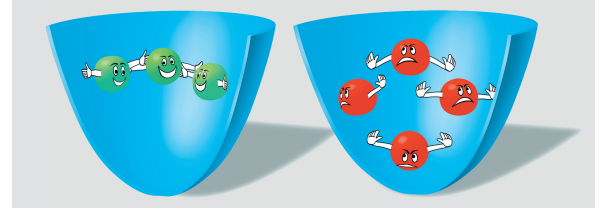
Eine zentrale Vorhersage der Quantentheorie ist, dass in der Natur zwei Sorten von Teilchen existieren: so genannte Bosonen und Fermionen (benannt nach dem indischen Physiker Satyendranath Bose und dem italienischen Physiker Enrico Fermi). Diese verhalten sich sehr unterschiedlich **2**: Die Bosonen sind »gesellig« und halten sich gerne im selben Zustand auf. Bei tiefen Temperaturen kann dies zu der von Albert Einstein vorhergesagten Bose-Einstein-Kondensation führen, wo ein großer Anteil der

1 Bose-Einstein-Kondensate sind extrem kalt.

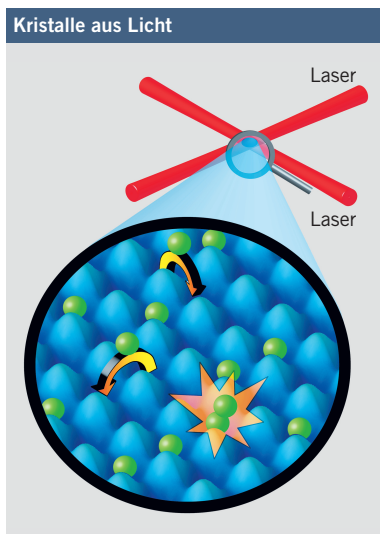
2 Atome in einer optischen, durch Licht erzeugten Falle (blauer Topf). Nach der Quantentheorie verhalten sich bosonische und fermionische Teilchen sehr unterschiedlich: Während Bosonen (links) sich gerne zusammen im selben Zustand aufhalten, sind Fermionen (rechts) Einzelgänger und gehen einander aus dem Weg.



Bosonen und Fermionen im Vergleich



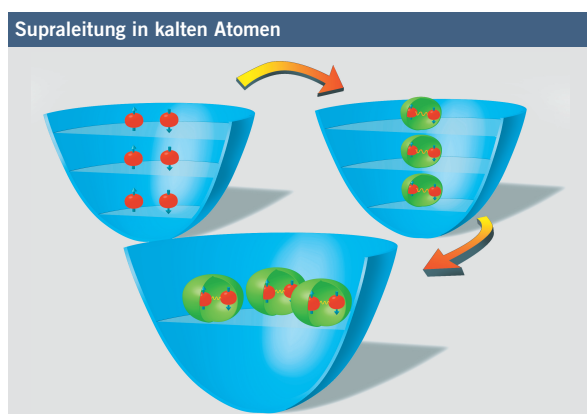
3 Optische Gitter lassen sich erzeugen, indem man mehrere Laserstrahlen überlagert. Man erhält dann einen künstlichen Kristall aus Licht, in dem sich Atome bewegen können, ähnlich wie Elektronen in einem Metall.



Teilchen exakt den gleichen Energie-Zustand besetzt. Man könnte auch sagen, die Bosonen bewegen sich dann im »Gleichschritt«, sie haben identische Eigenschaften und lassen sich durch keine Messung mehr voneinander unterscheiden. Diesen Zustand nennt man Bose-Einstein-Kondensat (BEC). Doch wie kann man experimentell nachweisen, dass es sich tatsächlich um einen solchen Zustand handelt? Die Quantentheorie sagt voraus, dass die kondensierten Teilchen sich wie eine einzige große Materiewelle verhalten. Tatsächlich sind die Welleneigenschaften durch Interferenzmessungen experimentell bestätigt worden.

Im Gegensatz dazu sagt uns die Quantentheorie, dass Fermionen einander aus dem Weg gehen und selbst bei noch so tiefen Temperaturen keine gleichen Zustände besetzen dürfen (Pauli-Prinzip). Diese Eigenschaft ist zum Beispiel dafür verantwortlich, dass Neutronensterne nicht kollabieren, weil selbst durch die enorme Gravitationskraft die fermionischen Neutronen nicht beliebig weit komprimiert werden

4 Supraleitung in kalten Atomen: Verschiedenartige fermionische Teilchen, zum Beispiel magnetische Atome mit zwei verschiedenen Richtungen der Magnetisierung (links oben), können Paare bilden (rechts oben). Diese so genannten Cooper-Paare verhalten sich wie Bosonen, halten sich bevorzugt im selben Zustand auf und bilden bei tiefen Temperaturen ein Bose-Kondensat (unten).



können. Dieses Phänomen – sozusagen ein Neutronenstern im Labor – ist in den letzten Jahren auch von verschiedenen Gruppen in Experimenten beobachtet worden, in denen ultrakalte fermionische Atome mittels Laserstrahlen in optischen Fallen eingefangen wurden.

Derartige Quanten-Eigenschaften, die uns aus der klassischen Physik und dem Alltag überhaupt nicht vertraut sind, lassen sich also in ultrakalten Atomwolken direkt beobachten. Indem man unterschiedliche Atomsorten verwendet, kann man sogar zwischen bosonischen und fermionischen Teilchen wählen. Auch Effekte der Wechselwirkung der Teilchen untereinander können untersucht werden; hier kann man im Labor von einer abstoßenden zu einer anziehenden Wechselwirkung »umschalten«. Diese Flexibilität und Regulierbarkeit machen ultrakalte Atome zu idealen Modellsystemen, und zwar gleichermaßen für Experimentatoren und Theoretiker.

Kristalle aus Licht

Ein weiterer entscheidender Durchbruch war die Kombination von kalten Atomen und optischen Gittern im Jahr 2002. Dieses bahnbrechende Experiment führte die Gruppe von Immanuel Bloch (mittlerweile an der Universität Mainz tätig) und Tilman Esslinger (mittlerweile ETH Zürich) im Münchener Labor des Nobelpreisträgers Theodor Hänsch durch. Unter optischen Gittern versteht man künstliche »Kristalle« aus Licht, die durch Überlagerung von Laserstrahlen erzeugt werden. **3** Man kann sich dies als eine stehende Welle vorstellen, analog einer schwingenden Saite, in der die Stärke des Lichtfelds periodisch vom Ort abhängt. In einer solchen stehenden Welle spüren die Atome ein regelmäßiges Gitterpotenzial, ähnlich den Elektronen in einem Metall. Das Potenzial dieses Gitters verändert ganz entscheidend die Eigenschaften der Teilchen und kann zum Beispiel dazu dienen, die Atome an festen Gitterplätzen einzufrieren.

Mittels kalter Atome und optischer Gitter können neuartige theoretische Modelle und Effekte realisiert werden, die bisher in Festkörpern experimentell nicht zugänglich waren. Sie ermöglichen es theoretischen Physikern wie mir

und meiner Arbeitsgruppe, Modellrechnungen und Ergebnisse von Computersimulationen direkt in »maßgeschneiderten« Experimenten zu testen. Dieses direkte Wechselspiel mit dem Experiment erklärt die große Faszination, die ultrakalte Atome in den letzten Jahren ausüben. Optische Gitter sind auch schon erfolgreich für erste Anwendungen im Bereich der Quanteninformationstheorie eingesetzt worden und könnten in der Zukunft den Bau eines Quantencomputers ermöglichen.

Die wundersame Wandlung der Fermionen

In meiner Arbeitsgruppe interessieren wir uns vor allem für Effekte der Wechselwirkung zwischen den einzelnen Atomen, durch die sich deren Eigenschaften oft drastisch verändern. Ein schönes Beispiel hierfür sind Bosonen und Fermionen, die sich ohne Wechselwirkung sehr unterschiedlich verhalten. Falls man nun zwei verschiedene Sorten von Fermionen gemeinsam zu einem ultrakalten Gasgemisch abkühlt (beispielsweise magnetische Atome mit zwei möglichen Orientierungen der Magnetisierung), können diese durch eine Anziehung Paare bilden. **4** Die Quantentheorie sagt dann voraus, dass sich diese Cooper-Paare wie Bosonen verhalten! Das bedeutet: Durch die Paarbildung wird es den Fermionen möglich, zu mehreren den gleichen Zustand zu besetzen und zu kondensieren. **4** Gleichzeitig tritt auch hier der Effekt des reibungslosen Fließens auf. Man spricht deswegen von einer fermionischen Superflüssigkeit.

Wir haben als erste Arbeitsgruppe eine Theorie formuliert, die erklärt, wie dieses faszinierende Phänomen mittels optischer Gitter realisiert werden kann. Die Grundidee dabei ist, dass die Fermionen paarweise in Gittermulden »eingesperrt« werden und dadurch leichter Paare bilden können. Ein derartiges fermionisches Kondensat im optischen Gitter ist vor kurzem in der Arbeitsgruppe des Nobelpreisträgers Wolfgang Ketterle (MIT) realisiert worden.

Ein Quantensimulator für komplexe Festkörper

Die Ähnlichkeit optischer Gitter mit Festkörperkristallen hat uns außer-

dem motiviert, einen Vorschlag zu formulieren, der an sehr allgemeine Ideen des Nobelpreisträgers Richard Feynman von 1982 anknüpft: Man simuliere ein komplexes Quantensystem durch ein anderes, leichter kontrollierbares, um dadurch physikalische Einsicht zu gewinnen. Für die Umsetzung einer solchen Quantensimulation in optischen Gittern spricht der Vorteil, dass sich dort die Materialeigenschaften, beispielsweise die Geschwindigkeit der Teilchen, sehr leicht regeln lassen, indem man einfach die Intensität des Lasers verändert. Diese Regulierbarkeit ist in realen Festkörpern nicht gegeben beziehungsweise nur sehr schwer erreichbar. Deswegen sind optische Gitter ideale Laborsysteme, um komplexe Vielteilcheneffekte in kontrollierter Weise zu studieren.

Ein wichtiges Beispiel dafür sind die Hochtemperatur-Supraleiter. Diese vor etwa 20 Jahren entdeckte Materialklasse wird bei vergleichsweise hohen kritischen Temperaturen von bis zu 100 Kelvin supraleitend und hat bereits viele technologische Anwendungen gefunden. Ein klares theoretisches Verständnis für diese Materialien fehlt jedoch nach wie vor, trotz intensiver Forschungsanstrengungen. Dies liegt vor allem daran, dass die relevanten theoretischen Modelle, obwohl bereits gegenüber dem realen Material drastisch vereinfacht, immer noch zu komplex sind, um auf heute verfügbaren Rechnern effizient simuliert und gelöst zu werden.

Nach einem von uns im Jahr 2002 formulierten Vorschlag könnten an dieser Stelle ultrakalte fermionische Atome einen entscheidenden Fortschritt ermöglichen: Mit ihrer Hilfe kann man Modelle für Hochtemperatur-Supraleiter im Labor simulieren und dadurch testen, ob diese tatsächlich die richtige Physik beschreiben. Erste Experimente zur Implementierung dieses Programms mit wechselwirkenden Kalium-Atomen in einem optischen Gitter wurden bereits in der Arbeitsgruppe von Tilman Esslinger an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich durchgeführt. Derartige Quantensimulatoren werden, wenn im Experiment realisiert, ungleich leistungsstärker sein als heutige Großrechner. Ultimativ könnten sie zum gezielten Design von komplexen Materialien verwendet werden.

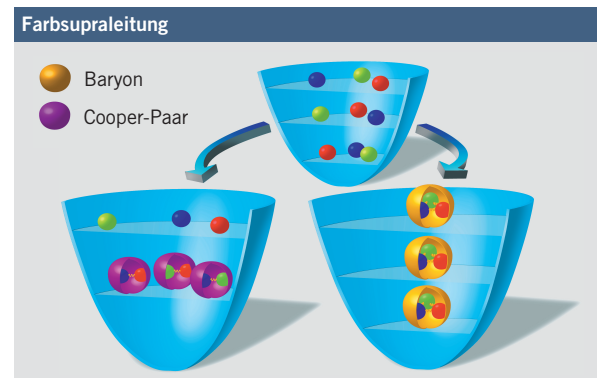
Kosmologische Experimente im Labor

Noch spektakulärere Möglichkeiten ergeben sich, wenn man berücksichtigt, dass Atome verschiedene magnetische Zustände besitzen. Anschaulich vorstellen kann man sich dies als eine Kompassnadel, die in verschiedene, aber nur endlich viele, durch die Quantentheorie festgelegte Richtungen zeigen kann. Für Elektronen gibt es nur zwei solcher magnetischer Ausrichtungen: oben und unten. Atome haben dagegen mehr als zwei magnetische Zustände, die man im Experiment mischen kann. Besonders interessant ist eine Mischung von drei verschiedenen magnetischen Zuständen fermionischer Atome, die man auch mit den Farben rot, blau und grün identifizieren kann. Hierdurch erhält man ein vereinfachtes Modellsystem für die Quantenchromodynamik (QCD), in der die elementaren Bestandteile, die Quarks, ebenfalls drei verschiedene Farbzustände annehmen können.

Wie wir vor kurzem nachgewiesen haben, kann man auf diesem Weg mit kalten Atomen so genannte Farb-Supraleiter realisieren, in denen bosonische Cooper-Paare in drei verschiedenen Farbkombinationen gebildet werden können, nämlich in rot-grün, rot-blau und in blau-grün. **■** Es wird vermutet, dass derartige farbsupraleitende Phasen auch im Inneren von Neutronensternen auftreten, wobei dort statt aus Atomen Farbkombinationen aus den sehr viel kleineren Quarks gebildet werden. Man kann also im Labor mit ultrakalten fermionischen Atomen Simulationen von kosmologischen Phänomenen durchführen!

Noch deutlicher wird diese Analogie, wenn man die Dichte der Atome verändert: Wie wir in neuen Modellrechnungen festgestellt haben, gibt es bei geringer Dichte einen Phasenübergang zu »baryonischer« Materie, wo jeweils drei verschiedenfarbige Atome ein farbneutrales »Baryon« bilden. **■** Genau dies geschieht auch in der uns umgebenden Materie: Dort fügen sich Gruppen von je drei Quarks zu Protonen und Neutronen zusammen, die dann Atomkerne bilden. Die kalten Atome stellen also eine Art Modellbaukasten für die Theorie der Quarks und ihrer Wechselwirkungen (die QCD) dar.

Interessant ist dies vor allem deswegen, weil zahlreiche Probleme der QCD wegen ihrer Komplexität – trotz großer Anstrengungen von Theoretikern – bisher ungelöst sind. An dieser Stelle können die kalten Atome durch Quantensimulationen im Labor einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der starken Wechselwirkung und der Theorie der Elementarteilchen leisten. Experimenten-



te hierzu sollen im Rahmen eines geplanten Transregio-Sonderforschungsbereichs der Arbeitsgruppe von Immanuel Bloch (Mainz) durchgeführt werden, mit theoretischer Unterstützung durch unsere Arbeitsgruppe.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass das noch sehr junge Gebiet der ultrakalten Quantengase bereits eine Vielzahl von spannenden neuen Entwicklungen und Fragestellungen eröffnet hat. Vereinfacht ausgedrückt, stellen ultrakalte Atome einen sehr flexiblen Modellbaukasten dar, mit dem komplexe Festkörpersysteme simuliert werden können, aber auch fundamentale Fragestellungen aus anderen Bereichen der Physik, zum Beispiel aus der Theorie der Elementarteilchen und der Kosmologie. Gerade diese Interdisziplinarität macht das Gebiet für junge Wissenschaftler besonders attraktiv. Wir können uns also in den nächsten Jahren auf spannende neue Physik freuen. **◆**

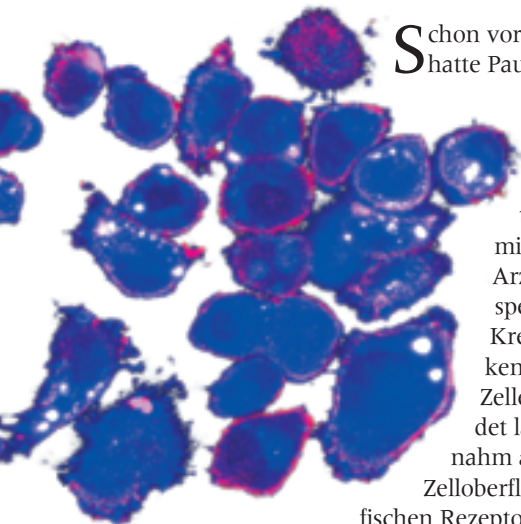
■ Farbsupraleitung in einem System aus drei verschiedenen Sorten fermionischer Atome (rot, blau, grün) in einer optischen Falle. Die Atome können entweder verschiedenfarbige Cooper-Paare und damit einen Supraleiter bilden (links) oder sich in Gruppen von je dreien zu farbneutralen »Baryonen« zusammenfügen (rechts). Auf diese Weise können kalte Atome das Verhalten der Quarks in der Quantenchromodynamik simulieren.

Der Autor

Prof. Dr. Walter Hofstetter, 34, studierte in München und Oxford Physik. Nach der Promotion an der Universität Augsburg und Forschungsaufenthalten als Postdoc an der Harvard University und dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) wurde er 2004 auf eine Universitätsprofessur an der RWTH Aachen berufen. Seit 2006 ist er Professor für Physik in Frankfurt. Seine Arbeitsgruppe beschäftigt sich neben der Theorie ultrakalter Quantengase mit stark korrelierten Elektronensystemen und Transport in elektronischen Nanostrukturen.

Nanotechnologie bringt Arzneistoffe sicher ans Ziel

Bessere Wirkung bei reduzierter Nebenwirkung



Schon vor 100 Jahren hatte Paul Ehrlich die Vision der »Zauber­kugeln« für die Krebs­therapie. Damit meinte er Arzneistoffe, die spezifisch auf Krebszellen wirken und gesunde Zellen unbeschadet lassen. Ehrlich nahm an, dass jede Zelloberfläche mit spezi­fischen Rezeptoren aus­ge­stat­tet ist, an die Biomoleküle nach dem »Schlüssel-Schloss-Prinzip« anbinden. Doch während sich dieses Prinzip bei der Bekämpfung von Bakterien ausgezeichnet bewährte, konnte Ehrlich keine Fortschritte in der Krebstherapie erreichen. Mit der Entwicklung der medizinischen Nanotechnologie und der Möglichkeit, Partikel zu manipulieren, die weitaus kleiner sind als menschliche Zellen, ist es der Pharmazeutischen Technologie in jüngster Zeit gelungen, Ehrlichs Vision zu realisieren.

Wie »verpackt« man einen Arzneistoff so, dass er als Medikament im Körper die gewünschte Wirkung entfaltet? Die verschiedenen Darreichungsformen – Tabletten, Kapseln oder Salben – haben einen verschiedenen Einfluss auf die Freisetzung des enthaltenen Wirkstoffs. Gewählt wird diejenige Form, die eine optimale Verfügbarkeit und damit Wirkung im Körper erzielt. Bei den bekannten Darreichungsformen erreicht aber letztlich nur ein Bruchteil des verabreichten Arzneistoffs den gewünschten Wirkort. Der verbleibende Teil verteilt sich unspezifisch über den ganzen Körper und kann unerwünschte Nebenwirkungen hervorrufen, die die Lebensqualität der betroffenen Patienten oftmals erheblich beeinträchtigen – etwa in der chemotherapeutischen Behandlung von Tumoren.

Es ist daher ein lang gehegter Wunsch der Pharmaforschung, Transportsysteme zu entwickeln, die den Arzneistoff durch so genanntes »Drug Targeting« gezielt zum Ort der Erkrankung bringen. Bereits vor annähernd 100 Jahren prägte der Pionier der Chemotherapie, Paul Ehrlich, den Begriff der »Zauber­kugeln«, inspiriert von einem Besuch der Oper »Der Freischütz«. Gemeint waren damit noch zu findende Wirkstoffe, die eine selektive Erkennung und Zerstörung von Tumorzellen ermöglichen:

»(Der Stoff) würde in diesem Sinne genau den Immunprodukten des Organismus entsprechen, die ihrerseits nach Art von Zauber­kugeln ihren Feind, die Parasiten, isoliert treffen. (...) Die Tumorzellen sind mithin, im Gegensatz zu dem Parasiten, nichts dem Körper Fremdar-

tiges, sondern es handelt sich gewissermaßen um feindliche Brüder, und es ist deshalb a priori viel schwerer, spezifische Heilstoffe aufzufinden, die nur kranke Zellen treffen, ohne die gesunden zu schädigen. (...)«

Paul E. Ehrlich, 1913

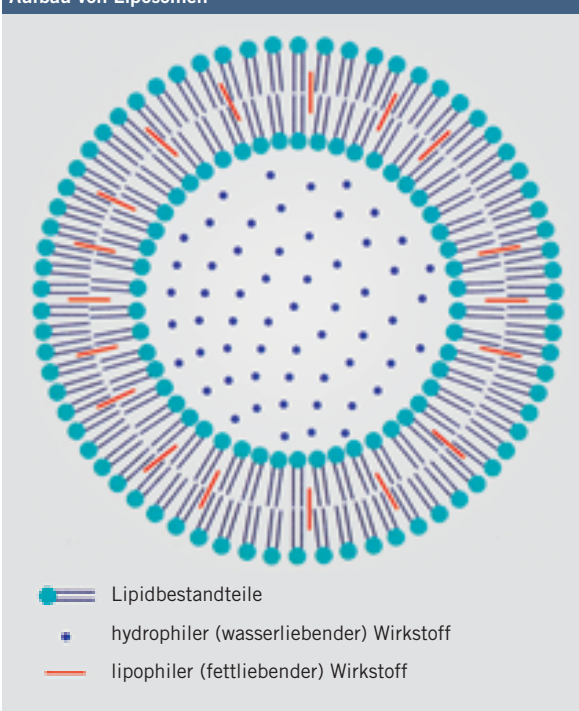
Seit diesen ersten Überlegungen Ehrlichs wurden zahlreiche Anstrengungen unternommen, Trägersysteme zu entwickeln, die eine gezielte Anreicherung des an sie gebundenen Arzneistoffs in den gewünschten Zielstrukturen des Körpers ermöglichen.

Nanopartikel transportieren Wirkstoffe

Ein viel versprechender Ansatz, eine verstärkte Anreicherung von Arzneistoffen in den gewünschten Zielgeweben zu erreichen, ist hierbei die Arzneistoffbindung an nanostrukturierte Trägersysteme. Diese Träger weisen eine Größe von einigen Nanometern (10^{-9} m = ein Millionstel Millimeter) auf und sind damit deutlich kleiner (100–200-fach) als die Zellen des menschlichen Körpers. Zu diesen Trägersystemen zählen insbesondere kugelförmige Liposomen **1** und Nanopartikel. Aufgrund ihrer geringen Größe kann eine gezielte Anreicherung des an sie gebundenen Wirkstoffs in Organen, Geweben oder erkrankten Körperstellen und damit ein Drug Targeting erreicht werden.

Nanopartikel sind feste kolloidale Arzneistoffträger: In die Teilchen-Cluster mit einer Größenordnung von einem bis 1000 Nanometern werden die Arzneistoffe entweder eingebettet oder an die Oberfläche gebunden. Als Ausgangsmaterialien der Partikelherstellung können sowohl synthetische Polymere als auch natürliche Makromoleküle wie Proteine verwendet werden. Mittlerweile ermöglichen es die Arbeitsmethoden der Nanotechnologie, die Partikelstrukturen auf der Nanoskala maßzuschneidern, also auf der Größenskala, auf der auch die intrazellulären molekularen Prozesse ablaufen. So können beispielsweise

Aufbau von Liposomen



1 Liposomen (»lipos«, griechisch »Fett«; »soma«, griechisch »Körper«) sind kugelförmige Vesikel im Größenbereich einiger Nanometer bis Mikrometer, bei denen eine doppelschichtige Membran aus Lipidbestandteilen einen wässrigen Kern einschließt. Liposomen finden Anwendung in kosmetischen Präparaten und in der Medizin. Sie werden auch in der Biotechnologie dazu genutzt, Fremdmaterial wie Erbinformationen in Zellen einzuschleusen.

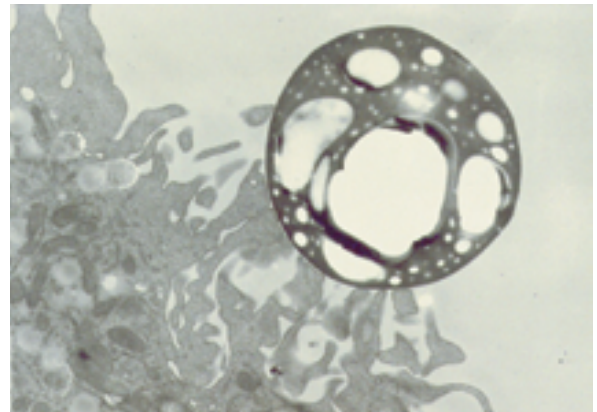
unter Auswahl geeigneter Techniken Nanopartikel in einheitlicher Größe reproduzierbar hergestellt werden. **2**

Nanopartikel im Reich der Fresszellen

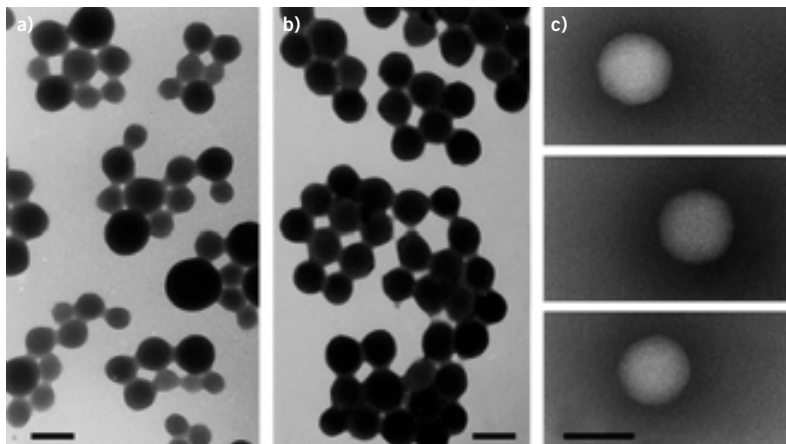
Betrachtet man das Verhalten solcher nanostrukturierter Trägersysteme nach Injektion in den Blutkreislauf, so werden Nanopartikel, deren Oberfläche nicht weiter modifiziert wurde, schnell aus der Blutzirkula-

tionen aufgenommen. Somit können Zellen des MPS als potentielle Zielzellen für Nanopartikel aufgefasst werden.

Im Gegensatz dazu versucht man beim aktiven Drug Targeting, den Arzneistoff gezielt auch in primär nicht zugänglichen Körperkompartimenten anzureichern. Hierzu ist es in einem ersten Schritt erforderlich, Nanopartikel davor zu schützen, von Phagozyten »angegriffen« beziehungsweise »verdaut« zu wer-



3 Transmissionselektronenmikroskopische (TEM) Aufnahme des Anheftens eines Nanopartikels an Pseudopodien (»Scheinfüßchen«) eines Makrophagen (8300 fach vergrößert). Diese Füßchen ermöglichen es der Zelle, Nahrung oder, im Falle von Makrophagen, Krankheitserreger aufzunehmen.



2 Morphologie von Nanopartikeln auf Basis von humanem Serumalbumin (HSA): a) direkt nach der Herstellung; b) nach Aufreinigung durch Zentrifugation c) drei Nanopartikel aus b) in Vergrößerung (Maßstab 200 nm).

tion entfernt und in den Zellen des Mononukleären Phagozytensystems (MPS) angereichert. An diesem »Abwehr-System« gegen körperfremde Eindringlinge wie Bakterien sind eine Vielzahl von Zellen der Leber, Milz, Lunge, Lymphknoten und des Knochenmarks beteiligt. Daher sind nanostrukturierte Partikel, die der Körper aufgrund ihrer geringen Größe wie Bakterien behandelt, prinzipiell geeignet, die an sie gebundenen Substanzen gezielt in alle Zellen des Mononukleären Phagozytensystems (MPS) zu transportieren und dort freizusetzen. Man bezeichnet diesen Prozess als passives Drug Targeting.

Die aktive Aufnahme von Nanopartikeln durch Phagozytose konnte im Laborversuch insbesondere in Zellkulturen gezeigt werden **3**. Wir verwendeten dazu reife Monozyten von menschlichen Spendern, die in der Zellkultur zu Makrophagen (Fresszellen) heranreift. Gab man zu der Mischung aus Monozyten und Makrophagen Nanopartikel hinzu, so wurden sie von den Fress-

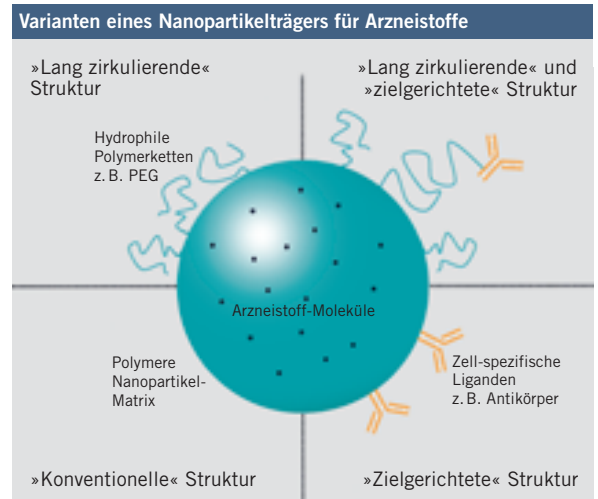
zellen aufgenommen. Zu ihrem Schutz versieht man sie mit hydrophilen (wasserliebenden) Oberflächenstrukturen, die nicht erwünschte Wechselwirkungen mit Nicht-Zielzellen minimieren. Dies kann durch Einführung hydrophiler sterischer Barrieren wie Polyethylenglykol (PEG) erreicht werden. Diese Modifikation vermindert die Anlagerung von körpereigenen Proteinen, so genannten Opsoninen, die das »Andocken« der Phagozyten an Bakterienzellen erleichtern. Insofern wird die »Überlebenszeit« der Nanopartikel im Blut verlängert und ihre Anreicherung im MPS reduziert. Man erhält dadurch eine »lang zirkulierende« Partikelstruktur **4**, die auch als »Stealth«-Technologie bezeichnet wird, weil diese Partikel unerkant (»stealth«, englisch »Heimlichkeit«) von den Zellen des MPS im Körper zirkulieren können.

Nanofähren erkennen Tumoren

Das lange Verweilen im Körper ermöglicht den Nanopartikeln, unterschiedlich große Zellzwischenräume von gesundem und krankem Gewebe aufzufinden, was ausgenutzt wird, um über das Partikelsystem Arzneistoffe in Tumoren anzureichern. Nach langjähriger Ent-

wicklung sind seit einiger Zeit verschiedene Arzneimittel auf Basis von Liposomen auf dem Markt, die diese Technologie für eine stärker zielgerichtete Behandlung von Tumoren nutzen.

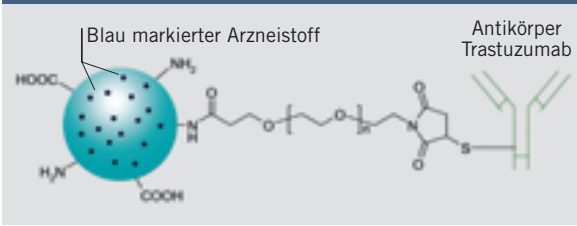
Zur weiteren Optimierung können die entsprechenden Partikelsysteme in einem zweiten Schritt



mit Erkennungsdomänen ausgestattet werden, die ihnen das »Andocken« an spezifische Zelltypen ermöglichen. Auf diese Weise erreicht man eine zellspezifische Anreicherung des Trägersystems und seines Wirkstoffs **4**. Solche Domänen werden auch als Drug Targeting-Liganden bezeichnet. Eine »lang zirkulierende und zielgerichtete« Partikelstruktur wird hierbei ermöglicht. In den bisher beschriebenen Versuchen hat man sich in der Mehrzahl der Fälle am menschlichen Immunsystem orientiert und Antikörper als Drug Targeting-Liganden eingesetzt.

4 Schematische Darstellung eines mit Arzneistoff beladenen Nanopartikels: In Abhängigkeit von der gewählten Oberflächenmodifikation kann das Partikelsystem in biologischen Systemen unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.

Drug Targeting mit Ligand



■ Schematische Darstellung eines mit einem blau markierten Arzneistoff beladenen Nanopartikels, der auf der Oberfläche den Antikörper Trastuzumab als Drug Targeting-Ligand gebunden aufweist (nicht maßstabsgerecht).

Erfolgreich bei Brustkrebs

Entsprechende Partikelsysteme, die ein aktives Drug Targeting ermöglichen, entwickelt unsere Gruppe am Institut für Pharmazeutische Technologie der Universität Frankfurt. Diese Systeme basieren auf biodegradierbaren Proteinen wie Albumin oder Gelatine. Aus ihnen wird eine Partikelmatrix aufgebaut, in die unterschiedliche Arzneistoffe eingebettet werden können. Die Verwendung von Proteinen für den Aufbau der Partikelmatrix ermöglicht einen schnellen Abbau und

damit eine zügige Freisetzung der Wirkstoffe aus den Nanopartikeln, nachdem diese von Zellen aufgenommen wurden. Weil die Protein-Nanopartikel im Körper abgebaut werden können, wird ihre Akkumulation vermieden. Damit ist ein viel diskutiertes Risiko des Einsatzes von Nanostrukturen in der Pharmakologie ausgeschlossen.

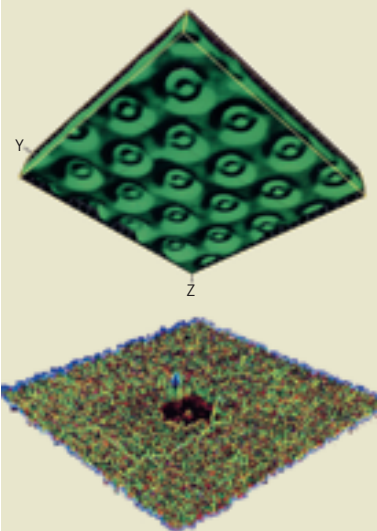
Mit Hilfe der Proteinchemie staten wir die Oberfläche der Nanopartikel mit unterschiedlichen zellspezifischen Liganden aus. Auf diese Weise modifizierte Nanopartikel und die an sie gebundenen Arzneistoffe können dann zielgerichtet in unterschiedlichsten Zellsystemen angereichert werden. So haben wir in Kooperation mit der Abteilung Molekulare Gynäkologie der Frauenklinik Frankfurt die zellspezifische Anreicherung von Nanopartikeln in Brustkrebszellen untersucht, die das Antigen HER2 auf ihrer Oberfläche tragen. Diese Zel-

len wurden mit Partikeln behandelt, die als Ligand den Antikörper Trastuzumab hatten. ■ Wir konnten nachweisen, dass diese Liganden modifizierten Nanopartikel an das zelluläre HER2-Antigen binden. Nur Nanopartikel, die sowohl mit Arzneistoff beladen waren als auch auf ihrer Oberfläche den passenden Liganden trugen, waren in der Lage, den an sie gebundenen Arzneistoff in den Brustkrebszellen anzureichern und freizusetzen. ■

Ein universeller Ansatz für unterschiedlichste Erkrankungen

Ein einfacher Austausch der Liganden des Partikelsystems ermöglicht es, die Nanopartikel für unterschiedliche Anwendungen maßzuschneidern. So wurde in einem weiteren Projekt die Partikeloberfläche mit dem Liganden Apolipoprotein E (ApoE), einem Protein, das im Körper für den Transport

»Think small« – NanoNetzwerk Hessen



Die Aufnahme zeigt Protein-Chips mit Nanokavitäten. Die Aufnahme (1 µm x 1 µm) wurde mittels Raster-Sonden-Mikroskopie erhalten.

Das NanoNetzwerk Hessen wurde im März 2004 mit der Unterstützung der Minister Udo Corts und Alois Rhiel als eine Kooperationsvereinbarung zwischen den Präsidenten der hessischen Hochschulen initiiert. Das Netzwerk soll insbesondere dazu dienen, Aktivitäten in Forschung und Lehre im Bereich Nanotechnologie inhaltlich abzustimmen, Geräte und Infrastruktur gemeinsam zu nutzen und unter der Bezeichnung »NanoNetzwerk Hessen« gemeinsam öffentlich aufzutreten.

Im Verlauf des Jahres 2005 wurde in Absprache mit dem Wissenschaftsministerium ein Konzept zur Gestaltung der Nanotechnologie in

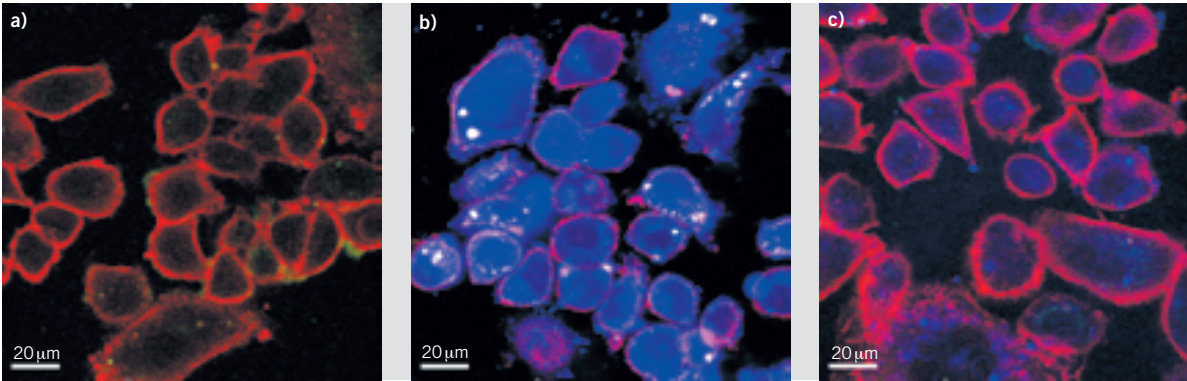
Hessen ausgearbeitet, in dem alle hessischen Universitäten und Fachhochschulen in vier »regional clusters« (Nord-, Mittelhessen, Frankfurt und Südhessen) zusammengefasst sind. Im Sommer dieses Jahres hat das Wissenschaftsministerium diesen gemeinsamen Antrag durch international ausgewiesene Fachgutachter positiv evaluiert und bereits für das laufende Jahr erhebliche Mittel zugesprochen. Hierbei wurde der Frankfurter Beitrag besonders gewürdigt und der Johann Wolfgang Goethe-Universität ein Betrag von insgesamt eine Million Euro für den Ausbau der nanotechnologischen Infrastruktur bewilligt.

In der Nanotechnologie ist die Universität Frankfurt äußerst aktiv – sowohl in den Material- als auch in den Lebenswissenschaften. In der Materialwissenschaft liegt ein wichtiger Schwerpunkt in der Präpara-

tion von nanostrukturierten, so genannten elektronisch niedrigdimensionalen Festkörpern, die durch Quanteneffekte interessante magnetische und elektrische Eigenschaften erhalten – wie zum Beispiel Supraleitfähigkeit. Diese Projekte werden derzeit innerhalb einer DFG-Forschergruppe gefördert. Im Rahmen eines Europäischen »Network of Excellence« werden zudem komplexe Cluster-Verbindungen intermetallischer Phasen im Hinblick auf einzigartige Kombinationen von Materialeigenschaften (Härte, Benetzbarkeit et cetera) untersucht. In der Lebenswissenschaft wird die Nanotechnologie zur Herstellung von Nanopartikeln eingesetzt, die als Träger von Arzneistoffen bei der Bekämpfung von Tumoren dienen, wie von Privatdozent Dr. Klaus Langer hier beschrieben. Ein weiterer wichtiger Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung von Methoden, um Proteine funktional in nanoskalierten Dimensionen auf Oberflächen zu organisieren. Diese biochemischen Hybridverbindungen werden innerhalb einer DFG-Forschergruppe mit der Philipps-Universität Marburg gefördert. Ziel dieser Projekte ist es, biochemische Analysen auf Einzelmolekülebene mit minimalen Substanzmengen und höchster Parallelität durchzuführen. Solche Techniken sind essenziell, um den Herausforderungen einer immer komplexeren medizinischen Diagnostik gerecht zu werden. Der Ausbau dieses innovativen Forschungszweigs mit hohem Wirtschaftspotenzial gelingt ab 2007 dank drei neuen, vom BMBF im Rahmen der Initiative »Nanobiotechnologie« finanzierten Verbundvorhaben an der Johann Wolfgang Goethe-Universität.

Die Autoren

Prof. Dr. Jacob Piehler und Prof. Dr. Robert Tampé, Institut für Biochemie



6 Konfokalmikroskopische (CLSM) Darstellung der Anreicherung eines blau markierten Arzneistoffs in Brustkrebszellen (rot) mittels Albumin-Nanopartikeln: a) Nanopartikel ohne Arzneistoff mit Ligand, b) Nanopartikel mit Arzneistoff und Ligand, c) Nanopartikel mit Arzneistoff ohne Ligand.

von Cholesterol und Fetten über den Blutstrom auch in das Gehirn genutzt wird, ausgestattet. Diese Partikel waren in einem Tiermodell in der Lage, ein Schmerzmittel über die Blut-Hirn-Schranke zu transportieren, welches ohne Transportsystem diese physiologische Barriere nicht überwinden kann. Diese Ergebnisse machen Hoffnung, eine medikamentöse Therapie von Gehirntumoren zu ermöglichen, die bisher mit etablierten Darreichungsformen nicht erreicht werden kann.

In Kooperation mit Unternehmen der pharmazeutischen Industrie bauen wir diese viel versprechenden Ansätze weiter aus. So wird im Rahmen des Bundesministerium für Bildung und Forschung-Verbundprojekts »Nanopartikelbasierte Arzneistoffsysteme für die gezielte Tumorthherapie (NanoDrug)« – unter Leitung unseres Instituts – an Nanopartikel-basierten Transportsystemen für Chemotherapeutika gearbeitet. In dem Forschungsverbund arbeiten neben mehreren Instituten der Universität Frankfurt (Pharmazeutische Technologie, Biophysik und Medizinische Virologie)

als Industriepartner das Pharmaunternehmen Merck KGaA in Darmstadt sowie das Fraunhofer Institut für Biomedizinische Technik in St. Ingbert. Angestrebt wird die Erforschung von nanopartikelbasierten Formulierungen auf Basis von anti-tumoralen Antikörpern.

Nanomedizin-Aktivitäten aus Sicht des Markts

Die medizinische Nanotechnologie ist nicht nur ein Gebiet der Grundlagenforschung. Dies wird verdeutlicht, wenn man einen Blick auf die aktuellen kommerziellen Forschungsaktivitäten im Bereich Nanomedizin richtet. Betrachtet man die weltweiten Aktivitäten in diesem Forschungsbereich, so kann man feststellen, dass mehr als 50 Prozent der über 200 in diesem Bereich aktiven Unternehmen mit ihren Ansätzen die Entwicklung von Wirkstoff-Transport-Systemen anstreben. Der Umsatz mit Nanomedizin-Produkten im Bereich Wirkstofftransport lag im Jahr 2004 bei 5400 Millionen US Dollar. Andere nanotechnologische Aspekte, wie die Entwicklung von Implantaten

oder Produkten für die *in vitro*-Diagnostik, werden gleichfalls verfolgt.

Fasst man die Betrachtungen zusammen, so ist es erklärtes Ziel vieler Entwicklungen, die medizinische Nanotechnologie für das Prinzip des Drug Targetings zu nutzen, um eine für den Patienten optimierte Therapie mit erhöhter Wirksamkeit bei gleichzeitig reduzierten Nebenwirkungen zu erreichen. Obwohl Paul Ehrlichs Idee der »Zauberkugeln« bereits vor annähernd 100 Jahren formuliert wurde, erscheint erst zum gegenwärtigen Zeitpunkt durch die Nanotechnologie eine viel versprechende Umsetzung dieses Gedankens in greifbare Nähe zu rücken. ♦

Der Autor

Privatdozent Dr. Klaus Langer, 39, beschäftigt sich seit 1993 als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Pharmazeutische Technologie mit der Entwicklung nanostrukturierter Partikelsysteme. Für ein Forschungsprojekt zur Untersuchung der Wechselwirkung dieser Partikel mit Zellsystemen wurde er 2003 mit dem Adolf-Messer-Stiftungspreis ausgezeichnet. In Zusammenarbeit mit pharmazeutischen Unternehmen erforscht er nanostrukturierter Trägersysteme für unterschiedliche Arzneistoffe.

Anzeige

**Karrieresprung gefällig?
Zum Beispiel in den Kongo.**

ÄRZTE OHNE GRENZEN hilft Menschen in Not. Schnell, unkompliziert und in mehr als 80 Ländern weltweit. Unsere Ärzte, Pflegekräfte und Logistiker arbeiten oft in Konfliktgebieten – selbst unter schwierigsten Bedingungen: ein Einsatz, der sich lohnt.

Bitte schicken Sie mir unverbindlich

allgemeine Informationen über ÄRZTE OHNE GRENZEN

Informationen für einen Projekteinsatz

Informationen zur Fördermitgliedschaft

die Broschüre „Ein Vermächtnis für das Leben“

Name _____

Anschrift _____

E-mail _____

ÄRZTE OHNE GRENZEN e.V. • Am Kölnischen Park 1 • 10179 Berlin
www.aerzte-ohne-grenzen.de • Spendenkonto 97 0 97 • Sparkasse Bonn • BLZ 380 500 00



Warum sollten Frauen nicht erste Wahl sein?

Familiendynamik in Familienunternehmen

Zurzeit berichtet die Presse häufiger über Unternehmertöchter, denen ihre Väter Verantwortung im Familienunternehmen übertragen. Zu den bekannteren Töchtern zählen Bettina Würth, Alexandra Dürr, Kim-Eva Wempe und Nicola Leibinger-Kammüller. Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als würden Töchter das volle Vertrauen ihrer Väter genießen, wenn es um die Nachfolge im Familienunternehmen geht. Bei genauer Betrachtung fallen jedoch Unterschiede hinsichtlich der Herangehensweise auf je nachdem, ob Töchter oder Söhne die Nachfolge im Unternehmen antreten. Frauen besetzen häufig Bereiche wie Personal oder Unternehmenspolitik und sind seltener in der Führung des operativen Geschäfts zu finden.

Einige von ihnen treten zwar die Nachfolge des Vaters an, nicht jedoch als Geschäftsführerin, sondern – wie etwa im Fall von Bettina Würth – als Vorsitzende des Beirats der internationalen Würth-Gruppe, einem der Marktführer in Befestigungs- und Montagetechnik mit weltweit rund 51 000 Mitarbeitern. Das operative Geschäft führt ein familienfremder Manager, den der Vater für diese Aufgabe ausgewählt

hat. Als weitere Einschränkung ihrer Verfügungsmacht kann der Umstand gelten, dass ihr Vater das Firmenvermögen schon frühzeitig in eine Stiftung übertrug. Auch Alexandra Dürr wurde von ihrem Vater Heinz Dürr in den Aufsichtsrat des Familienunternehmens berufen, jedoch ohne an der operativen Führung beteiligt zu sein. Der Dürr-Konzern mit 6000 Mitarbeitern gehört zu den weltweit führenden Anbietern von Produkten, Systemen und Dienstleistungen für die Automobilfertigung.

Freilich gibt es auch sie, die Töchter, denen ihre Väter die operative Leitung des Geschäfts übertragen. Kim-Eva Wempe ist eine solche Tochter, die einen langen Weg und mehrere Bewährungsproben hinter sich gebracht hat, um die Spitze des gleichnamigen Schmuck-Konzerns mit 25 Niederlassungen zu erreichen. Am Ziel angelangt, ziehen sich manche Väter dennoch nicht vollständig aus der Leitung zurück, sondern wirken wie Hellmut Wempe weiterhin bei wichtigen Entscheidungen mit und stellen ihren Töchtern einen Generalbevollmächtigten zur Seite, der die Zahlen »im Griff« behält. Der Fall von Nicola Leibinger-Kammül-

ler, der Berthold Leibinger im vergangenen November die operative Führung der Trumpf-Gruppe, einem der größten europäischen Hersteller von Werkzeugmaschinen und Weltmarktführer bei Lasern für die Fertigungstechnik, übergab, ist vergleichbar: Die Tochter führt die Geschäfte nicht alleine, sondern wird dabei von ihrem Bruder und ihrem Ehemann unterstützt – oder kontrolliert?

Nun stellt sich die Frage, weshalb Unternehmer ihren Töchtern Verantwortung übergeben, diese aber zugleich begrenzen, indem sie ihnen nicht oder nicht vollständig die operative Führung des Unternehmens übergeben. Liegt es an den Töchtern, die – anders als Söhne – kaum dazu neigen, die Macht an sich zu reißen? Oder liegt es an den Vätern, die an den Fähigkeiten ihrer Töchter zweifeln oder sie vor den Gefahren der Geschäftswelt schützen wollen? Sicher ist, dass traditionelle Vorbehalte gegen Frauen an der Unternehmensspitze grundlos sind: Selbst in Branchen, die von Männern dominiert werden, setzen sie sich erfolgreich durch, wenn sie ihre Chance bekommen.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend hat der Fachbereich Gesellschaftswissenschaften in Kooperation mit dem Sigmund-Freud-Institut sowie mit zusätzlichen Mitteln des Präsidiums der Universität, die für Genderforschung bereitgestellt worden sind, eine Untersuchung zu diesem Thema durchgeführt. Die Studie ist der Frage nachgegangen, welche Chancen Töchter in mittelständischen Familienunternehmen haben, in die Geschäftsleitung zu gelangen. Die Ergebnisse der Untersuchung beruhen auf einer aufwändigen interpretativen Auswertung von 53 mehrstündigen themenzentrierten Interviews mit Töchtern, die in mittelständischen Familienunternehmen erfolgreich die Geschäftsleitung übernommen haben oder an einer angestrebten Übernahme gescheitert sind.

Die Frauen, die ihren Anspruch auf Nachfolge nicht durchsetzen konnten, verfügen über eine ebenso gute berufliche Qualifikation wie die erfolgreichen Nachfolgerinnen. Dass sie nicht aufgrund mangelnder beruflicher Qualifikationen scheitern, zeigt sich unter anderem daran, dass sie außerhalb des Unter-

nehmens ihrer Familie sehr wohl Karriere machen. Generell gewinnt man den Eindruck, dass es ihnen oft leichter fällt, ein eigenes Unternehmen zu gründen, als das ihrer Eltern zu übernehmen. Scheitern sie an der Nachfolge, dann in der Regel an der unterschätzten oder sogar unbewussten emotionalen Dynamik innerfamiliärer Konflikte, die nicht beigelegt werden konnten.

Patriarchale Widerstände überwinden

Die Mehrzahl dieser Konflikte resultiert aus dem Fortbestehen patriarchaler Familienkulturen, die

Gelangen Töchter in die Geschäftsleitung, dann häufig nur deshalb, weil »Not am Mann« ist: Krankheit oder Tod des Vaters, fehlende Söhne oder Söhne, die sich verweigern. Die meisten Töchter kommen mit dieser Notlage sehr gut zurecht. Ansonsten haben Töchter dann die besten Chancen, in die Geschäftsleitung zu gelangen, wenn die Position in Konkurrenz mit Brüdern oder anderen männlichen Verwandten leistungsgerecht besetzt wird. Für eine leistungsgerechte Auswahl muss der Grundstein früh gelegt werden, indem Söhne und Töchter dieselben Chan-

was sie eingangs wollten, sondern auch die »Unterlegenen«. Fairness senkt die Wahrscheinlichkeit für nachträgliche Racheakte.

Wenn unter der Vorgabe einer chancengleichen und leistungsgerechten Geschwisterkonkurrenz letztlich doch das Geschlecht den Ausschlag gibt, kränkt das eine Tochter besonders schwer, denn auf ihr Geschlecht hat sie nun einmal keinen Einfluss. Mann oder Frau zu sein, ist keine Leistung, wird aber vor dem Hintergrund des propagierten Leistungsprinzips wie eine solche behandelt. Es gibt Töchter, die auf solche Kränkungen sogar selbstschädigend reagieren: Sie wollen nicht glauben, dass es ihr Geschlecht ist, das sie scheitern lässt, weil das ihre ganze Person entwerten würde. Und so fangen sie an, nach Gründen zu suchen, die denen Recht geben, die sie benachteiligen. Sie bewahren damit ihren Glauben, dass es letztlich doch leistungsgerecht zugeht, und sind deshalb nicht selten bereit, mehr Leistung als ein Bruder in der Geschäftsleitung zu erbringen – und sei es im Unternehmen in einer ihm untergeordneten Position. So kann es sein, dass sie jede neuerliche Enttäuschung ihrem Geschlecht zuschreiben und mit Mehrleistung beantworten, die ihr Geschlecht vergessen machen soll.



Töchter benachteiligen, wenn sie sich nicht bestimmten geschlechtsspezifischen Erwartungen fügen. Da ein Großteil der Töchter der Lebensmaxime »Tue nichts, was einen Bruch mit Deiner Herkunftsfamilie herbeiführen könnte« folgt, sind sie erpressbar. Halten sie an ihrem Anspruch fest, die Geschäftsführung zu übernehmen, obwohl ein Bruder dafür vorgesehen ist, wird ihnen in patriarchalen Familienkulturen ständig versteckt, aber auch ganz offen damit gedroht, dass sie ihre Zugehörigkeit zur Familie aufs Spiel setzen. Vor diesem Hintergrund erweist sich die »innere Freiheit« einer Unternehmertochter, nicht in das Unternehmen einzutreten oder es zu verlassen, als besonders wichtig. Diese Freiheit zeigt sich darin, einen Lebensentwurf, der eine Lockerung oder gar Auflösung der Familienbande riskiert, angstfrei durchspielen zu können und dabei auch den Vorwurf der Undankbarkeit auszuhalten.

cen erhalten, sich beruflich zu qualifizieren und durch Leistungen für die Geschäftsleitung zu empfehlen. In die Geschäftsleitung gelangt, wer dafür – gemessen an vorab festgelegten Kriterien – am besten geeignet ist. Das Geschlecht spielt für die Entscheidung keine Rolle. Die konkurrierenden Geschwister erkennen, wer sich von ihnen am besten eignet, und sie erkennen es (neidlos) an. Gleiches tun die Eltern. Folglich verlangt die Auswahl einer designierten oder neuen Geschäftsleiterin ein faires Verfahren.

Fairen Wettbewerb sichern

Wie wird ein Nachfolger oder eine Nachfolgerin gefunden? Das ist die entscheidende Frage. Denn es zeigt sich, dass das Verfahren oft wichtiger ist als das daraus resultierende Ergebnis, wer nun Nachfolger oder Nachfolgerin geworden ist. In Verfahren, die als fair erlebt werden, stimmen nicht nur diejenigen dem Ergebnis zu, die bekommen haben,





Töchter haben dann gute Chancen, in die Geschäftsleitung zu kommen, wenn das Auswahlver-

fahren leistungsgerecht ist, sie ihren Anspruch auf Geschäftsleitung nachdrücklich erheben, klare Bewährungskriterien verhandeln und sich nicht dadurch erpressen lassen, dass ihnen angedroht wird, ihre Anerkennung innerhalb der Familie zu verlieren. Da Töchter im Vergleich zu Söhnen offenbar weniger Probleme haben, ihre Väter nach Übernahme der Geschäftsleitung neben sich im Unternehmen zu tolerieren, bietet sich eine besondere Chance für einen gleitenden Generationswechsel, wenn Töchter die Chefposition übernehmen; denn dann kann das Wissen des Vaters optimal genutzt werden und der Generationenwechsel wird nicht durch Konflikte überschattet.

Über die hier genannten Punkte hinaus konnten in der Untersuchung eine Reihe von psychosozialen »Erfolgsfaktoren« auf dem Weg in die Geschäftsleitung identifiziert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Wirkung dieser Faktoren von der Familienkonstellation abhängt: Nur ein Verhalten, das der jeweiligen Familienkonstellation gerecht wird, führt zum Erfolg. Töchtern,

die bei der Durchsetzung ihres Anspruchs auf Geschäftsleitung auf innerfamiliäre Widerstände treffen, wird dringend eine Prozessbegleitung durch Beraterinnen oder Berater empfohlen, die familiendynamisch kompetent sind. Denn Nachfolge ist unter diesen Bedingungen nachweislich ein kritisches Lebensereignis, das nicht zu unterschätzende psychosoziale Belastungen mit sich bringt.

Kompetente Beratung einholen

Eine wissenschaftlich fundierte Beratung, die nicht nur die üblichen betriebswirtschaftlichen sowie steuer- und erbschaftsrechtlichen Fragen behandelt, sondern auch die erforderliche Sensibilität für die Familiendynamik von Unternehmerfamilien aufbringt, kann maßgeblich dazu beitragen, den Generationswechsel zu sichern. Diese Aufgabe verlangt entsprechend geschulte Beraterinnen und Berater, von denen es bislang zu wenige gibt. Deshalb ist die Entwicklung von Schulungsprogrammen erforderlich, die geeignet sind, die Kom-



Die Autoren

Prof. Dr. Dr. Rolf Haubl, 55, studierte Psychologie und Germanistik an der Universität Gießen. Seit 2002 ist Haubl Professor für Soziologie und psychoanalytische Sozialpsychologie der Universität Frankfurt und Direktor des Sigmund-Freud-Instituts in Frankfurt. Er ist Gruppenlehranalytiker, Gruppenanalytischer Supervisor und Organisationsberater (Deutscher Arbeitskreis für Gruppenpsychotherapie und Gruppendynamik, Deutsche Gesellschaft für Supervision e.V.). Seine Forschungsschwerpunkte sind ökonomisches Alltagshandeln und seine Psychopathologien, zum Beispiel Kaufsucht und Überschuldung; Beratungsforschung, insbesondere Supervision und Coaching in Profit- und Non-Profit-Organisationen und Emotionsforschung.

Bettina Daser, 30, hat Sozioökonomie in Augsburg studiert und ist seit 2003 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Von 2004 bis 2006 leiteten Diplom-Ökonomin Bettina Daser und Prof. Dr. Dr. Rolf Haubl gemeinsam das Projekt »Familiendynamik in Familienunternehmen: Warum sollten Töchter nicht erste Wahl sein?«, das vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend in Auftrag gegeben worden war. Seit 2005 ist Bettina Daser zudem Mitarbeiterin des Sigmund-Freud-Instituts und arbeitet unter anderem an einem Schulungsprogramm für Berater und Beraterinnen, das helfen soll, die Sensibilität für die Familiendynamik von Unternehmerfamilien zu stärken.

petenz von Beraterinnen und Beratern zu verbessern und die Beratungsresistenz von mittelständischen Familienunternehmen zu verringern. Auf der Grundlage dieser Studie arbeitet das Sigmund-Freud-Institut jetzt – gefördert von der EQUA-Stiftung – an einem solchen Schulungsprogramm für Berater und Beraterinnen, von dem sowohl Berater und Beraterinnen als auch Familienunternehmen profitieren können. Denn solche Unternehmen sichern nur dann ihre Zukunft, wenn sie bereit sind, den Generationswechsel aktiv zu gestalten und ihre familieninternen Konflikte gegebenenfalls mit professioneller Hilfe durchzuarbeiten. ♦

Je komplexer das Arbeitsumfeld, desto eher werden Mitarbeiter kreativ

Verbesserungsvorschläge und Ideenmanagement in Organisationen



1 Sieben Köpfe wissen mehr: Teamarbeit bei der Produktionsentwicklung. Regelmäßig treffen sich Mitarbeiter aus dem Bosch-Geschäftsbereich »Benzinsysteme« zum Gedankenaustausch, um Abläufe oder Erzeugnisqualität zu verbessern.

Jedes Jahr werden in deutschen Unternehmen Milliarden Euro eingespart, weil die Mitarbeiter nicht nur Ideen für neue Produkte kreieren, sondern auch Produktions- und Arbeitsabläufe aktiv verbessern. **1** Jeder dieser Vorschläge wird im Durchschnitt mit fast 200 Euro prämiert, hat das Deutsche Institut für Betriebswirtschaft herausgefunden, das jährliche Erhebungen zum Ideenmanagement in Unternehmen durchführt. Woher stammen diese Ideen, und wie werden Mitarbeiter in Unternehmen kreativ? Wenn man von Kreativität bei der Arbeit spricht, denkt man häufig an Werbetexter, Architekten **2** oder Erfinder. Doch auch in Produktion und Verwaltung werden zunehmend Vorschläge von Mitarbeitern gewünscht, um Prozesse zu verbessern und Fehlerquellen zu beseitigen. Zum Beispiel werden häufig Qualitätszirkel eingesetzt, um von Wissen und Erfahrungen der Mitarbeiter zu profitieren. Hierbei treffen sich Mitarbeiter in kleinen Gruppen, um selbstgewählte Probleme zu dis-

kutieren. Doch auch einzelne Personen können bei ihrer Arbeit kreativ werden.

Kreativität bedeutet Erzeugung von neuen und nützlichen Ideen ^{1/}. »Neu« ist eine Idee, wenn sie bisher in diesem Unternehmen oder auch in dieser Abteilung unbekannt war. Kreativität ist also immer im Bezug zum jeweiligen sozialen System zu verstehen, das die Idee beurteilt. Es gibt Abstufungen von Kreativität: Ideen mit geringem Neuigkeitswert

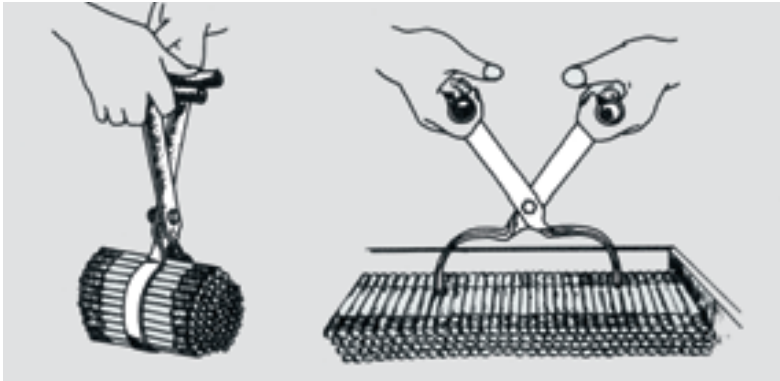
können im kontinuierlichen Verbesserungsprozess immer noch wertvoll sein. Andere Ideen sind radikal anders als alles vorher Bekannte und können beispielsweise zu einer Patentanmeldung führen. Da natürlich nicht jeder Mitarbeiter selbst über die Umsetzung seiner Idee entscheiden kann, ist es wichtig, die Vorschläge aller Mitarbeiter für die Organisation nutzbar zu machen. Das geschieht durch das Ideenmanagement; hier werden die Verbesserungsideen der Mitarbeiter organisiert gesammelt, beurteilt und belohnt ^{2/}.

Ein einfaches Beispiel: Ein Mitarbeiter, der in der Produktion oft eine Handvoll Schrauben aus einer Kiste greifen musste und sich an den scharfen Gewinden häufig die Finger verletzte, kam – nachdem er einen Film über Holzfäller und deren Werkzeuge gesehen hatte – auf die Idee, eine Greifzange für die Schrauben zu entwickeln, wie sie von Holzfällern zum Greifen von Baumstämmen benutzt wird. **3** Obwohl die Idee nicht revolutionär ist, kann sie doch als kreativ bezeichnet werden, da sie im eigenen Arbeitsbereich nutzbringend umzusetzen ist. Tatsächlich schätzen sich Mitarbeiter eines Industrieunternehmens dann als kreativer ein, wenn sie in



2 Das jüdische Museum in Berlin: Der Neubau von Daniel Libeskind ist ein Beispiel für eine kreative Leistung, bei der ein Problem nicht vorformuliert war. Kreativität wird aber von Architekten in ihrer Arbeit erwartet.

3 Verbesserungsvorschlag eines Arbeiters: eine Greifzange, um Schrauben aus einer Kiste zu nehmen.



den vergangenen drei Jahren mehr als fünf Verbesserungsvorschläge gemacht hatten, ^{15/} **4**

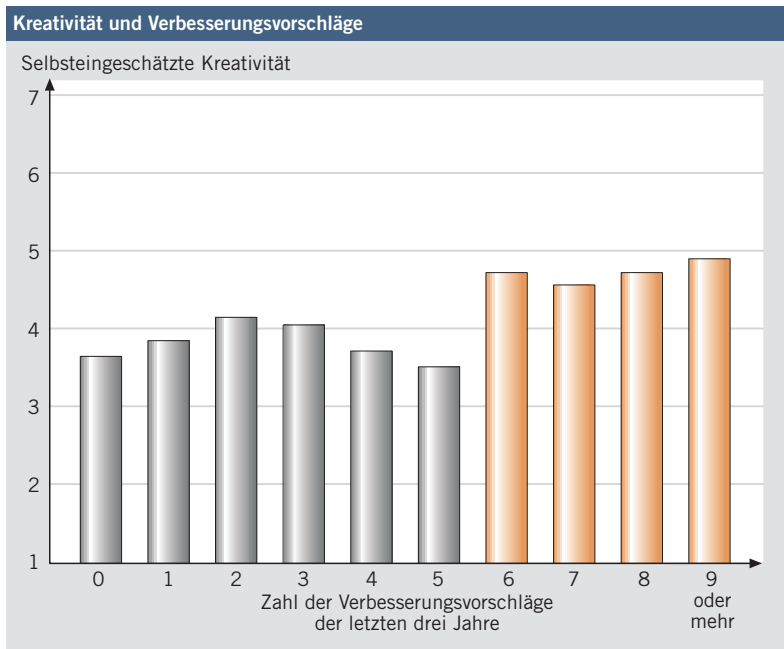
Kreativitätsprozesse verlaufen nach ähnlichen Mustern

Wenn man von Kreativität bei der Arbeit spricht, muss man unterscheiden, ob die Kreativität zur Arbeitsaufgabe einer Person gehört oder die Person aus eigenem Antrieb kreativ wird. Weiterhin muss man unterscheiden, ob ein zu lösendes Problem vorgegeben war, oder ob ein Problem erst noch entdeckt werden muss ^{13/}. Entsprechend ergeben sich vier Arten von Kreativität bei der Arbeit. **3** Das

Beispiel der Greifzange ist ein Verbesserungsvorschlag, bei dem kein Problem vorgegeben war. Der Mitarbeiter musste selbst die Problemstellung entwickeln. Weiterhin musste er sich entscheiden, das Problem selbst anzugehen und nicht etwa darauf zu warten, dass es sich von selbst erledigt oder andere Personen Abhilfe schaffen würden. Beides trifft auch für Krankenpflegepersonal zu ^{14/}, so dass man hier den Prozess der Ideenentwicklung gut untersuchen kann. Beispiel einer kreativen Idee in diesem Arbeitsbereich ist die Umstellung der Dienstpläne, um zu erreichen, dass niemand allein mit zu vielen Pa-

tienten auf der Station ist. Während eine Lösung dieses Problems von einer Führungskraft erwartet wird, ist es für eine Krankenschwester ein Beitrag, der über das normale Maß hinausgeht und von Experten (wie Leitern von Weiterbildungseinrichtungen in der Krankenpflege) als sehr kreativ eingeschätzt wurde. Ähnlich kreativ wurde die Idee einer Mitarbeiterin in der Altenhilfe bewertet, in ihrer Einrichtung die Senioren in kleine Gruppen zum Frühstück und Mittagessen zusammenzuholen und die gemeinsamen Mahlzeiten zur Förderung der Senioren zu nutzen. Ursprünglich nahmen alle die Mahlzeiten in ihrem Wohnbereich ein, dort blieb aber wenig Zeit zur individuellen Förderung.

Wie entstehen nun kreative Ideen? Nach einem einflussreichen Modell der Kreativitätsforschung ^{11/} verläuft dieser Prozess immer nach einem ähnlichen Muster **3**: Am Anfang steht die Identifikation eines Problems, oder das Problem wird als Arbeitsaufgabe vorgegeben. In dem Beispiel aus der Altenhilfe ist der Mangel an individueller Förderung als Problem erkannt worden. Als zweiter Schritt erfolgt die Vorbereitung. Dabei wird relevantes Wissen gesucht, entweder lässt es sich aus dem eigenen Gedächtnis abrufen oder muss neu erworben werden. Zur Vorbereitung gehört auch das Sammeln und systematische Aufbereiten von Informationen und Wissen über die Problemsituation: Wie sind die Dienstpläne, Räume und die Ausbildung des Personals? Im dritten Schritt erfolgt die Antwortgenerierung. Hier werden eine oder mehrere mögliche Lösungen für das Problem formuliert. Eine alternative Lösung wäre die Einstellung von Personen speziell für die Förderung. Im vierten Schritt werden die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten überprüft. Dabei kann sich zum Beispiel ergeben, dass zusätzliches Personal aus Kostengründen nicht eingestellt wer-



4 Mitarbeiter mit vielen Verbesserungsvorschlägen schätzen sich selbst als kreativer ein.

Literatur

^{11/}Amabile, T. M. (1996). Creativity in the context. Boulder, CO: Westview Press.

^{12/}Ekvall, G. (1971). Creativity at the place of

work: A study of suggestors and suggestion systems in the Swedish mechanical industry. Stockholm: The Swedish council for personnel administration.

^{13/}Unsworth, K. L. (2001). Unpacking creativity. Academy of Management Review, 26, Seite 289–297.

^{14/}Binnewies, C., Ohly, S., & Sonnentag, S. (in Vorb.). Taking personal initiative and communicating about ideas: What is important for the creative process

and for idea creativity. Manuskript eingereicht zur Veröffentlichung.

^{15/}Ohly, S., Sonnentag, S., & Pluntke, F. (2006). Routinization, work

characteristics, and their relationships with creative and proactive behaviors. Journal of Organizational Behavior, 27, Seite 257–279.

den kann, diese Lösung wird also verworfen. Am Ende steht ein kreatives Ergebnis des ganzen Prozesses: die Einrichtung von Essensgruppen zur Förderung der Senioren.

In unserer Untersuchung haben wir die Mitarbeiter in der Alten- oder Krankenpflege befragt, wie sie auf ihre Vorschläge gekommen sind. Es zeigt sich, dass die Ideen dann als kreativer beurteilt werden, wenn sie intensiver vorbereitet oder gemeinsam von mehreren Personen, Kollegen wie Vorgesetzten, entwickelt wurden. Durch die Kommunikation mit anderen bekommt man Rückmeldungen zu eigenen Ideen, man kann von der Erfahrung und dem Wissen des anderen profitieren und bekommt eine zusätzliche Sichtweise auf das Problem mitgeteilt. Aus Untersuchungen in anderen Kontexten weiß man, dass gerade der Austausch mit außenstehenden Personen wie Familienmitgliedern oder Kunden zur Leistung einer Person beitragen.

Eigeninitiative, Erfahrung, Wissen und Selbstvertrauen

Interessanterweise werden beim Alten- oder Krankenpflegepersonal vor allem die Ideen der Personen

Verschiedene Formen kreativer Leistungen

	Kreativität wird erwartet/ ist Arbeitsaufgabe	Eigene Entscheidung zur Kreativität
Aufgabe ist vorformuliert Problem ist vorgegeben	Arbeitsergebnisse von Mitarbeiter in Forschung und Entwicklung (Vgl. 1)	Kreativer Beitrag zu einem fremden Arbeitsgebiet/Projekt
Problem ist nicht vorgegeben	Arbeitsergebnisse von Künstlern/Architekten (Vgl. 2)	Verbesserungsvorschläge, zum Beispiel von Mitarbeitern aus Produktion/Verwaltung (Vgl. 3)

5 Bei dieser Differenzierung kreativer Leistungen wird unterschieden, ob ein Problem oder eine Aufgabe vorgegeben ist oder nicht, und ob Kreativität zur Arbeit dazugehört oder nicht. (Quelle: Unsworth, 2001)

als kreativ beurteilt, die angeben, dass sie es gewohnt sind, Probleme selbstständig anzugehen und Eigeninitiative zu zeigen. Es scheint also so zu sein, dass bei häufiger Beschäftigung mit Problemen bei der Arbeit auch kreativere Lösungen entstehen. Zusätzlich bereiten sich die Personen mit Eigeninitiative immer gleichermaßen gut auf eine Problemlösung vor – egal ob ihnen das Problem vorgegeben wurde oder sie es selbst entdeckt haben.

Bestimmte Eigenschaften der Person tragen ebenfalls zu mehr

neuen Ideen bei. Zwar gibt es nicht die kreative Persönlichkeit, die unter allen Umständen mit brillanten Ideen bei der Arbeit aufwarten kann, doch Erfahrung, Wissen und Selbstvertrauen fördern das Entdecken von Problemen, das Finden von Lösungsalternativen und das Vorschlagen von Verbesserungen. Erstaunlicherweise ist es gerade die Routine, die Kreativität ermöglicht. Vermutlich hat man freie Kapazitäten, wenn man eine Tätigkeit quasi automatisch ausführen kann, und diese kann man verwenden, um

Warum Brainstorming selten die gewünschten kreativen Ideen hervorbringt

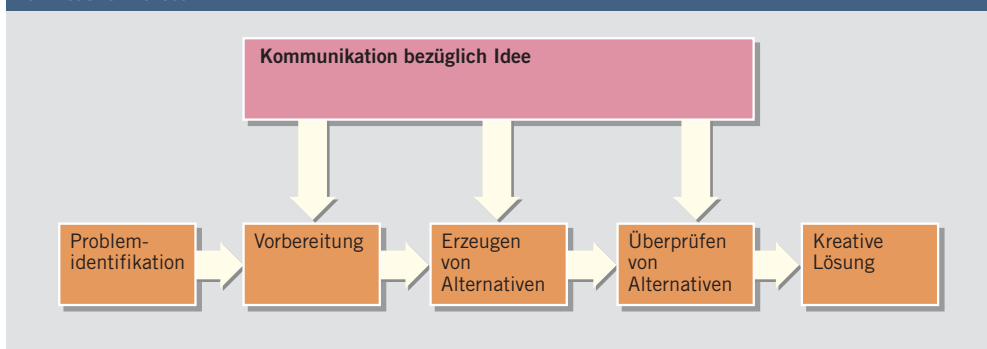
Brainstorming ist eine beliebte Kreativitätstechnik, bei der in einer Gruppe Ideen entwickelt werden. Brainstorming beruht auf zwei Prinzipien, »Aufschub von Kritik« und »Je mehr Ideen, desto besser«. Erst wenn die Phase der Ideensammlung vorbei ist, dürfen alle Ideen bewertet werden. Dadurch soll sowohl die Anzahl als auch die Qualität der Ideen erhöht werden. Zunächst wurde erwartet, dass Brainstorming in Gruppen mehr Ideen produziert, als wenn die Personen alleine arbeiten. Tatsächlich hat die psychologische Forschung aber das Gegenteil bewiesen: Arbeiten vier Personen alleine, erzeugen sie mehr kreative Vorschläge als vier Personen in der Gruppe. Dieses Ergebnis ist mittlerweile so oft bestätigt worden, dass man sich fragen muss: Warum ist Brainstorming dennoch so verbreitet? Wodurch lässt sich erklären, dass Brainstorming-Gruppen nicht so effektiv sind wie erwartet?

Brainstorming macht einfach Spaß, und man hat das Gefühl, gemeinsam kreativer zu sein als alleine. Im Einzelfall kann es auch sein, dass man von anderen Gruppenmitgliedern animiert wird, in neue Richtungen zu denken. Allerdings können Gruppenprozesse auch gegenteilige Effekte auslösen – wie Bewertungsangst, Trittbrettfahrerei oder Produktionsblockierung. Zwar gilt beim Brainstormen die Regel »Je ungewöhnlicher, desto besser«, dennoch möchte

man in der Gruppe nicht zu sehr aus dem Rahmen fallen, und Einzelne könnten befürchten, wegen einer ungewöhnlichen Idee schlecht angesehen zu werden (Bewertungsangst). Häufig strengen sich Einzelne in der Gruppe nicht so sehr an, weil ihre individuelle Leistung nicht identifiziert werden kann (Trittbrettfahrerei). Brainstorming endet mit einer langen Liste von Ideen, oft ohne dass nachvollziehbar ist, wer welche Idee geäußert hat. Wenn jemand alleine Ideen produziert, ist die Leistung des Einzelnen dagegen sehr gut identifizierbar, also strengt sich auch jeder mehr an.

Forschung hat ergeben, dass diese beiden Prozesse, obwohl einleuchtend, die mangelnde Effektivität von Brainstorming nicht vollständig erklären können. Am bedeutsamsten scheint die »Produktionsblockierung« zu sein: Da in einer Gruppe zu einem Zeitpunkt nur eine Person reden kann, müssen die anderen Personen zuhören. Während man einer anderen Person zuhört, fällt es schwer, die eigenen Ideen weiterzuentwickeln. Um die Stimulierung durch andere besser zu nutzen, als es im klassischen Brainstorming möglich ist, wird daher vorgeschlagen, Ideen vor oder auch während des Austauschs aufzuschreiben, und auch den Austausch von Ideen schriftlich oder über Computer zu ermöglichen. Auf diese Weise kann sich jeder mit den Ideen anderer beschäftigen, wenn er oder sie »den Kopf frei« hat.

Der kreative Prozess



6 Modell des kreativen Prozesses [vereinfachtes und leicht abgewandeltes Modell, basierend auf Amabile, 1996].

über Probleme nachzudenken und Ideen zu entwickeln.^{15/}

Komplexe Aufgaben und Handlungsspielraum fördern Ideenfindung

Die Beteiligung am Ideenmanagement erfordert ein besonderes Engagement auf Seiten der Mitarbeiter, das über das normale Maß hinausgeht. Eine Problemlösung muss schriftlich formuliert werden, muss also eine bestimmte Form einhalten. Bisherige Forschung hat gezeigt, dass die Arbeitssituation entscheidend ist für Kreativität, Eigeninitiative und selbstständiges Umsetzen von Ideen.^{15/} Dazu gehörten Arbeitskomplexität, Handlungsspielraum und Unterstützung durch den Vorgesetzten.

Man geht davon aus, dass Kreativität sich eher bei komplexen Arbeiten zeigt, für die es noch keine vorgefertigten Lösungen gibt und bei denen viele verschiedene Aspekte zu berücksichtigen sind. Die Personen mit komplexen Arbeitsplätzen sind gewohnt, an Problemen zu arbeiten und haben sich über die Zeit hinweg das nötige Wissen und Handwerkszeug angeeignet, um mit neuen Problemen umzugehen. Dies betrifft sowohl technisches Wissen, das für die Arbeit nötig ist, als auch Wissen darü-

ber, wie man am besten an eine solche Aufgabe herangeht, wie man sich Informationen beschafft, seine Arbeit organisiert und mit Rückschlägen umgeht.

Außerdem haben Personen mit komplexen Aufgaben auch eher das Gefühl, durch ihre Vorerfahrung gut mit neuen Problemen umgehen zu können. Sie sind überzeugt von ihren eigenen Fähigkeiten und motiviert, diese auch einzusetzen. Diese Motivation ist notwendig, um von den vorhandenen Fähigkeiten auch profitieren zu können. Dieser Personenkreis sieht es darüber hinaus auch eher als seine Aufgabe an, kreativ zu sein. Wenn ihnen Probleme begegnen, fühlen sie sich für die Lösung verantwortlich und schieben das Problem nicht beiseite. Ein ausreichendes Maß von Handlungsspielraum ist aber nötig für kreatives Problemlösen. Handlungsspielraum bezeichnet das Ausmaß, mit dem eine Person selbst darüber entscheiden kann, wie sie an eine Aufgabe herangeht. Ein einfaches Beispiel ist ein Verkäufer, der selbstständig reklamierte Ware zurücknehmen darf, ohne den Vorgesetzten um Erlaubnis zu fragen. Durch Standardisierung von Vorgehensweisen und Vorschriften wird der Handlungsspielraum des Einzelnen bei der Arbeit eingeschränkt. Dage-

gen werden Personen mit generell großem Handlungsspielraum das nötige Wissen und die Motivation dafür entwickeln, kreativ zu sein.

Motivation durch den Vorgesetzten

Der Vorgesetzte kann die Kreativität seiner Mitarbeiter positiv beeinflussen, indem er vermittelt, dass eigenständiges Denken und Handeln gern gesehen sind und ihre Ideen nicht belächelt oder vorzeitig kritisiert werden. Bei einem unterstützenden Vorgesetzten sind die Mitarbeiter eher bereit, auch mal ein Risiko einzugehen, indem sie an einem Problem arbeiten, bei dem der langfristige Nutzen nicht absehbar ist. Wer kreativ sein will, muss Risiken eingehen.

Daher würde man auch erwarten, dass Mitarbeiter mit unterstützenden Vorgesetzten mehr Vorschläge einreichen. Doch das Gegenteil zeigte sich in unserer Studie^{15/} mit rund 300 Mitarbeitern eines Technologieunternehmens: Mitarbeiter, die ihren Vorgesetzten als wenig unterstützend erleben, reichen mehr Vorschläge ein. Personen, die ihren Vorgesetzten positiv erleben, gehen mit ihren Ideen lediglich anders um: Anstatt den formellen Weg zu wählen und einen Vorschlag schriftlich einzureichen, wodurch dieser automatisch dokumentiert wird, besprechen sie ihre Idee direkt mit dem Vorgesetzten. Außerdem setzen sie ihre Idee selbstständig um, wenn sie keine Befürchtungen haben, sich zu blamieren. Diese Ergebnisse zeigen einerseits den Wert einer guten Beziehung zwischen Vorgesetztem und Mitarbeiter, auf dem das »Vorgesetztenmodell des Ideenmanagements« aufbaut. Ohne große Bürokratie kann ein Vorgesetzter schnell über Ideen seiner Mitarbeiter entscheiden und auch Prämien in gewisser Höhe auszahlen. Andererseits weisen diese Ergebnisse auch auf den Wert des klassischen betrieblichen Vorschlagswesens hin: Wenn sich ein Mitarbeiter aus irgendeinem Grund nicht von seinem Vorgesetzten unterstützt fühlt, gibt es immer noch eine unabhängige Instanz, an die er sich mit seinen Ideen wenden kann. Es liegt also nahe, beides im Unternehmen einzurichten, um alle Ideen erfassen zu können. ♦

Die Autorin

Dr. Sandra Ohly, 31, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin für Arbeits- und Organisationspsychologie am Institut für Psychologie der Universität Frankfurt. In ihrer Dissertation über Routinen bei der Arbeit an der Technischen Universität Braunschweig beschäftigte sie sich mit der Frage, wie man bei der Arbeit von gewohnten Arbeitsweisen abweicht, neue Vorgehensweisen ausprobiert und Neues dazu lernt. Außerdem untersuchte sie die Rolle von Routinen für Kreativität bei der Arbeit. In ihrer aktuellen Forschung beschäftigt sie sich mit förderlichen Bedingungen für Kreativität bei der Arbeit, freiwilligem veränderungsorientiertem Verhalten wie Lernen oder Proaktivität, sowie mit Merkmalen erfolgreichen Ideenmanagements. Außerdem interessiert sie sich für Effekte von Zeitdruck auf Arbeitsverhalten und auf das Gefühl der Herausforderung. Die dargestellten Forschungsergebnisse entstanden in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Sabine Sonnentag (Universität Konstanz), Diplom-Psychologin Carmen Binnewies (Universität Konstanz), Diplom-Psychologin Franziska Pluntke (Universität Wuppertal) und Diplom-Psychologin Nadja Götte (Technische Universität Braunschweig).

Ubiquitin – klein, aber oho!

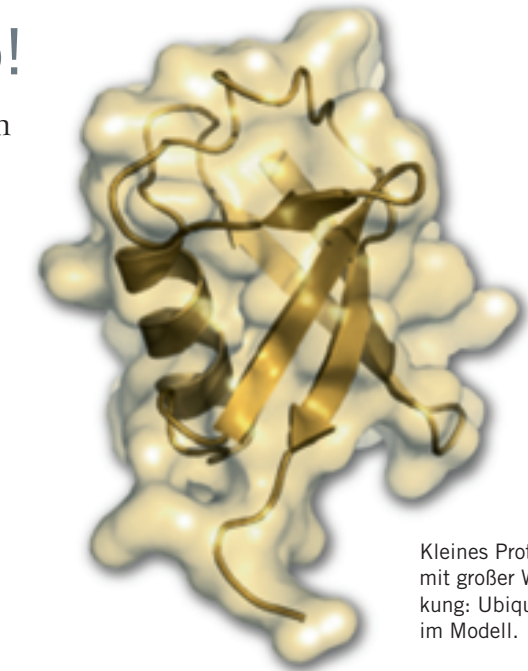
Markierungsvarianten des winzigen Proteins entscheiden über Wohl und Wehe von Zellen

Im Vergleich zu den meisten seiner »Klassenkameraden« ist das Polypeptid Ubiquitin mit seinen 76 Aminosäuren und einem Molekulargewicht von 8 kDa (kilo Dalton) ein Winzling. Dass Größe nichts über Qualität aussagen muss, ist hinlänglich bekannt, und tatsächlich hat sich Ubiquitin in den letzten Jahren als Multitalent hervorgetan. Seine Erfolgsgeschichte begann in den frühen 1980er Jahren, als die Biochemiker Aaron Ciechanover, Avram Hershko und Irwin Rose – entgegen dem allgemeinen Trend – den Abbau von Proteinen untersuchten. Das israelisch-amerikanische Forschungsteam entdeckte, dass Proteine, die »ausgedient haben« oder defekt sind, von der Zelle mit Ubiquitin markiert werden und (nur) dann entsorgt werden können^{1/}. Dieser Prozess ist vergleichsweise komplex und erfordert das Zusammenspiel von drei Enzymen, die Ubiquitin zuerst aktivieren (E1) und dann auf das Zielprotein übertragen (E2 + E3). Dieser Vorgang wiederholt sich einige Male, so dass eine Ubiquitin-Kette von vier oder mehr Gliedern entsteht. Die so modifizierten Proteine werden vom Proteasom, dem zellulären »Schredder-Apparat« für nicht mehr benötigte oder fehlerhafte Proteine, erkannt und abgebaut. **1** Auf diese Weise werden Proteine mit den unterschiedlichsten Funktionen eliminiert. Es ist leicht ersichtlich, dass Ubiquitin damit eine Rolle in fast jedem zellulären Prozess spielt und der Vorgang von fundamentaler Bedeutung für das Funktionieren einer Zelle ist. Im Jahr 2004 erhielten Ciechanover, Hershko und Rose für diese Entdeckung den Nobelpreis für Chemie.

Kleines Protein mit großer Wirkung

In den letzten Jahren hat sich herausgestellt, dass Ubiquitin neben seiner Bedeutung für den Proteinabbau durch das Proteasom viele weitere Funktionen erfüllt^{2/}. Die Ubiquitinierung von Proteinen spielt zum Beispiel eine wichtige

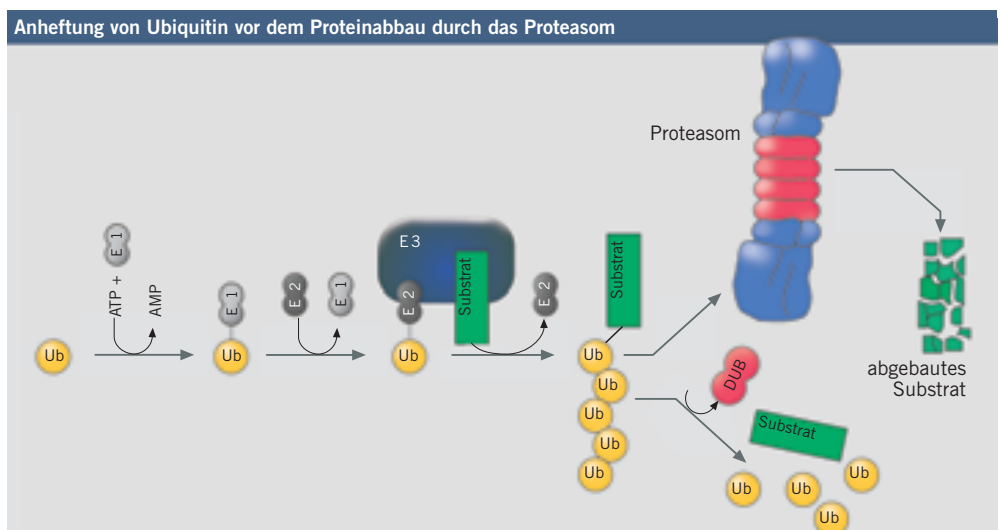
Rolle bei der Regulation des Zellzyklus, beim zellulären Proteintransport oder bei der Aktivierung und Inaktivierung von Enzymen. Diese Vielseitigkeit wird dadurch ermöglicht, dass Ubiquitin auf mehrfache Weise an ein Zielprotein geheftet werden kann: Die Anheftung von nur einem Ubiquitin-Molekül nennt man Mono-Ubiquitinierung; von Mono-Ubiquitin ausgehend können verschiedenartig geknüpfte Ketten aufgebaut werden, je nachdem, welcher der sieben Lysin-Reste von Ubiquitin als Anknüpfungspunkt dient. Die am häufigsten vorkommenden Arten sind Lys48- und Lys63-Ketten. Jede dieser Möglichkeiten hat eine spezielle Auswirkung auf das modifizierte Protein. **2** Während Lys48-Ketten zum proteasomalen Abbau des Proteins führen, sind Lys63-Ketten an der Weiterleitung von zellulären Signalen beteiligt; dagegen ist Mono-Ubiquitin unter anderem für den Transport von Zellmembranproteinen ins Zellinnere verantwortlich. Ein wichtiges Merkmal aller dieser Ubiquitinie-



Kleines Protein mit großer Wirkung: Ubiquitin im Modell.

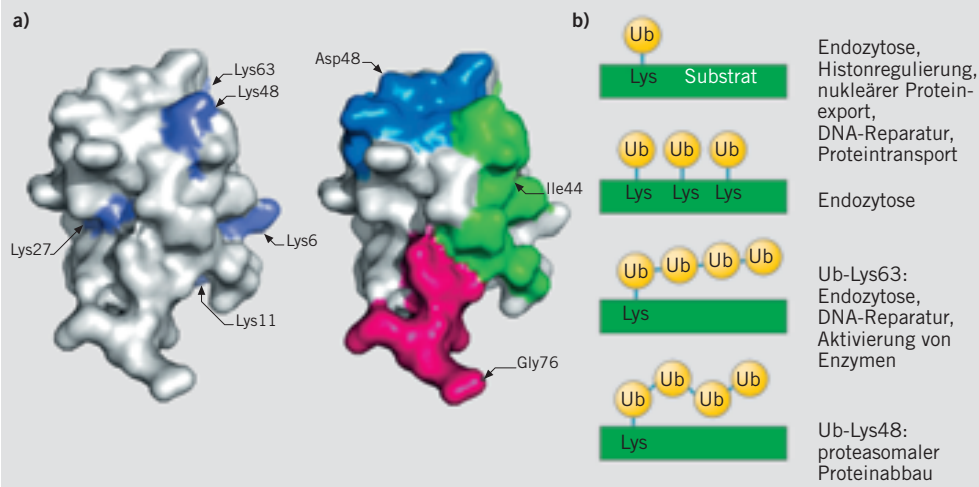
ierungsvarianten ist, dass sie reversibel sind: sie können bei Bedarf durch De-Ubiquitinierungsenzyme (DUBs) wieder entfernt werden.

Letztendlich ist es ein Balanceakt zwischen E3-Ligasen und DUBs, der bestimmt, wie stark ein Protein ubiquitiniert wird. Die Zelle hat dadurch die Möglichkeit, dynamisch auf veränderte Bedürfnisse wie Hunger oder Stress zu reagieren. Darüber hinaus kann ein Protein im Rahmen seiner zellulären Aufgaben von verschiedenen Ubiquitin-Modifikationen reguliert wer-



1 Ubiquitin (Ub) wird in einem dreistufigen Prozess an ein anderes Protein (Substrat) gekoppelt. Im ersten Schritt wird Ub aktiviert, indem es an ein Ub-aktivierendes Enzym (E1) gekoppelt wird. Dieser Schritt erfordert Energie, die die Zelle in Form von ATP zur Verfügung stellt. Im zweiten Schritt wird das aktivierte Ub von E1 auf das Ub-konjugierende Enzym (E2) übertragen. Dieses bindet an eine Ub-Ligase (E3), die das Substrat erkennt und mit Hilfe von E2 ubiquitiniert. Diese Reaktionsfolge kann sich mehrere Male wiederholen, so dass eine Kette von Ub-Molekülen auf dem Substrat entsteht. Die so modifizierten Proteine werden vom Proteasom erkannt und abgebaut. De-Ubiquitinierungsenzyme (DUBs) können Ub vom Substrat abspalten und das Protein so vor dem Abbau bewahren.

Bindungsstellen am Ubiquitin-Molekül sowie Markierungsvarianten und deren zelluläre Funktionen



a) Ubiquitin-Modell mit möglichen Bindungsstellen. Die Abkürzungen stehen für verschiedene Aminosäuren in der Peptidkette (Lys: Lysin; Asp: Asparagin; Ile: Isoleucin; Gly: Glycin). b) Ubiquitin kann ein Zielprotein (Substrat) auf verschiedene Weise modifizieren. Man spricht von Mono-Ubiquitinierung, wenn ein einzelnes Ub-Molekül auf einen Lysinrest im Substrat übertragen wird. Besitzt ein Substrat mehrere Lysine, können sie zur multiplen Mono-Ubiquitinierung oder Multi-Ubiquitinierung genutzt werden. Eine Ubiquitin-Kette entsteht, wenn ein Lysin in Ubiquitin selbst als Akzeptor eines weiteren Ub-Moleküls dient. Je nachdem, welches Lysin herangezogen wird, entstehen Ketten mit unterschiedlicher Verküpfungsart.

den. Zusammengenommen ergibt das ein ungewöhnlich großes Wirkungspotenzial, dem andere wichtige Proteinmodifikationen, wie Phosphorylierung, also das Anhängen einer Phosphatgruppe an ein Tyrosin, Serin oder Threonin, nicht annähernd gleichkommen.

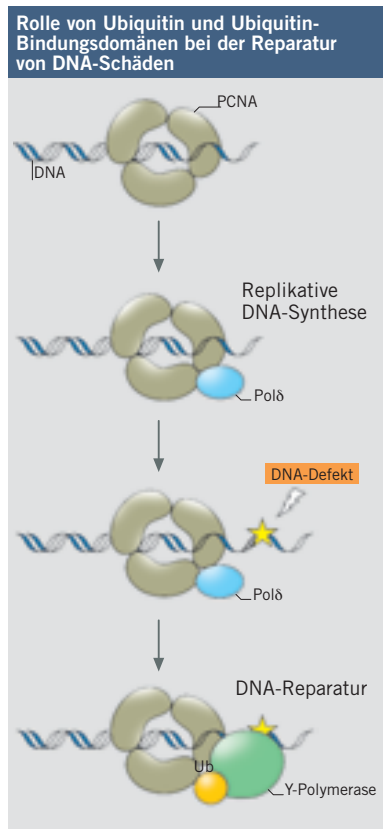
Ubiquitin-Bindungsdomänen: Der Schlüssel zum Erfolg

Damit Ubiquitin seine vielfältigen Wirkungen entfalten kann, braucht das Molekül andere Proteine, welche die jeweiligen Ubiquitinierungsvarianten erkennen und in die entsprechende zelluläre Reakti-

on übersetzen. Der Zelle stehen dafür eine Reihe von Ubiquitin-Bindungsdomänen (UBDs) zur Verfügung, die in einer Vielzahl von Proteinen enthalten sind. Die funktionelle Bedeutung von UBDs kann am Beispiel von DNA-Polymerasen veranschaulicht werden, die für die Reparatur von DNA-Schäden verantwortlich sind. ^{13/} Im Teilungsprozess einer gesunden Zelle sorgt die δ -Polymerase für eine schnelle und fehlerfreie Replikation der DNA. DNA-Schäden durch genotoxische Einflüsse, wie zum Beispiel UV-Strahlung, blockieren die δ -Polymerase. In diesem Fall muss sie durch eine Y-Polymerase ersetzt werden, die mit dem DNA-Schaden umgehen kann, so dass der Schaden anschließend behoben und die Replikation fortgeführt werden kann. Das Signal für diesen Austausch besteht in der Mono-Ubiquitinierung des dreiteiligen Proteins PCNA, das ringförmig um die DNA angeordnet ist und als »Arbeits-

plattform« für die Polymerasen dient.

Unter normalen Umständen ist PCNA nicht ubiquitiniert und mit δ -Polymerase beladen. Trifft die Replikationsmaschinerie auf einen DNA-Defekt, wird PCNA mono-ubiquitiniert. Y-Polymerasen, nicht aber δ -Polymerasen, enthalten spezielle Ubiquitinbindungsdomänen ^{13/}. Diese ermöglichen, dass Y-Polymerasen zu defekten Stellen im Genom geführt werden, indem sie an mono-ubiquitiniertes PCNA binden und dadurch die δ -Polymerase verdrängen. Interessanterweise werden Proteine mit UBDs auch selbst mono-ubiquitiniert ^{14/}. Generell binden die UBDs lieber an Mono-Ubiquitin im eigenen Protein als an Mono-Ubiquitin von fremdem Protein. Die Konsequenz ist, dass diese UBD-Proteine durch Ubiquitinierung funktionell inaktiviert werden können ^{14/}. Für Y-Polymerasen bedeutet das konkret, dass sie nicht mehr mit ubiquitiniertem PCNA in-



^{13/} Beim Replikationsvorgang einer normalen Zelle fungiert das Protein PCNA als Arbeitsplattform für DNA-Polymerasen. Es ist ringförmig um die DNA angeordnet und mit δ -Polymerase beladen. Diese ist nicht in der Lage, mit Defekten im DNA-Strang umzugehen und blockiert die Replikationsmaschinerie, wenn sie auf Mutationen trifft. PCNA wird deshalb mono-ubiquitiniert, wodurch die δ -Polymerase von der Y-Polymerase verdrängt wird, die den DNA-Schaden umgehen kann. Anschließend wird die Zelle versuchen, durch verschiedene Reparaturmechanismen den Schaden zu beheben.

Literatur

^{11/} Hershko, A. & Ciechanover, A. The ubiquitin system. Annu. Rev. Biochem. 67, S. 425–79 (1998).
^{12/} Haglund, K. & Dikic, I. Ubiquitylation and cell signaling. Embo. J. 24, S. 3353–9 (2005).
^{13/} Bienko, M. et al. Ubiquitin-binding domains in Y-family polymerases regulate translesion synthesis. Science 310, S. 1821–4 (2005).
^{14/} Hoeller, D. et al. Regulation of ubiquitin-binding proteins by monoubiquitination. Nat. Cell. Biol. 8, S. 163–9 (2006).
^{15/} Hoeller D., Hecker CM. & Dikic I. Ubiquitin and Ubiquitin-like proteins in cancer pathogenesis. Nat. Rev. Cancer 6 (10): S. 776–88 (2006).
^{16/} Hurley J. H., Lee S., Prag G., Review Artikel in Biochem. J. (2006) 399, S. 361–372.

AACR-Preis für herausragende Leistungen in der Krebsforschung



Im April diesen Jahres erhielt der Frankfurter Biochemiker Prof. Dr. Ivan Dikic als erster Europäer den renommierten AACR-Preis der amerikanischen Krebsforschungsgesellschaft American Association for Cancer Research (AACR). Den Preis, mit dem ausschließlich Forscher unter 40 Jahren bedacht werden, nahm der gebürtige Kroat auf der Jahrestagung der AACR in Washington in Empfang. Die AACR ist die älteste und größte Krebsforschungsgesellschaft der Welt.

Den AACR-Preis erhielt Dikic für seine wegweisenden Beiträge zur Aufklärung der biochemischen

Signalgebung durch Wachstumsfaktoren und ihre Rezeptoren. Seine Arbeit hat zu einem besseren Verständnis jener molekularen Mechanismen geführt, die Ubiquitin-abhängig den intrazellulären Transport aktivierter Wachstumsfaktoren-Rezeptoren regulieren können. Die AACR würdigte ebenfalls Dikics Engagement bei der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in internationalen Trainingskursen und als Gründer der Dubrovnik Signaling Conference.

Neben dem AACR-Award ist er für seine Arbeit mit einer Reihe von internationalen Ehrungen ausgezeichnet worden, darunter der Binder Innovationspreis (Braunschweig, 2006), der Fernstrom-Preis (Lund, 2002), die Auszeichnung des Swedish Strategic Fund (Stockholm, 2000) und das Forschungsstipendium des Boehringer Ingelheim Fonds (Stuttgart, 1997). Gegenwärtig konzentriert er seine Forschungsaktivitäten auf die Rolle von Ubiquitin und ubiquitinähnlichen Molekülen, die als biochemische »Schalter« an der Regulierung des intrazellulären Transports, der DNA-Transkription und der DNA-Reparatur beteiligt sind.

teragieren und damit PCNA wieder für δ -Polymerasen frei machen, nachdem sie den DNA-Schaden umgangen haben. Für die Zelle ist ein schneller Rücktausch sinnvoll, da γ -Polymerasen zwar gut mit DNA-Läsionen umgehen können, ansonsten aber sehr langsam und fehlerhaft arbeiten.

Ubiquitin und Krebs – die Kehrseite der Medaille

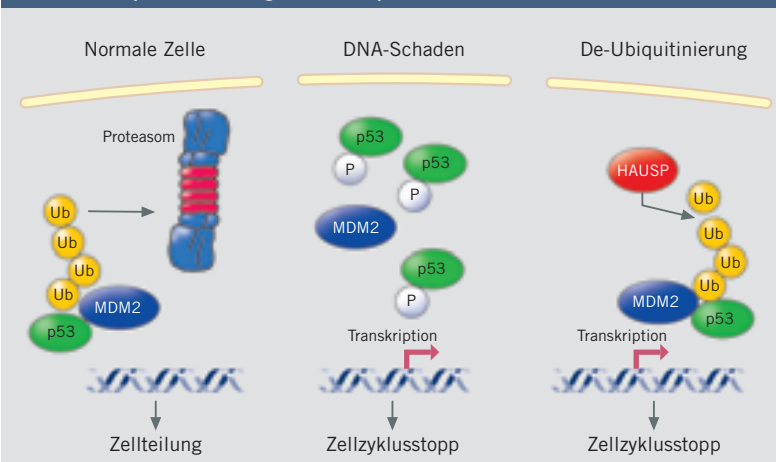
In Anbetracht der vielseitigen Aufgaben von Ubiquitin überrascht es nicht, dass Fehler im Ubiquitin-System für verschiedene und zum Teil schwere Erkrankungen wie Krebs verantwortlich sind. Zahlreiche experimentelle Arbeiten sowie klinische Studien konnten einen direkten Zusammenhang zwischen der

Entstehung verschiedenartiger Tumore und dem Ubiquitin-abhängigen Abbau von bestimmten Proteinen nachweisen^{13/}. In diesen Fällen sind meist E3-Ligasen fehlreguliert, die für den Abbau von Onkogenen oder Tumorsuppressoren verantwortlich sind. Ein Beispiel ist die Regulation des Transkriptionsfaktors p53 durch die E3-Ligase Mdm2, die p53 durch Ubiquitinierung für den proteasomalen Abbau markiert. **4** Die Aufgabe von p53 besteht darin, den Teilungszyklus einer Zelle zu stoppen, deren DNA durch mutagene Einflüsse beschädigt wurde. Das gibt der Zelle die Möglichkeit, den Schaden zu reparieren. Bei irreparablen DNA-Schäden startet p53 ein Suizidprogramm – auch programmierter Zelltod oder

Apoptose genannt – wodurch die defekte Zelle eliminiert wird. p53 ist somit ein klassisches Tumorsuppressorprotein. Es ist in vielen Krebsarten durch Mutation inaktiviert, so dass sich die Krebszellen ungehindert vermehren können. Der gleiche Effekt wird in Zellen beobachtet, die hyperaktives Mdm2 besitzen, das zur übermäßigen proteasomalen Inaktivierung von an sich funktionsfähigem p53 führt. Und auch eine fehlerhafte Aktivität von HAUSP, dem De-Ubiquitinierungsenzym, das als Gegenspieler von Mdm2 die Stabilität von p53 bestimmt, wurde bereits in einer Krebsart diagnostiziert.

Immer öfter werden jedoch auch Fälle beschrieben, in denen Proteasom-unabhängige Funktionen von

Rolle von Ubiquitin in der Regulation von p53



4 Die Hauptaufgabe von p53 liegt darin, eine beschädigte Zelle davon abzuhalten, sich zu vermehren. In einer gesunden Zelle wird diese Wirkung unterdrückt, indem p53 kontinuierlich von der E3-Ligase Mdm2 poly-ubiquitiniert und dadurch proteasomal abgebaut wird. Die Zelle kann sich ungehindert teilen. Ist die Zelle schädlichen Einflüssen wie UV-Strahlung ausgesetzt, wird p53 mit einem Phosphat versehen und kann nicht mehr durch Mdm2 ubiquitiniert und abgebaut werden. Die geschädigte Zelle reichert p53 an, das den Zellzyklus stoppt. Die gleiche Wirkung wird erzielt, wenn das De-Ubiquitinierungsenzym HAUSP in der Zelle aktiviert wird. HAUSP spaltet die Poly-Ubiquitinketten von p53 ab und bewahrt es so vor dem proteasomalen Abbau. In vielen Krebsarten ist die Anreicherung von p53 gestört, weil Mdm2 überaktiv oder HAUSP inaktiv ist.

Ubiquitin mit der Entstehung von Krebs in Verbindung gebracht werden. Die Aktivierung von NF- κ B wird beispielsweise gleich von zwei verschiedenen Ubiquitinierungsvarianten reguliert. NF- κ B ist ein Transkriptionsfaktor, der unter anderem in Prozesse wie Apoptose, Zellvermehrung und Zellwanderung involviert ist. Neben seiner tumorfördernden Eigenschaft wird NF- κ B auch für die Entwicklung von Resistenzen gegen Chemotherapien verantwortlich gemacht. Die Aktivität von NF- κ B wird durch den Inhibitor of κ B (I κ B) blockiert. Dieser muss proteasomal abgebaut werden, damit NF- κ B freigesetzt und damit aktiviert wird. Die Poly-Ubiquitinierung von I κ B erfordert allerdings sowohl die Mono-Ubiquitinierung als auch Lys63-Poly-Ubiquitinierung zweier anderer

Proteine. In diesem Fall dient Ubiquitin als Signal für den Aufbau von Proteinkomplexen, die in der richtigen Anordnung den Ubiquitin-abhängigen Abbau von I κ B stimulieren.

Das Ubiquitin-System als Angriffsziel für Krebstherapien

Das stetig wachsende Wissen über die vielseitige Funktionsweise von Ubiquitin und dessen Rolle in der Pathogenese von Krebs machen die Entwicklung von Wirkstoffen für effiziente Krebstherapien immer erfolgsversprechender. Ein erster sehr erfolgreicher Ansatz war die Entwicklung des Proteasom-Inhibitors Bortezomib, der bereits zur Behandlung von Krebspatienten eingesetzt wird. Bortezomib ist ein kleines Molekül, das gezielt an eine Untereinheit des Proteasoms bindet und dieses inaktiviert. Es ist noch nicht ganz geklärt, warum darauf vor allem Krebszellen, nicht aber gesunde Zellen, empfindlich reagieren, denn Bortezomib wirkt nicht dem Abbau bestimmter Tumorsuppressoren entgegen. Stattdessen wird unspezifisch der gesamte proteasomale Proteinabbau inhibiert. Tatsache ist jedoch, dass Bortezomib erfolgreich zur Behandlung des Non-Hodgkin-Lymphoms sowie von rezidiven Myelomen eingesetzt wird.

Internationale Forscherteams versuchen nun Substanzen zu entwickeln, die spezifische E3-Ligasen angreifen, um so Behandlungen zu ermöglichen, die noch verträglicher und effizienter sind. Darüber hinaus kann dadurch auch in Protea-

som-unabhängige Wirkungen von Ubiquitin eingegriffen werden. Mdm2 ist eine der E3-Ligasen, die derzeit im Mittelpunkt des Interesses steht. Zwei unterschiedliche Strategien werden verfolgt: die erste versucht, durch Blockierung des aktiven Zentrums von Mdm2 dessen Substrate, wie zum Beispiel p53, zu stabilisieren und dessen krebshemmende Wirkung zu unterstützen. In Zellkulturexperimenten und Tierversuchen konnte auf diese Weise das Wachstum von Krebszellen gestoppt werden. Ein anderer, stärker zielorientierter Ansatz verhindert die Interaktion von Mdm2 mit seinem Substrat p53, das heißt, der Wirkstoff aktiviert ausschließlich p53 und beeinflusst keine anderen Proteine, die durch Mdm2 ubiquitiniert werden. In analoger Weise könnten DUBs angegriffen werden. Eine Kombination von Wirkstoffen, die eine gleichzeitige Regulierung der Aktivitäten von E3-Ligasen und DUBs erlauben, erzielt voraussichtlich die größte Wirkung.

Ubiquitin spielt eine zentrale Rolle in der Regulation vieler (patho-)biologischer Prozesse. Es gilt, die große Vielfalt der Ubiquitinmodifikationen weiter zu erforschen, um neue und viel versprechende Wege für die Entwicklung wirksamer Arzneistoffe zu entdecken. Die Aufklärung der molekularen Mechanismen der Ubiquitinierung und ein vertieftes Verständnis für die zelluläre Signalgebung gibt uns Hoffnung, neue Ansätze im therapeutischen Kampf gegen schwerwiegende Erkrankungen wie Krebs zu finden. ♦

Die Autoren

Prof. Dr. Ivan Dikic, 40, schloss 1991 sein Medizinstudium an der Universität von Zagreb ab. Von 1992 bis 1997 promovierte und forschte er am Institut für Biochemie der Universität von New York und leitete danach bis 2003 eine Forschungsgruppe am Ludwig Institut für Krebsforschung im schwedischen Uppsala. Seit 2003 ist er Leiter der Arbeitsgruppe »Molecular Signaling« am Institut für Biochemie II der Universitätsklinik in Frankfurt. Außerdem koordiniert er seit 2005 das Labor für Tumorbiologie am »Mediterranean Institute for Life Sciences« im kroatischen Split. Dikic ist als einziger Wissenschaftler an beiden Exzellenzclustern der Universität Frankfurt beteiligt. Für seine Arbeit wurde er vielfach ausgezeichnet.

Dr. Daniela Höller, 31, hat an der Technischen Universität München Lebensmittelchemie studiert und an der Forschungsanstalt für Umwelt und Gesundheit (GSF) in Neuherberg auf dem Gebiet der Entwicklungsbiologie promoviert. Seit 2003 ist sie in der Arbeitsgruppe von Prof. Dikic am Institut für Biochemie II an der Frankfurter Universitätsklinik tätig. Ihr wissenschaftliches Interesse gilt der Regulation von Ubiquitin-bindenden Proteinen in (patho-)biologischen zellulären Prozessen.

Anzeige

www.plan-deutschland.de

Öffne deine Augen für meine Welt. Werde Pate!

Nähere Infos:
040-611 400

Plan International
Deutschland e.V. · Bramfelder Str. 70 · 22305 Hamburg

Plan

Vom »Menschheitsfrühling« zu »Neuform Heil!«

Wie Lebensreformer 1933 den Umbruch von der
»Neuen Zeit« zur »großen deutschen Revolution« vollzogen

Im Frühjahr 1933 traf der Vorstand der »Neuform Vereinigung Deutscher Reformhausbesitzer und Reformwarenhersteller« die »notwendigen Maßnahmen (...), die in der heutigen Zeit erforderlich sind«. Dabei sahen sich die Vorsitzenden der Genossenschaft in »einer besonders glücklichen Lage«: Von den 1200 Reformhäusern, die der Neuform-VDR angeschlossen seien, befänden sich »nur vier in jüdischen Händen«. Fünf Monate, nachdem die Genossenschaft die wenigen Juden unter ihren Mitgliedern ausgeschlossen hatte, verkündete die Branchenzeitschrift »Neuform-VDR-Fachblatt«: »Die deutsche Reformwarenbranche ist gleichgeschaltet worden! Gleichgeschaltet dem neuen Aufbau in Deutschland, gleichgeschaltet dem Bemühen, Deutschland wieder zur Blüte zu bringen, der Landwirtschaft und der Industrie und damit dem deutschen Volke zu helfen!« Die Branche gab sich also schon in den ersten Monaten nach der Machtübernahme sichtlich Mühe, sich in das

nationalsozialistische Deutschland einzupassen. Das rettete die Neuform-Genossenschaft davor, verboten oder in die Selbstauflösung gedrängt zu werden wie viele andere Gruppen der so genannten Lebensreformbewegung erging. Bis 1939 stieg die Zahl der Neuform-Reformhäuser auf 2000.

Neuform-Genossenschaft im Zentrum der Lebensreformbewegung

Als Hitler an die Macht kam, war die Reformwarenbranche eine kleine, aber fest etablierte Sparte des deutschen Konsumgütermarkts. Die Mitte der 1920er Jahre gegründete Neuform-Genossenschaft verstand sich selbstbewusst als Kern der Lebensreform, jenes lose verwobenen Geflechts aus verschiedenen Bewegungen, die seit dem späten 19. Jahrhundert der Wille einte, eine bessere Gesellschaft zu schaffen. Vegetarier gehörten dazu und Abstinenzler, Anhänger der Naturheilkunde und der Freikörperkultur,



Kleidungsreformer und Künstler. Sie alle gründeten Vereine und wollten möglichst viele Menschen dazu bringen, gesünder zu leben. Auf diesem Weg sollte zugleich das als krank empfundene Gemeinwesen genesen, eine »neue Zeit« anbrechen. Die Produkte für ein gesünderes Leben gab es seit der Jahrhundertwende im Reformhaus: Vollkorngrieß und Haferflocken, Trockenobst und Hefebüchse, Schwitzapparaturen und Hautöle, poröse Wäsche und Gesundheitsschuhe.

Nach der nationalsozialistischen Machtübernahme sahen viele Lebensreformer die erhoffte »neue Zeit« gekommen: »Was das Reformhaus, was die Lebensreformer lange Zeit für sich allein anstrebten, das ist heute allgemeines Ziel. Das macht unsere Arbeit leichter. Nicht nur deshalb, weil sie heute eher verstanden wird und Widerhall findet, sondern vor allen Dingen auch, weil unsere eigene Kraft vervielfacht wird durch das Bewusstsein, dass wir ganz unmittelbar damit dem großen Ganzen dienen.« Schon 1926 hatte sich die Kundenzeitschrift »Das Reformhaus« über mangelnde »Führung« im »Staats-



Im »Dritten Reich« bewahrte sich die Lebensreform viel von ihrer eigenen Bildsprache. Die »neuzeitliche Frau« war gesund und strahlte »Schönheit von innen« (siehe oben rechts) aus. Zugleich stellte sich die Reformbewegung in den Dienst des Nationalsozialismus. In ihren Zeitschriften berichtete sie davon, wie sie half, das deutsche Volk wehrhaft zu machen. Immer wieder betonte die Lebensreform, dass sie dem Staat diene: »Soldaten lernen kochen.«



Die Mutter mit vielen Kindern war mehr ein Idealbild des Nationalsozialismus als der Lebensreformbewegung. Trotzdem wählte die Firma Pauly, Vorläuferin von »Milupa«, dieses Ideal für ihre Werbung – es entsprach dem Zeitgeist.

körper« und über die Schwerfälligkeit beklagt, an der die demokratische Staatsverwaltung kranke. Die Reformen empfanden die Welt als Chaos, sahen aber in der »zusammenbrechenden Zivilisation« und dem »Ungeist einer versinkenden Epoche« eine neue Zeit sich schon ankündigen. Seit 1932 schien sich der Umbruch gewaltiger zu vollziehen als noch Ende der 1920er Jahre, als nur wenige den »Menschheitsfrühling« schon wahrnahmen, und erst recht als zur Zeit der Jahrhundertwende, als die Lebensreformer die gesündere Zukunft noch in das utopische Jahr 2000 projizierten. Anfang 1933 modelten die Lebensreformer den Umbruch in die »große deutsche Revolution« um. Dem neuen Staat entspreche ein neuer Mensch, der »außer der neuen Gesinnung eine erneuerte Leiblichkeit« brauche.

Der am 30. Januar 1933 an die Macht gekommene Reichskanzler, vermutete das »Neuform-VDR-Fachblatt« Anfang April 1933, stehe der Lebensreform nahe, weil er Vegetarier sei. Den deutschen Vegetarier-Vereinen sollte es nichts nützen, dass Adolf Hitler tatsächlich weitgehend auf Fleisch verzichtete. Der organisierte Vegetarismus galt

im »Dritten Reich« als pazifistisch und bolschewistisch. Bis 1934 lösten sich die meisten Vegetarier-Verbände unter dem Druck der »Deutschen Gesellschaft für Lebensreform« selbst auf. Diese Dachorganisation war im Zuge der Gleichschaltung neu gegründet worden und kontrollierte fortan alle ihr angeschlossenen Verbände.

Die Feigen-Banane aus Kamerun – Ein »deutsches Produkt«

Die Reformwarenwirtschaft erwies sich als biegsamer und langlebiger. Die Neuform-VDR unterstand als wirtschaftliche Organisation der »Reichsgruppe Handel«. Aus den Kundenzeitschriften der Reformhäuser verschwand schnell alles Überschießende, Schwärmerische, oft auch verflacht Philosophische. Seit 1933 gab sich die Genossenschaft Mühe zu beweisen, »dass das Reformhaus nicht Tummelplatz für unnötige ausländische Produkte ist, wie von den Gegnern behauptet«. Solche Aussagen waren zwar nicht völlig neu, und das weist wiederum

Der »wirhafte« Mensch – kein Heimchen, kein Star, kein Tölpel

In der Kundenzeitschrift der Reformhäuser tauchten immer wieder Themen auf, die vom Gedankengut des Nationalsozialismus angeregt waren. Im Juli 1934 schrieb der Schriftleiter der »Neuform-Rundschau«, Werner Altpeter, über »Die Nase als Charaktermerkmal«. Den Artikel begleitete eine Grafik mit verschiedenen Nasentypen: der »Kindesnase«, der »Slawennase«, der »Deutschen Nase«, der »Griechischen Nase«, der »Römernase« und der »Judennase«. Im Text selbst kam übrigens die »Judennase« nicht vor. Im September desselben Jahres fragte die Zeitschrift: »Passt Dein Charakter ins Dritte Reich?«. Der nationalsozialistische Staat brauche »wirhafte Menschen«, heißt es dort, keine »ichhaften« wie die »Heimchen«, deren beschauliches Leben aus Bratäpfeln, Limonade und mündelsicheren Renten bestehe, keine von Beifall und Bewunderung abhängigen



Lebensreformerinnen waren mit neuzeitlicher Küchenführung vertraut, hatten aber oft auch einen Beruf. Das Reformhaus bot Erleichterungen im Haushalt: mit zweckmäßigen Küchengeräten etwa und gesunder Instant-Kost.

auf eine gewisse Nähe des lebensreformerischen Gedankenguts zu einigen nationalsozialistischen Ideen hin. Dass die Feigen-Bananen aus dem Reformhaus »ein deutsches Erzeugnis« seien, weil sie aus »der ehemals deutschen Kolonie Kamerun« kamen, hatte die Kundenzeitschrift »Neuform-Rundschau« ihren Lesern auch schon 1932 mitgeteilt. Im »Dritten Reich« wurden solche Aussagen aber häufiger und verschärften sich zugleich in Ton und Inhalt. Nichts, was in Deutschland wachse, dürfe ungenutzt bleiben, hieß es seit Mitte der 1930er Jahre in den Reformhauszeitschriften, und nur, was unbedingt nötig sei, solle eingeführt werden.

»Stars«, keine »Tölpel«, die aus Furcht vor Niederlagen von vornherein auf alles verzichteten, und keine herrschsüchtigen »Cäsaren«. Die Frage nach der charakterlichen Eignung für das »Dritte Reich« heiße also: »Wie weit bist Du noch Heimchen oder Star oder Tölpel oder Cäsar?« Weiterhin verwies die Reformbewegung oft darauf, wie wichtig sie für den nationalsozialistischen Staat sei. So meldete die »Neuform-Rundschau« im August 1934, die 28. SS-Standarte, Hamburg, sei bei einem Gepäckmarsch von Reformhäusern gepflegt worden und »siegreich gewesen«. Das sei klar auf die Reformnahrung zurückzuführen.

Der Haut widmeten die Lebensreformer größte Aufmerksamkeit. Ausführlich beschrieben die Kundenzeitschriften der Reformhäuser, wie sie zu reinigen und zu pflegen sei. Der Mensch sollte viel Licht und Luft an die Haut lassen. Im Reformhaus gab es Massagebürsten und Schaber zum Reinigen, pflegende Öle, Packungen und Heilbäder.

Im Zwiespalt zwischen »Neuform Heil« und eigener Tradition

Die Reformwarenwirtschaft war bald von Sprache, Zeichen und Symbolen des »Dritten Reichs« durchdrungen. Funktionäre der Neuform-Genossenschaft unterschrieben Briefe mit der Grußformel »Neuform Heil« und sprachen seit 1936 von ihrem »Genossenschaftsführer« und dessen »Gefolgschaft«. Das entsprach dem Vokabular des »Gesetzes zur Ordnung der nationalen Arbeit« vom 20. Januar 1934. Gleichzeitig wehrte sich der Neuform-Geschäftsführer Alfred Liebe im Januar 1935 aber dagegen, von »alter« und »neuer« Reformbewegung zu sprechen. Denn das müsse von den Reformhausbetreibern, die »jahrelang ihre Pflicht getan haben, in den letzten eineinhalb Jahren auch taten und sie auch in Zukunft tun werden«, als »etwas Überhebliches« angesehen werden. Damit verwies Liebe auf die eigene Tradition der Reformhäuser, die er nicht erst 1933 beginnen lassen wollte. Hanns Georg Müller, der Leiter der offiziellen »Deutschen Gesellschaft für Lebensreform«, betonte hingegen im September 1934 in seiner Zeitschrift »Leib und Leben«: »Die Reformbe-

wegung des Jahres 1934 stellt etwas anderes dar, als diejenige des Jahres 1932. Das ist eine Tatsache, mag sie auch noch nicht jedem einzelnen zum Bewusstsein gelangt sein.«

Der Anspruch des Nationalsozialismus auf Anpassung setzte sich in der Lebensreform also nicht vollständig durch. Auch bei den Markennamen der Reformprodukte verteidigte die Reformwarenbranche ihre Traditionen. Diese waren insofern in Gefahr, als viele Reformprodukte keine deutschen Namen trugen. Zahlreiche Waren hatten griechisch oder lateinisch anmutende Namen wie »Frugipan«, »Granola«, »Layadont«, »Makrobion«, »Nussana« oder »Vitam-R«. Andere trugen Phantasienamen wie »KiKaKana«, was sich aus den Anfangsilben der Inhaltsstoffe des Produkts – Kieselerde, Kalzium, Kalium und Natrium – zusammensetzte, oder »Olbas«, eine latinisierte Zusammensetzung aus »Baseler Öl« (oleum basileum). Auch wenn die Sprache des »Dritten Reiches« selbst laut Victor Klemperer »von Zeit zu Zeit den volltönenden Fremdausdruck liebte«, wollte diese Buntheit nicht recht zur »Lingua Tertii Imperii« passen, die Klemperer »bettelarm« genannt hat.

Im September 1935 druckte das »Neuform-VDR-Fachblatt« einen Auszug aus der Zeitschrift »Muttersprache« des »Deutschen Sprach-

Der Hefeextrakt Vitam-R gehört zu den ältesten Reformhauswaren. Viele Produkte erhielten in den 1920er Jahren Namen, in denen das Wort »vita«, Leben, steckte.

vereins« ab, der nicht nur »Mischlinge« wie die Wörter »Lebensreform« und »Reformhaus« »unerfreulich« nannte, sondern auch ausländisch anmutende Warennamen: »Gewiss, die Mehrzahl der Warenbezeichnungen

KiKaKana ist eine Zusammenziehung aus Kieselsäure, Kalium, Kalzium und Natrium. Das Mittel »Flüggelin« dieser Marke sollte entschlacken und den Menschen von allen ungesunden Stoffen befreien.





Sebastian Kneipp aus Wörishofen schrieb 1897 seine »Wasserkur«. Die Lebensreformer verehrten den Pfarrer aus dem Allgäu und wandten seine Hinweise an – im Freien, aber auch zu Hause.

in den Reformgeschäften ist deutsch; aber die fremdsprachlichen, die Kunstwörter und die Mischlinge aus deutsch und fremd nehmen zu. (...) Deutsche Namen für deutsche Waren? Altmodisch! »Neuformer« formen neue, »naturgemäße« Reformnamen« – da wendet sich der Gast mit Grausen.« In einer Replik schrieb die Neuform-VDR, das Reichspatentamt schützte keine »offenen deutschen Wörter«. Daher müsse man »seine Zuflucht nehmen zu fremden Bezeichnungen oder Kunstwörtern. Denn nicht immer lässt sich mit dem Firmennamen allein (...) eine genügend schutzfähige Bezeichnung schaffen.«

»Volksgesundheit«,
»Lebenskraft« und
»Rassenhygiene«

Gesundheit, das oberste Ziel der Lebensreform, galt im »Dritten Reich« nicht mehr als Privatangelegenheit, sondern ausschließlich als Pflicht des Einzelnen gegenüber seinem Volk. Die Nationalsozialisten versuchten, die Volksgesundheit auf zweifache Weise zu erreichen: einerseits durch Steigerung der Lebenskraft, indem sie die Lebensgewohnheiten des Volkes zu ändern suchten, andererseits durch »Rassenhygiene«. Der erste der beiden Ansätze, also die Lebensweise der Menschen zu verändern, war schon seit der Jahrhundertwende ein Anliegen auch der Lebensreform gewesen. Die »Rassenhygiene« hingegen spielte in der Lebensreformbewegung nur eine vergleichsweise geringe Rolle. Nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten hielt sie dann zwar Einzug in die Reformhauszeitschriften, aber der Kampf

gegen Zivilisationsschäden und die Reform der Lebensweise blieben wichtiger.

Der Nationalsozialismus inszenierte nicht nur gesunde und als schön empfundene Körper, sondern er schloss zugleich aus, was seinem Bild von Gesundheit und Schönheit zuwiderlief. Andere »Rassen«, schwache und kranke Menschen wurden, wie es im Sprachgebrauch der Nationalsozialisten hieß, »ausgemerzt«. Die Lebensreformer wollten hingegen seit dem späten 19. Jahrhundert eine gesündere Gesellschaft durch eine Reform aller ihrer Glieder schaffen, sie strebten eine organische Umgestaltung an, nicht Ausschluss und Vernichtung. Die Vegetarier, die Naturheil- und die Reformhausbewegung bekämpften menschliche Angewohnheiten wie fettes Essen, Alkoholkonsum und Bewegungsmangel, aber nie den Menschen selbst oder einzelne Menschen. Die grundgute Natur brachte in ihrer Sichtweise kein »lebensunwertes Leben« hervor. Wohl in dieser Tradition schrieb Werner Altpeter noch kurz vor dem Beginn des Zweiten Weltkriegs: »Voraussetzung für jedes gesunde Gemeinschaftsleben ist die Achtung vor dem eigenen und fremden Körper.« Idealerweise soll-

te jeder seine Lebensmittel, seine Kleidung, seine Haushaltswaren und seine Körperpflegemittel im Reformhaus kaufen und in einem »Reformhaushalt« leben. Ein Volk von Reformern, davon waren die Lebensreformer überzeugt, wäre ein gesünderes Volk. Zugleich ließen sie keinen Zweifel daran, dass sie sich unter dieser Gesamtheit das deutsche Volk vorstellten. Ausdrücklich erwähnten sie das erst nach 1933. Das Ziel, den »Volkskörper« zu stählen, radikalisierte sich auch in der Lebensreform, vor allem nach Kriegsbeginn: Die Bewegung wollte nunmehr das deutsche Volk zum gesündesten aller Völker machen.

Reformhäuser nach 1945

Im Weltkrieg herrschte auch in den Reformhäusern Warenmangel. Seit Anfang 1940 fehlten Trockenfrüchte, Nüsse und Margarine; später gab es fast gar nichts mehr. Bomben zerstörten viele Reformhäuser, und auch die Neuform-Zentrale in Berlin wurde beschädigt. Als das »Dritte Reich« im Jahr 1945 Geschichte wurde, veränderte sich die Lebensreform abermals. Der Nationalsozialismus hatte die Vitalität der Bewegung eingedämmt, aber nicht vernichtet. Bald nach 1945 öffneten im Westen Deutschlands wieder Reformhäuser, und die Neuform-Genossenschaft gründete sich neu. In der DDR gab es zwar weiterhin privat geführte Reformhäuser, aber keinen Zusammenschluss mehr.

Im späten 20. Jahrhundert begann, vorerst schleichend, die Erosion des lebensreformerischen Gedankenguts. Während das gesündere Leben des einzelnen Menschen immer wichtiger wurde, rückte der übergeordnete Zweck, eine bessere Gesellschaft zu schaffen, aus dem Blickfeld. Die Reformhäuser wurden zu einem Anbieter von vielen auf dem kaum noch überschaubaren Markt für Gesundheitsprodukte. ◆

Die Autorin

Dr. Florentine Fritzen, 30, wurde 2004 am Fachbereich Philosophie und Geschichtswissenschaften promoviert. Ihre bei Prof. Dr. Lothar Gall entstandene Dissertation erschien 2006 unter dem Titel »Gesünder leben. Die Lebensreformbewegung im 20. Jahrhundert«. Die Arbeit wurde 2005 mit dem Friedrich-Sperl-Preis ausgezeichnet; dieser Preis wurde 1968 von Friedrich Sperl, Wirtschaftsmanager im Widerstand gegen Hitler und später engagierter Förderer von Kultur und Wissenschaft, für hervorragende geschichtswissenschaftliche Arbeiten gestiftet. Florentine Fritzen ist Redakteurin in der Politischen Redaktion der »Frankfurter Allgemeinen Zeitung«.

»... der Wissenschaft einen Tempel bauen«

Zum 300. Geburtstag Johann Christian Senckenbergs

Als junger Student lernte Johann Wolfgang Goethe den damals 61-jährigen Frankfurter Stifter Johann Christian Senckenberg kennen. Stolz führte ihn der Arzt im Oktober 1768 über das noch im Aufbau begriffene Stiftungsgelände am Eschenheimer Tor, wo ein beheizbares Gewächshaus und das Theatrum anatomicum zur Fortbildung der Frankfurter Ärzte entstand. Später erinnerte sich Goethe in »Dichtung und Wahrheit«: »Er war immer sehr nett gekleidet, und man sah ihn nie anders auf der Straße als in Schuh und Strümpfen und einer wohlgeputerten Lockenperücke, den Hut unterm Arm. Er ging schnell, doch mit einem seltsamen Schwanken vor sich hin, so dass er bald auf dieser bald auf jener Seite der Straße sich befand, und im Gehen ein Zickzack bildete. Spottvögel sagten: er suche durch diesen abweichenden Schritt den abgewandenen Seelen aus dem Wege zu gehen, die ihn in gerader Linie wohl verfolgen möchten. ... Doch aller dieser Scherz und manche lustige Nachrede verwandelte sich zuletzt in Ehrfurcht gegen ihn, als er seine ansehnliche Wohnung mit Hof, Garten und allem Zubehör, auf der Eschenheimer Gasse, zu einer medizinischen Stiftung widmete.«

Jugend und Studium

Als Sohn des Frankfurter Stadtarztes Johann Hartmann Senckenberg am 28. Februar 1707 in der Hasengasse geboren, sollte Johann Christian einst in die Fußstapfen des Vaters treten. Der promovierte Arzt Johann Hartmann und seine Frau Anna Margarethe Raumberger hatten fünf Kinder: Heinrich Christian (1704–1768), Johann Christian (1707–1772), Conrad Hieronymus (1709–1739), Catharina Margarethe (1712–1713) und Johann Erasmus (1717–1795). Der erstgeborene Sohn war beruflich am erfolgreichsten. Als Kaiser Franz I. 1745 zur Krönung in Frankfurt weilte, ernannte er den renommierten Staatswissenschaftler Heinrich Christian Senckenberg zum Reichshofrat.

Johann Erasmus, der jüngste Bruder, galt als einer der fähigsten Rechtsanwälte Frankfurts, obwohl er sich nach Studienabbruch alle Kenntnisse autodidaktisch angeeignet hatte. Von seinem einflussreichen Bruder Heinrich Christian und dem Kopf des Frankfurter Patriziats Friedrich Maximilian von Lersner protegiert, wurde er 1746 in den Rat der Stadt gewählt. Dort be-

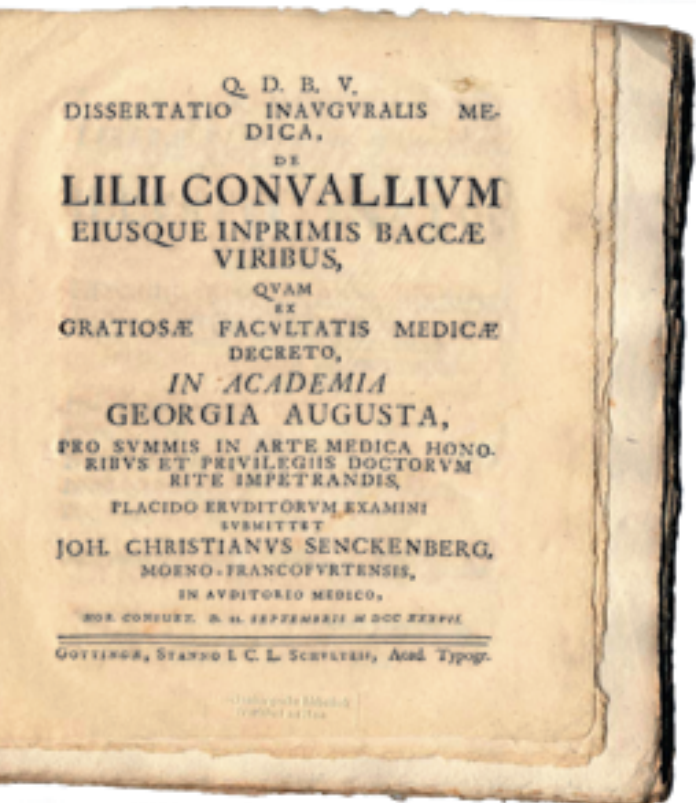
schwäche in seiner Zelle. Obwohl Johann Christian Senckenberg immer wieder vergeblich versuchte, mäßigend auf den zehn Jahre jüngeren Erasmus einzuwirken, teilte er im Grunde genommen dessen Kritik an dem Regiment der Patrizierfamilien im Rat. Viele Jahre später sorgte er dafür, dass der Rat keinerlei Zugriff auf das Kapital seiner Stiftung erhielt.



kämpfte er mit allen Mitteln die Vormachtstellung der adeligen Patriziergesellschaft Alten Limpurg und warf den Kollegen im Rat, teilweise zu Recht, Unfähigkeit, Korruption und andere Verfehlungen vor. Wegen der Verbreitung von Druckschriften, die das Ansehen der Stadt und des Rats schädigten, wurde er 1769 in der Hauptwache eingekerkert. Ohne dass jemals ein Urteil ergangen war, verstarb das schwarze Schaf der Familie Senckenberg 26 Jahre später an Alters-

Die Jugend Johann Christian Senckenbergs war von den Folgen des großen »Christenbrands« im Juni 1719 überschattet. Als er zwölf Jahre alt war, brannte das Wohnhaus »Zu den drei kleinen Hasen« der Familie Senckenberg ab. Die großen finanziellen Belastungen, die der Wiederaufbau mit sich brachte, verzögerten den Studienbeginn des wissbegierigen Jungen – trotz des 100-Gulden-Stipendiums, das der Rat der Stadt 1723 bewilligte. Die Wartezeit überbrückte Jo-

Johann Christian Senckenberg mit der Anatomie und dem Uhrtürmchen des Bürgerhospitals im Hintergrund. Gemälde von Anton Wilhelm Tischbein aus dem Jahr 1771.



Titelblatt von Johann Christian Senckenbergs Dissertation »Über die Heilkraft der Beeren des Maiglöckchens«, Göttingen 1737.

Johann Christian Senckenberg mit einer Hospitation beim Leibarzt der von Solms, anatomischen und chirurgischen Studien bei den Frankfurter Stadtärzten Büttner und Grambs sowie Unterweisungen in praktischer Heilkunde durch den Vater. Im für damalige Verhältnisse fortgeschrittenen Alter von 23 Jahren nahm er im April 1730 an der Universität Halle das lange herbeigesehnte Medizinstudium auf.

Voller Elan hörte er Vorlesungen in Medizin und in Botanik, die seinerzeit noch eine medizinische Hilfswissenschaft darstellte. In theologische Auseinandersetzungen verstrickt, musste Senckenberg im Juli 1731 das Studium abbrechen.

Tief religiös, hatte er sich bereits in jungen Jahren vom Staatskirchentum abgewandt und stand mit Pietisten, Inspirationsgemeinden und Herrnhutern in Verbindung. Im April 1732 kehrte er nach Frankfurt zurück und begann, vom Sanitätsamt stillschweigend geduldet, auch ohne Approbation als Arzt zu praktizieren. Mit Hilfe seines älteren Bruders Heinrich Christian holte Senckenberg 1737 in Göttingen die Promotion nach. Im Besitz der offiziellen Zulassung als Arzt in Frankfurt folgte Senckenberg dem väterlichen Vorbild und engagierte sich zunächst als Physicus extraordinarius und seit 1755 als Physicus ordinarius für das Gesundheitswesen der Heimatstadt.

Private Schicksalsschläge

Die 1742 geschlossene Ehe mit der betuchten Juwelierstochter Johanna Rebecca Riese wurde zu Senckenbergs glücklichstem Lebensabschnitt. Als Nachbarskinder aufgewachsen, kannten sich die Eheleute von klein auf. Der junge Vater war untröstlich, als Johanna Rebecca am 26. Oktober 1743 eine Woche nach der Geburt einer Tochter am Kindbettfieber verstarb. Das Töchterchen überlebte die Mutter nur um zwei Jahre. Das Erbe der ersten Ehefrau bildete neben Senckenbergs ärztlichen Einkünften den Grundstock für das spätere Stiftungsvermögen. Wohl auch zur Versorgung des Kindes hatte der Witwer nach Ablauf des Trauerjahrs im Dezember 1744 mit Katharina Rebecca Mettingh zum zweiten Mal den Bund der Ehe geschlossen.

Titelblatt der gedruckten Stiftungsbriege, 1770.

Aber auch die zweite Gattin verstarb Ende 1747 an den Spätfolgen einer Geburt. Der im Juni 1747 geborene Sohn war schon mit dreieinhalb Monaten an Tuberkulose verschieden. Nach diesen traurigen Ereignissen wagte Senckenberg 1754 eine dritte Ehe mit der Witwe Antonetta Elisabetha Rupprecht. Beide Ehepartner bereuten schon bald diesen Schritt und lebten seit Juni 1756 getrennt. Vier Monate später starb auch seine dritte Ehefrau, nachdem Senckenberg sie bis zuletzt ärztlich behandelt hatte. Fortan kreisten die Gedanken des 49-Jährigen verstärkt um die Gründung einer Stiftung zur Hebung des Frankfurter Medizinalwesens.

Die Dr. Senckenbergische Stiftung

In dem gedruckten Hauptstiftungsbrief vom 18. August 1763 nannte Johann Christian Senckenberg die schweren Schicksalsschläge, die



Dr. Senckenbergische Stiftung

Senckenbergs Lebenswerk wirkt bis heute fort. Das Bürgerhospital, das von einem gleichnamigen Verein getragen wird, dessen Vorstand mit der Stiftungsadministration identisch ist, befindet sich nach wie vor im Besitz der Dr. Senckenbergischen Stiftung. Die anderen Institute sind in die 1914 von der Senckenbergischen Stiftung mitbegründete Frankfurter Universität eingegangen. Mit der Einbeziehung der »Dr. Senckenbergischen Anatomie«, des »Senckenbergischen Instituts für Pathologie«, des »Botanischen Instituts mit botanischem Garten« und der »Senckenbergischen Bibliothek« (seit 1. Januar 2005: Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg)

in die Universität sowie dem 1938 nachträglich gegründeten universitären »Senckenbergischen Institut für Geschichte und Ethik der Medizin« hat sich die Vision des Stifters erfüllt: »Meine Stiftung«, so Senckenberg im August 1763, »wird von hier aus gute Leute machen, auch gute auswärtige herbeiführen und hiesige zum Nacheifern bringen, mir zur Freude, da alles darauf abzielt, daß der Stadt in medicis wohl gedient werde«¹³¹.

Veranstaltungen zum Senckenberg-Jubiläum finden sich ab 1. Januar 2007 im Internet unter: www.senckenberg-jahr.de

»Ermangelung ehelicher Leibes-Erben« sowie die »Liebe zu meinem Vaterland« als Beweggründe, sein gesamtes Vermögen zu stiften. Der Hauptzweck der Stiftung war auf die »bessere Gesundheits-Pflege hiesiger Einwohner, und Versorgung der armen Kranken gerichtet«^{11/}. Der Stifter setzte ein von den protestantischen Ärzten Frankfurts noch zu bildendes Collegium medicum als Erben ein und bestimmte die vier Stadtärzte zu Testamentsvollstreckern. Die Zinsen des 95 000 Gulden betragenden Stiftungskapitals mussten zu zwei Dritteln zur Förderung der Heilkunde verwandt werden. Zunächst dienten sie allein dem Unterhalt des zum Stiftsgebäude umgewidmeten Wohnhauses Senckenbergs mit Bibliothek und Sammlungen. Das dritte Drittel der Zinserträge hatte Senckenberg zum Besten armer Kranker, bedürftiger Arztwitwen und -waisen sowie alter Ärzte vorgesehen. Bis Ende 1765 auf 100 000 Gulden aufgerundet, ließ Senckenberg das Stiftungsvermögen vom Frankfurter Rechneiamt verwalten.

Im Stiftshaus in der Hasengasse sollte sich das Collegium medicum mindestens einmal im Monat einfinden, um zu beraten, »was zu besserer Ausübung der hiesigen Gesundheits-Pflege und Versorgung armer Kranken erforderlich seyn moegte«^{11/}. Bereits zu dieser Zeit plante Senckenberg, das zentral ge-

legene Stiftshaus durch ein Gebäude mit Gartengelände am Stadtrand zu ersetzen. Dort sollten ein anatomisches Theater, ein chemisches Laboratorium und ein botanischer Garten mit Gewächshaus angegliedert werden. Indem Senckenberg der »Wissenschaft einen Tempel« errichtete, eröffnete er dem zuvor auf soziale Bereiche festgelegten Stiftungswesen ein neues Betätigungsfeld.

Seine größte Sorge war die dauerhafte Selbstständigkeit der Stiftung: »Meine Stiftung soll allezeit separiert bleiben und niemals vermengt mit Stadtsachen, damit nicht die Gewalt darüber in fremde Hände komme, die den heilsamen Endzweck vereiteln«, schrieb er 1752 auf einem der von ihm in großer Zahl hinterlassenen »Tagebuchzettel«^{12/}. Das war noch vor der Gründung seiner Stiftung. Ein Jahr nach Abfassung des Hauptstiftungsbriefs fügte er mit Hilfe seines älteren Bruders Heinrich Christian einige Ergänzungen hinzu, um dem Rat auch in Zukunft jede Zugriffsmöglichkeit auf das Stiftungskapital zu verbauen. So sollte dieser das Kapital lediglich verwalten und die Jahresrechnungen prüfen. Außerdem übertrug der Stifter seinem älteren Bruder und dessen männlichen Nachkommen Mitspracherechte in der Stiftungsadministration. Der Rat fühlte sich durch diese Zusätze brüskiert und erteilte ihnen



Johann Christian Senckenberg. Federzeichnung von Johann Heinrich Wicker, 1772.

erst nach wochenlanger Wartezeit eine offizielle Bestätigung. Die Stiftung führt seither den Namen »Dr. Senckenbergische Stiftung« und ein Siegel mit dem einen brennenden Berg darstellenden Wappen der Familie Senckenberg und der Überschrift: »Fundatio Senckenbergiana

Anzeige

schreiberVIS Büro für visuelle Gestaltung

Wir gestalten und illustrieren anspruchsvolle wissenschaftliche Buchprojekte für namhafte deutsche Buchverlage

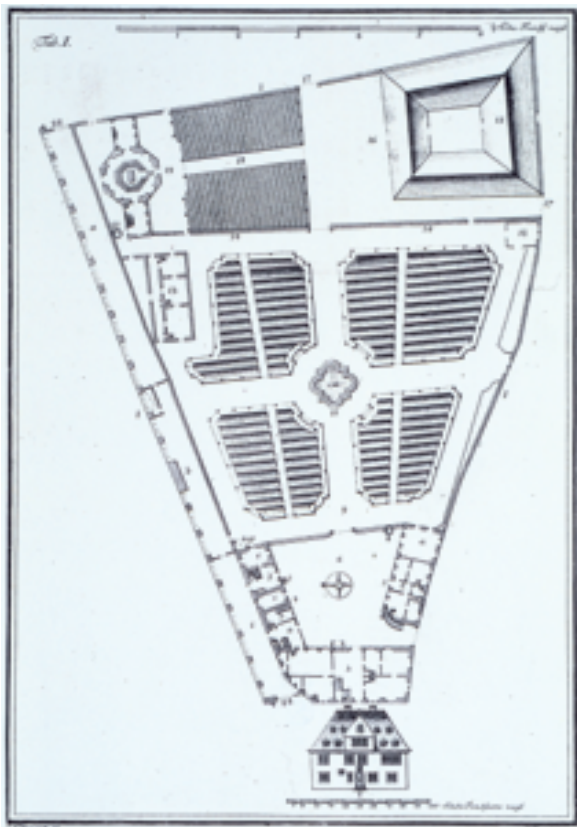
... und vieles mehr.



Villastraße 9A
D 64342 Seeheim

Fon 0 62 57 96 21 31
Fax 0 62 57 96 21 32

www.schreibervis.de



Lageplan des Stiftungsgeländes am Eschenheimer Tor mit Stiftshaus (2), Chemielabor (4e), Bibliothek (5), medizinischem Garten (9), Grabstätte (10), Gewächshaus (13), Bürgerhospital (15) und Anatomie (20). Kupferstich von Johann Heinrich Baeumerth und Johann Heinrich Wicker, 1770.

amore Patriae« (Senckenbergische Stiftung aus Liebe zur Vaterstadt). Inhaltlich erweiterte Senckenberg den Stiftungszweck um einen ganz entscheidenden Aspekt: die Gründung des »Buerger- und Beysassen-Hospitals«. Anfang 1766 erwarb er für 23 000 Gulden ein rund drei Hektar großes Gelände am Eschenheimer Tor, das auf der einen Seite von der Stadtmauer begrenzt wurde. Das an der Eschenheimer Gasse gelegene Hauptgebäude wurde bis Ende 1767 zum Stifts- und Wohnhaus mit Bibliothek, Versammlungsraum und chemischem Laboratorium umgebaut. An der Außenwand des Nordflügels kam mit einer Sondergenehmigung des Rats und nach persönlichen Entwürfen Senckenbergs die Gruft des Stifters zur Ausführung. Dort wollte er, »noch im Tode, wenigstens dem Leibe nach, bei seiner Stiftung sein« ^{1/1}.

Medizinisches Institut und Hospital

Als Johann Christian Senckenberg 1768 in das Stiftshaus am Eschenheimer Tor einzog, glich das übrige Gelände noch einer Baustelle. Kurz hintereinander begannen im Frühjahr und im Sommer 1768 die Bauarbeiten für ein beheizbares Gewächshaus und das Theatrum anatomicum. Der Vorlesungsbetrieb konnte 1776 beginnen. Wohlweislich hatte Senckenberg dem Medizinischen Institut mit Bibliothek, Sammlungen, Labor, Anatomie und Garten den Vorrang vor dem Hospitalgebäude gegeben: »Wenn der Tod mich überraschen sollte, ehe mein Werk ganz vollendet, so wird das Krankenhaus nicht dabei leiden, aber desto eher möchte man vergessen, dass ich der Wissenschaft einen Tempel bauen wollte« (^{1/4}, S. 51).

Am frühen Abend des 9. Juli 1771 griff der Stifter selbst zur Maurerkelle, um an der Ecke »Hinter der Schlimmen Mauer« und der Radgasse eigenhändig den Grundstein für das Bürgerhospital zu legen. Die Eröffnung hat er nicht mehr erlebt. Bei der Inspektion des gerade auf dem Nordflügel vollendeten Uhrtürmchens stürzte er am 15. November 1772 vom Baugerüst in die Tiefe. Sein Neffe Renatus hat den letzten Tag im Leben seines Onkels rekonstruiert. Demnach hatte Johann Christian Senckenberg an jenem verhängnisvollen Sonntag im November 1772 nach dem Aufstehen zwar etwas über Schwindelgefühle geklagt, war dann aber mit »Jünglingsmunterkeit durch die Gassen nach seinen Patienten gelaufen.« ^{1/5} Seine Mittagsmahlzeit nahm Senckenberg zu Hause ein, anschließend las er zur Erbauung eine Predigt. Als der Arzt am Nachmittag zu weiteren Hausbesuchen aufbrechen wollte, fasste er spontan den Entschluss, zuvor das noch eingerüstete Uhrtürmchen zu besteigen. Ob er dabei einen Fehltritt machte oder einen erneuten Schwindelanfall erlitt, kann nur vermutet werden. Kurz vor vier Uhr vernahmen Nachbarn auf der Baustelle ein lau-

tes Poltern und fanden, als sie der Ursache nachgingen, den bewusstlosen, am Hinterkopf stark blutenden Senckenberg. »Man brachte ihn«, so wurde Renatus berichtet, »in sein Wohnzimmer, legte ihn auf etwas Bettwerk, und versammelte Aerzte und Wundärzte, die alle aber gleich ihre Mühe verlohren schätzten, wie sie es auch wirklich war. Ungefähr um 8 Uhr desselben Abends gab Johann Christian Senckenberg, ohne ein Zeichen des Bewusstseins die ganze Zeit hindurch gegeben zu haben, unter beständigem Bluten und Röcheln, seinen Geist auf. ... Ganz Frankfurt bedauerte seinen Verlust.« ^{1/5}

Stifter als Erster im Anatomischen Theater seziiert

Es war Ironie des Schicksals, dass ausgerechnet die sterbliche Hülle des Stifters, der noch zu Lebzeiten eine Sektion des eigenen Leichnams untersagt hatte, am 17. November 1772, da es sich um eine gewaltsame Todesursache handelte, als erste in der Anatomie geöffnet wurde. Die Sektion ergab als Todesursache eine Halswirbelsäulenfraktur mit aufsteigender Blutung im Rückenmarkskanal. Bei Fackelschein trugen am Abend des 18. November 1772 Frankfurter Chirurgen den Sarg des Stifters, gefolgt von Renatus von Senckenberg, den Mitgliedern der Stiftungsadministration und zahlreichen Trauergästen, von der Anatomie durch den botanischen Garten zur Gruft am Stiftshaus. ◆

Der Autor

Dr. Thomas Bauer, geboren 1961, arbeitet als freiberuflicher Historiker in Frankfurt am Main und hat zuletzt eine im Februar 2007 erscheinende Senckenberg-Biographie verfasst. Bauer ist Mitglied der Frankfurter Historischen Kommission und gehört dem Wissenschaftlichen Beirat der Gesellschaft für Frankfurter Geschichte e.V. an.

Der Artikel ist eine gekürzte Fassung des Kapitels: »Johann Christian Senckenberg und seine Stiftung«, aus: Thomas Bauer, Mit offenen Armen – Die Geschichte des Frankfurter Bürgerhospitals, Frankfurt a. M. 2004, S. 14 – 24.

Literatur

^{1/1} August de Bary, Johann Christian Senckenberg (1707 – 1772), Frankfurt a. M. 1947.

^{1/2} August de Bary, Johann Christian Senckenberg und seine Stiftung, Frankfurt a. M. 1935.

^{1/3} August de Bary, Geschichte der Dr. Senckenbergischen Stiftung 1763 – 1938. Ein Zeugnis des Frankfurter

Bürgersinns in 175 Jahren, Frankfurt a. M. 1938.

^{1/4} Sebastian Alexander Scheidel,

Geschichte der Dr. Senckenberg'schen Stiftshäuser, Frankfurt a. M. 1867.

^{1/5} Renatus von Senckenberg, Nachricht von dem Leben und Charakter D. Johann Christian Sencken-

bergs, um 1773, Senckenberg-Archiv Mappe 1 (Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg).

Röntgenpionier im Schatten des Nationalsozialismus

Friedrich Dessauer und die Universität Frankfurt

Friedrich Dessauer hat viele Höhen und Tiefen seines Lebens an der Universität Frankfurt durchlebt. In den 1920er Jahren begründete er den neuen Forschungszweig der Biophysik. Unter schwierigen wirtschaftlichen Bedingungen baute er das »Institut für Physikalische Grundlagen der Medizin« auf. Der Abgeordnete der Zentrumsparlei und Aufsichtsratsvorsitzender der sozial engagierten katholischen »Rhein-Mainischen Volkszeitung« wurde er während des nationalsozialistischen Regimes angeklagt. Trotz seines Freispruchs durfte Dessauer seine Lehrtätigkeit an der Universität nicht wieder aufnehmen. Das Preußische Wissenschaftsministerium versetzte ihn 1934 vorzeitig in den Ruhestand.

Dessauer, der mit 53 Jahren eine sechsköpfige Familie zu ernähren hatte, folgte kurz darauf einem Ruf an die Universität Istanbul. 1937 wechselte er aus gesundheitlichen Gründen an die Universität Fribourg in der Schweiz. Unter dem Vorwand, er könne dort antinationalsozialistische Propagandatätigkeiten entfalten, versuchten die deutschen Reichsbehörden, den Wechsel zu vereiteln. Als Dessauer den Ruf dennoch annahm, wurde er vier Jahre genau beobachtet, bis man ihm 1941 unter einem fadenscheinigen Vorwand die deutsche Reichsangehörigkeit entzog. Daraufhin erkannte die Universität Frankfurt Dessauer die Doktorwürde ab. Trotz des erlittenen Unrechts kehrte der Gelehrte in den 1950er Jahren an seine Frankfurter Wirkungsstätte zurück. Das Institut für Biophysik der Johann Wolfgang Goethe-Universität gedachte des außergewöhnlichen Forschers und Menschen im Sommer 2006, indem es den großen Hörsaal des neuen Institutsgebäudes auf dem Campus Riedberg nach dem Pionier der Biophysik benannte.

Pionier der Röntgentechnik

Als Friedrich Dessauer 1920 zum Professor für »Physikalische Grundlagen der Medizin« an die Universität Frankfurt berufen wurde, war er

bereits Direktor einer gut gehenden Firma, die Röntgenapparate für medizinische Zwecke herstellte. An der Schnittstelle zwischen Physik und Strahlenbiologie, Ingenieurwissenschaft und Medizin waren dem begabten jungen Mann einige bedeutende Entwicklungen in der Röntgentherapie und -diagnostik gelungen. 1904 erdachte er die Röntgentiefentherapie zur Behandlung von Tumoren, 1909 gelangen ihm mit Hilfe eines »Röntgenkematographen« die ersten Aufnahmen des schlagenden menschlichen Herzens. Gemeinsam mit seinem Schwager, dem Arzt Bernhard Wiesner, veröffentlichte er Handbücher für Mediziner und schulte sie im Umgang mit Röntengeräten.

Zu dieser Zeit hatte er sein Studium der Elektrotechnik und Physik unterbrochen, da der frühe Tod des Vaters ihn dazu drängte, seinen Lebensunterhalt zu verdienen. Als Sohn einer alten und angesehenen Aschaffenburg-Industriellenfamilie, die Papier und Zellstoff herstellte, war Dessauer auf seine Tätigkeit als Unternehmer bestens vorbereitet. Von Jugend an von Technik begeistert, hatte er viele Stunden in der Fabrik seines Vaters verbracht. Mit 14 Jahren erfuhr er von der Entdeckung der Röntgenstrahlen und begann eigene Experimente. Auf Vermittlung seines Physiklehrers schickte er mit 16 Jahren seine Forschungsergebnisse an Wilhelm Conrad Röntgen, der ihn zu weiteren Arbeiten ermutigte.

Erfolgreicher Fabrikdirektor

Das 1899 zusammen mit Wiesner in Aschaffenburg gegründete »Elektrotechnische Laboratorium« expandierte so schnell, dass Dessauer 1907 eine weitere Filiale in Frankfurt am Main eröffnete. Die »Vereinigte Elektrotechnische Laboratorium Frankfurt-Aschaffenburg«, kurz VEIFA, wuchs bis 1914 auf 500 Mitarbeiter an. Bei Ausbruch des Ersten Weltkriegs rüstete Dessauer Autos mit mobilen Röntgenapparaten für Feldlazarette aus. Bedingt durch Strahlenschäden an Händen und Gesicht, die er sich bereits in jungen Jahren durch den



ungeschützten Umgang mit Röntgenstrahlen zugezogen hatte, wurde Dessauer nicht eingezogen. Er nutzte die Zeit, sein Studium an der Universität Frankfurt abzuschließen. 1917 promovierte er bei Prof. Carl Déguisne »Über die Konstruktion und die Eigenschaften eines Hochspannungstransformators und seine Anwendung zur Erzeugung durchdringungsfähiger Röntgenstrahlen«.

Politiker und Professor

Als Fabrikdirektor interessierte sich der sozial engagierte Dessauer schon früh für die Probleme und Ansichten seiner Arbeiter. 1918, als die Revolution ausbrach und Arbeiterräte vorübergehend die Macht übernahmen, entschloss er sich, selbst politisch aktiv zu werden. Im Dezember 1918 trat Dessauer in die Zentrumsparlei ein, die er »für die am wenigsten schlechte Partei« hielt. Kurz darauf wurde er zum Parteivorstand gewählt und zog im März 1919 in die Frankfurter Stadtverordnetenversammlung ein. Hier engagierte er sich vor allem in der Wirtschafts- und Sozialpolitik. Von den Arbeitern wurde er oft als einziger »bür-

Friedrich Dessauer als junger Fabrikdirektor, um 1900.

gerlicher« Gesprächspartner akzeptiert.

Die Berufung zum Honorarprofessor an die Universität Frankfurt im Jahr 1920 war für Friedrich Dessauer rückblickend der Schritt »aus dem industriellen Tagesdienst in die Atmosphäre der Akademie, in das Sanctuarium der Forschung«. Hier hoffte er, mehr Zeit für Forschung und Entwicklung zu finden. Dennoch war die Begründung des neuen interdisziplinären Forschungsbereichs zwischen Physik und Medizin mit Schwierigkeiten verbunden:

Institutsgründung in schwierigen Zeiten

Die angespannte wirtschaftliche Situation der Universität in den Jahren nach dem Ersten Weltkrieg führte dazu, dass Dessauers Institut als Stiftungsinstitut der »Ostwald-Stiftung« gegründet und der Universität angegliedert wurde. Das Hauptvermögen der Stiftung, die sich 1921 konstituierte, brachte der Rechtsanwalt und Geheime Justizrat Dr. Henry Ostwald ein. Hinzu kamen Einzelstifter, sowohl Privat-

sammen. Durch den Verkauf eines Teils des Institutsinventars und selbst gebauter Apparaturen sowie den zeitweiligen Verzicht auf Gehälter konnten Dessauer und seine Mitarbeiter das Institut retten^{3/}. Bis zu seiner Emigration 1934 waren die Forschungsschwerpunkte des Instituts die Erzeugung energiereicher Strahlen und Untersuchungen zur Wirkung ionisierender Strahlen.

Unterdessen führte er seine politische Karriere fort und zog 1924 als Abgeordneter der Zentrumspar- tei in den Berliner Reichstag ein. Als überzeugter Anhänger der Weimarer Verfassung war er einer der wenigen, die bis zuletzt ihre Zustimmung zu Hitlers Ermächtigungsgesetz verweigerten. Am 21. Juni 1933 wurde er nach einem Vortrag vorübergehend festgenommen und am 3. Juli, dem Tag der Selbstauflösung der Zentrumspar- tei, in »politische Schutzhaft« genom- men. Am 4. Dezember 1933 be- gann vor dem Landgericht Mön- chengladbach ein Prozess, in dem Dessauer und Dr. Josef Knecht, Ge- schäftsführer bei der Rhein-Maini- schen Zeitung, der Anstiftung zur Veruntreuung von Geldern be- schuldigt wurden.



Bereits als Fabrik- direktor gab Des- sauer Röntgenkur- se für Ärzte, in denen er sie im Gebrauch von Röntgenapparaten unterwies. Auch in der ersten Jahren als Institutsdirek- tor besserte er das Budget des Insti- tuts durch Rönt- genkurse auf.

»Viele waren anfänglich unsere Gegner und sagten, es habe keinen Sinn, einen solchen neuen Wis- senszweig zu entfalten. Durch sol- che Ablehnung muss jeder Wissen- schaftler, wenn er Pionierarbeit lei- sten will, hindurch«. /2/ Insbesondere wehrte sich die medizinische Fakul- tät dagegen, dass in der Bezeich- nung von Dessauers Professur das Wort „Medizinische“ vorkam, weil Dessauer kein Arzt war.

personen als auch Unternehmen wie die A.E.G. Berlin und die VEI- FA-Werke. Aus den Zinserträgen der Stiftung, Einnahmen aus den Dienstleistungen des Instituts und Spenden konnte Dessauer die lau- fenden Kosten seines Instituts im »Theodor-Stern-Haus« auf dem Kli- nikumsgelände, Weigertstraße 3, fi- nanzieren. Doch kurz darauf schmolz das Stiftungsvermögen aufgrund der Inflation rasant zu-

Der Prozess gegen Dessauer

Hintergrund war Dessauers Engage- ment für die Frankfurter Carolus Druckerei, die er als Herausgeberin der Zentrumszeitung »Frankfurter Volkszeitung« vor dem Konkurs ge- rettet hatte. Er entwarf ein Pro- gramm zur Sanierung der Drucke- rei, finanzierte die notwendige Ka- pitalerhöhung zum großen Teil aus eigenen Mitteln und baute die Zei- tung nach einer Fusion mit der

Festakt: Friedrich Dessauer, Industrieller und Politiker

Zum Andenken an Friedrich Des- sauer hat der Fachbereich Physik im Juli dieses Jahres den Hörsaal des neu erbauten Instituts für Biophysik auf dem Riedberg nach dem Pionier der biomedizinischen Forschung benannt. In einer Feier- stunde am Vorabend des 125. Geburtstags Dessauers wür- digte Prof. Dr. Werner Mäntele, Direktor des Instituts für Biophy- sik, das wissenschaftliche Werk seines Vorgängers. Prof. Dr. Heinz Riesenhuber erinnerte an den In- dustriellen und Politiker Dessauer.

Gruppenbild anlässlich der Feier- stunde zur Einweihung des Fried- rich Dessauer-Hörsaals, (von links) Dr. Waltraud Ilse (Patentochter und Nichte Friedrich Dessauers), Dr. Stefan Dessauer, Guido Des- sauer (Neffe), Maria Dessauer (Tochter), dahinter Prof. Dr. Ernst Bamberg, Direktor des Max- Planck-Instituts für Biophysik, Stadträtin Dr. Renate Sterzel (Frankfurt), dahinter Dekan Prof. Dr. Wolf Abmus, Prof. Dr. Heinz Riesenhuber, Bundestagsabgeord- nete und Bundesminister a. D., Prof. Dr. Werner Mäntele, Direktor des Instituts für Biophysik.



»Offenbacher Zeitung« zu einem überregionalen Blatt mit höchsten publizistischen Ansprüchen aus. Seine Vision: Die »Rhein-Mainische Volkszeitung«, kurz RMV, solle der »Verwirklichung des christlichen Ideals im öffentlichen Leben dienen, der Wahrheit und Gerechtigkeit zum Siege verhelfen und die Liebe zum Menschen fördern«. Alle überschüssigen Gewinne sollten karitativen Zwecken zufließen. Innerhalb kurzer Zeit wurde die RMV zu einem Sprachrohr des progressiven, sozial engagierten Katholizismus, der sich auch gegen die NSDAP richtete.

Zu Beginn des Prozesses startete die NSDAP-Zeitung »Frankfurter Beobachter« eine Hetzkampagne, in der Dessauer als »Zentrumsjude« bezeichnet wurde, der die RMV mit unlauteren Mitteln erworben habe und sich sein Reichsmandat von Juden habe bezahlen lassen. Daraufhin wurde die Abstammung Dessauers in der Verhandlung vor dem Mönchengladbacher Gericht aufs Peinlichste erläutert. Der Angeklagte sah sich zu der Erklärung genötigt, »seit 1916 sei sein Aussehen sehr entstellt aufgrund der zahlreichen Operationen, die seine Röntgenverbrennungen notwendig machten. Man habe dabei seine Nase durch ein Stück aus dem Arm ersetzt, und auch sein Mund und seine Lippen seien verzerrt, so dass er es heute verstehen könne, dass manche glaubten, er sei jüdischer Abstammung.«^{1/1}

Eine umfangreiche Sammlung von Zeitungsausschnitten im Universitätsarchiv dokumentiert, dass Dessauer auf die meisten Anschuldigungen im Verlauf des Prozesses ruhig und sachlich reagierte. Zu einem »außerordentlich scharfen Zusammenstoß« kam es jedoch, als der Staatsanwalt behauptete, man könne Dessauer nicht glauben und müsse deshalb seine politische Vergangenheit erläutern. Man warf Dessauer seine Freundschaft zu dem inzwischen in die Schweiz



Dessauer und seine Mitarbeiter bei einer Feier im »Institut für physikalische Grundlagen der Medizin« 1928.

emigrierten »Landesverräter« Dr. Wilhelm Mühlön vor und bezweifelte seine patriotische Gesinnung. Die Frankfurter Zeitung vom 12. Dezember 1933 berichtete: »Professor Dessauer ruft erregt aus: »Das ist nicht wahr!« Dessauer erwidert sehr bestimmt, dass alle seine Handlungen und Schriften von der Anklage nur in belastendem Sinne ausgelegt würden. Dagegen sei er wehrlos. [...] Weder Mensch noch Schriften könnten Zeugnis gegen ihn ablegen, dass er irgendwie gegen das Vaterland gehandelt habe.«^{1/1}

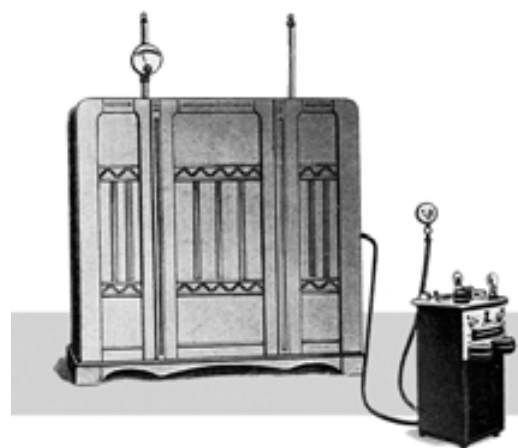
In den vorzeitigen Ruhestand versetzt

Am 20. Dezember 1933 wurden Dessauer und Knecht freigesprochen. Anfang Januar setzte Dessauer den Kurator (damalige Bezeichnung für den Kanzler) der Universität, Amtsgerichtsrat Dr. Wissler, davon in Kenntnis, dass sein Gesundheitszustand es ihm – laut ärztlichem Befund – noch nicht erlaube, seine Dienstgeschäfte wieder aufzunehmen. Der Prozess und die beinahe sechsmonatige Inhaftierung hatten ihm schwer zugesetzt. Hinzu kam die öffentliche Diffamierung: Der NS-Dozentenbund erklärte ihn zur »missliebigen Person« und die Studenten-SA machten einen Überfall auf sein Haus.

Als Dessauer im Februar seine Lehrtätigkeit wieder aufnehmen wollte, antwortete ihm Wissler: »In-

wieweit Sie demnächst Verwertung finden können, hängt von der Entwicklung der schwebenden Fragen ab. Heil Hitler!«. – Das Gerichtsurteil wurde von verschiedenen Seiten stark angefochten. Einstweilen wurde Dessauer ohne sein Wissen aus dem Vorlesungsverzeichnis gestrichen. Am 14. Mai 1934 wurde er vorzeitig in den Ruhestand versetzt. In dieser Situation bat Dessauer um eine dreijährige Beurlaubung an die Universität Istanbul. Den Ruf hatten Freunde und Schüler für ihn organisiert. Der Preußische Wissenschaftsminister Rust war in Verlegenheit, denn einerseits hielt die Gestapo Dessauers Tätigkeit im Ausland für »abträglich und unerwünscht«, andererseits befürchtete die Deutsche Botschaft in Ankara eine Trübung der deutsch-türkischen Beziehungen, wenn Dessauer die Ausreise verweigert würde.

Mit diesem Röntgenblitzapparat gelangen Dessauers 1909 die ersten Aufnahmen des schlagenden Herzens. Seine Apparatur machte bei einer Belichtungszeit von 0.03 Sekunden acht Aufnahmen eines Herzschlags, die man wie in einem Film ablaufen lassen konnte.



Quellen und Literatur

^{1/1} Kuratorakte, scherlebens, Frankfurt am Main 1962. Archiv der Universität Frankfurt.	^{1/3} Friedrich Dessauer: Notizen über die Entstehung und Entwicklung des Institutes, seine	Ziele und Methoden, in: ders. (Hrsg.): Zehn Jahre Forschung auf dem Physikalisch-Medizinischen Grenzgebiet, Leipzig 1931, S. 1–15.	^{1/4} Martin Goes: Friedrich Dessauer (1881–1963). Röntgenpionier aus Aschaffenburg und seit 1934 im Exil, in: Würzburger medizinhistorische	Mitteilungen, Bd. 14 (1996), S. 209–232.	(Hrsg.): Physiker und Astronomen in Frankfurt, Frankfurt am Main 1989, S. 84–101.	^{1/6} Johannes Schaber: Friedrich Dessauer, in: Biographisch-Bibliographisches Kirchenlexikon, Bd. XIV (1998), S. 924–932.
^{1/2} Friedrich Dessauer: Kontrapunkte eines For-				^{1/5} Wolfgang Pohlitz: Friedrich Dessauer, in: Klaus Bethge und Hort Klein		

Exil in Istanbul und Fribourg

An der im Aufbau befindlichen Universität Istanbul, an der auch einige jüdische Kollegen Dessauers aus Frankfurter Zeiten beschäftigt waren, baute Friedrich Dessauer ein radiologisches Institut auf, in dem die Röntgendiagnostik und Strahlentherapie von Tumoren eingesetzt wurde. 1937 nahm er einen Ruf an die Universität Fribourg in der Schweiz an, der ebenfalls zu politischen Verwicklungen führte und mit der Aberkennung der Staatsbürgerschaft endete.

1946 erwirkte Boris Rajewsky, Dessauers Schüler und sein Nachfolger am Kaiser-Wilhelm-Institut



Anzeige für Röntgeninstrumentarien und Röntgenkurse.

messlich dankbar für jede Hilfe, die ihm geleistet wird. Es wurde mit unsagbarer Mühe aufgebaut in den Jahren nach dem ersten Weltkrieg, aus dem Inflationszusammenbruch und vielen andern Schwierigkeiten [...] Dass es durch die Hitlerzeit hindurch gerettet werden konnte ist schier ein Wunder und hat sicher sehr grosse Anstrengungen gefordert. [...]

Was nun mich selbst anlangt, so fragt es sich für mich, ob ich im gegenwärtigen Augenblick Deutschland und der Menschheit von hier aus oder von Frankfurt aus mehr dienen kann. [...] Im gegenwärtigen Augenblick habe ich den Eindruck, dass ich auf dem internationalen Boden der Schweiz durch den nach allen Ländern der Welt offenen Austausch vielleicht doch mehr nützen kann. Doch das ist nur eine zeitliche Frage. [...] Es ist aber ein großer Trost für mich, und eine Beruhigung zu wissen, dass wohlwollende und einsichtige Menschen in der alten Heimat inzwischen über dem Institut wachen und es vor dem Untergang schützen. Die Erforschung der Beziehungen zwischen Physik und Lebensvorgängen [...] bietet ganz große Zukunftsaussichten und ist eine wirklich rein humane, von keinem Streit der Zeit befleckte Mission. «

Zudem näherte er sich seinem 66. Lebensjahr, schrieb Dessauer, und sei gesundheitlich stark angeschlagen (inzwischen hatte er fast 100 Operationen wegen der Strahlenschäden seiner Haut überstanden). Auch wollte er gegenüber der Universität Fribourg loyal sein. Diese hatte seinen Vertrag gerade erst

um weitere zehn Jahre verlängert und ihm »beträchtliche Forschungsmittel ohne jedes Zögern bewilligt«. Das waren weitaus günstigere Bedingungen, als sie im zerstörten und besetzten Deutschland herrschten. Dennoch, betonte Dessauer, sei es nicht sein Plan, Rücksicht auf sich selbst zu nehmen. Er wolle nur die Kräfte seines Lebensabends so einsetzen, »dass die beste Wirkung für die Menschheit und für die Heimat davon herauskommen.«^{1/}

Rückkehr ohne Groll

1950 kam Friedrich Dessauer erstmals zu Gastvorlesungen nach Frankfurt. Bei seinen Zuhörern hinterließ er einen tiefen Eindruck: »Der Hörsaal H, einer der größten in der gerade wieder erstehenden Universität, ist bis zum letzten Platz besetzt, einige Hörer sitzen auf den Fensterbrettern, einige in den Gängen auf dem Boden, viele fanden nur einen Stehplatz und lehnen sich an die Wand. Es ist fast unheimlich, dass eine so große Menschenmenge in einer derartigen Ruhe verharren kann! Leise, aber doch vernehmlich spricht Friedrich Dessauer, der aus der Emigration an die Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zurückgekehrte Gelehrte«, erinnert sich Wolfgang Pohlitz, einer der damaligen Hörer und späterer Nachfolger Rajewskys.^{1/}

1953 kehrte Dessauer 74-jährig nach Frankfurt zurück und setzte seine Lehrtätigkeit bis 1956 fort. Dabei befasste er sich zunehmend mit wissenschafts- und technikphilosophischen Fragen und äußerte sich zum Verhältnis von Wissen und Glauben. Anlässlich seines 80. Geburtstags am 19. Juli 1961 verlieh ihm die Stadt Frankfurt die Ehrenbürgerwürde. Oberbürgermeister Werner Bockelmann würdigte in seiner Laudatio Dessauers Bereitschaft zur Versöhnung:

»Als Friedrich Dessauer dann Anfang der fünfziger Jahre nach Frankfurt a. M. zurückkehrt, erfüllt ihn kein Groll, keine Verachtung. Unvergesslich für die Studenten sein im Juni 1950 an der Johann Wolfgang Goethe-Universität gehaltenen Vortrag über das Thema »Forscher und Menschheit«. Beschämend und ermutigend zugleich der religiös begründete Optimismus des Gelehrten: »amor fati«, lasst uns unserer Schicksal lieben.«^{1/} ♦



1937 wurde Dessauers »Institut für Physikalische Grundlagen der Medizin« in »Kaiser-Wilhelm-Institut für Biophysik« umbenannt. Ende 1938 zog das Institut von der Weigertstraße 3 (eine ehemalige Stichstraße vom Theodor-Stern-Kai auf das Klinikumsgelände) in die Forsthausstraße 70 (heute Kennedy-Allee) um. Die Aufnahme zeigt die Villa im Jahr 1914.

für Biophysik (wie es seit 1937 hieß), als Zeichen der Wiedergutmachung den Emeritenstatus für Dessauer: »Damit wird auch die Fakultät den hochverdienten Frankfurter Forscher zurückerhalten.« Allerdings schritten Dessauers Anwälte noch über viele Jahre um eine finanzielle Entschädigung, da er die ihm seit 1953 zustehenden Rentenbezüge nicht erhalten hatte. Im Einvernehmen mit dem Magistrat der Stadt Frankfurt fragte das Kuratorium der Universität im März 1947 bei Dessauer an, ob er die Leitung seines Instituts wieder übernehmen wolle. Dessauer antwortete:

»Ich habe die alte Heimat, und ich habe Frankfurt und seine Universität in all den Jahren meiner Verbannung nie vergessen [...] Das seiner Zeit für mich geschaffene biophysikalische Institut liegt mir sehr am Herzen und ich bin uner-

Die Autorin
Dr. Anne Hardy, 41, studierte Physik und promovierte in Wissenschaftsgeschichte. Sie ist Referentin für Wissenschaftskommunikation an der Universität Frankfurt.

Wichtiger Teilerfolg in der Gentherapie

Interview mit Dr. Marion Gabriele Ott und Dr. Manuel Grez

Die Septische Granulomatose (CGD) ist eine seltene Erkrankung, die auf einem genetischen Defekt bestimmter weißer Blutzellen beruht, die darauf spezialisiert sind, in den Körper eingedrungene Pilze und Bakterien aufzuspüren und zu vernichten. Frankfurter Ärzten und Wissenschaftlern um Prof. Dr. Dieter Hoelzer vom Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität und Dr. Manuel Grez vom Chemotherapeutischen Forschungsinstitut Georg-Speyer-Haus gelang es, eine intakte Kopie des defekten Gens in Blutstammzellen von zwei erwachsenen CGD-Patienten einzuschleusen und so die Funktion der Fresszellen teilweise wieder herzustellen. Eine vollständige Heilung gelang jedoch nicht – ein Patient verstarb zwei Jahre nach der zunächst erfolgreichen Behandlung an seiner Grunderkrankung. Im Gespräch mit Dr. Anne Hardy berichten Dr. Marion Gabriele Ott (Arbeitsgruppe Hoelzer) und Dr. Manuel Grez (Georg-Speyer-Haus) über die Höhen und Tiefen ihrer gentherapeutischen Forschung.

Wie ist der gegenwärtige Stand der Gentherapie? Dr. Marion Gabriele Ott und Dr. Manuel Grez im Gespräch mit Dr. Anne Hardy (von rechts).



? Herr Grez: Im Jahresbericht 2005/2006 des Georg Speyer-Hauses bezeichnen Sie die Gentherapie der Septischen Granulomatose als einen »Meilenstein« der Forschung. Wie ist das aus Ihrer über 20-jährigen Erfahrung auf diesem Gebiet zu verstehen?

Grez: Es ist ein Meilenstein in dem Sinne, dass Patienten mit dieser Erkrankung erstmals erfolgreich behandelt werden konnten. Die Schwierigkeit bei der Gentherapie der CGD ist, dass die genkorrigierten Zellen, die wir den Patienten zurückgeben, keinerlei Wachstumsvorteil gegenüber den nicht korrigierten Zellen haben. Das macht die Behandlung schwieriger als bei anderen Immundefekten wie X1-SCID, bei denen die Gentherapie bereits erfolgreich durchgeführt wurde. Bei CGD hat es schon einige erfolglose Therapiestudien in den USA gegeben. Als wir unsere Studie 2004 begannen, haben wir zum ersten Mal Erwachsene behandelt. Unser Ansatz, den genkorrigierten Stammzellen mit Hilfe einer milden Chemotherapie zum Einnisten ins Knochenmark zu verhelfen, könnte Modellcharakter für die gentherapeutische Behandlung anderer Gendefekte haben.

? Warum betonen Sie, dass die Studien an Erwachsenen erfolgreich waren?

Grez: Die beiden Patienten, die in Frankfurt behandelt wurden, haben

eindeutig von der Gentherapie profitiert. Beide Patienten hatten vor der Behandlung therapieresistente Bakterien- und Pilz-Infektionen, die durch die Gentherapie vollständig eliminiert wurden. Vor unserer Studie waren bisher nur Kinder gentherapeutisch erfolgreich behandelt worden. Diese Kinder litten an Defekten des lymphatischen Systems, also T-, B- und NK-Zellen. Wir haben jedoch erstmals in die Hämatopoese, in die Bildung und Reifung von Blutzellen, eingegriffen, um Defekte an myeloischen Zellen zu korrigieren.

? Was ist der qualitative Unterschied?

Grez: Genkorrigierte T-Lymphozyten können auf bestimmte Wachstumsfaktoren und Stimuli von außen reagieren und sich daher vermehren, während defekte Zellen nicht wachsen können. Bei CGD ist das nicht der Fall. Wir haben deshalb die Patienten vor dem Gentherapie mit einer leichten Chemotherapie behandelt, mit der die zahlenmäßig überlegenen defekten Zellen teilweise eliminiert wurden. Die korrigierten Zellen hatten dann

eine bessere Chance, sich im Knochenmark einzunisten.

? Wie funktioniert die Genkorrektur?

Grez: Wir verwenden so genannte Gen-Fähren oder Gen-Taxis, die das korrigierte Gen in die defekte Stammzelle einschleusen. Zuerst mussten wir diese Gen-Fähren nach den Richtlinien der »Good Manufacturing Practice« klinik-konform herstellen. Das hat für uns die Biotech-Firma Eufets AG in Idar-Oberstein übernommen. Parallel dazu wurden Stammzellen aus den Patienten mobilisiert.

Ott: Wir spritzen den Patienten zunächst ein Medikament, einen Wachstumsfaktor, der die Blutzellen aus dem Knochenmark ins Blut ausschwemmt. Dann werden die Stammzellen mit Hilfe einer Maschine, die ähnlich wie ein Dialysegerät funktioniert, aus dem Blut herausgefiltert. Das ist ein gängiges Verfahren, das besser verträglich ist als eine Operation.

? Das heißt, Sie verwenden adulte Stammzellen des Patienten?

Gre: Ja. Man gewinnt dabei adulte Blutstammzellen mit dem Ziel, diese genetisch zu verändern, um sie anschließend dem Patienten wieder zu re-infundieren. Was wir machen, ist eine Genkorrektur in Stammzellen. Wir erstellen eine funktionelle gesunde Kopie des defekten Gens und fügen diese dem Erbgut der Blutstammzellen hinzu.

? Wie haben Sie die Patienten für Ihre Studie ausgewählt?

Ott: Beide Patienten waren schon sehr lange bei uns registriert und



haben immer wieder ein starkes Interesse an der Gentherapie bekundet. Auch die behandelnden Ärzte haben bei uns angerufen mit der klaren Fragestellung, ob in diesen beiden Fällen eine Gentherapie möglich wäre. Man hatte keinen geeigneten Spender für eine Knochenmarks-Transplantation gefunden.

? Eine Bedingung war also, dass es keine therapeutische Alternative gab?

Ott: Bei dieser Krankheit gibt es nicht viele therapeutische Alternativen. Symptomatisch behandeln wir die Patienten lebenslang mit Antibiotika und Medikamenten, die eine Pilzinfektion verhindern. Eine echte Heilung ist nur durch Knochenmarks-Transplantation möglich, aber für CGD-Patienten auch riskant – wegen des erhöhten Infektionsrisikos. Diese Risiken nehmen mit dem Alter der Patienten zu. Beide Patienten in unserer Studie waren schon über 20 Jahre, und die Zahl der Komplikationen aufgrund ihrer Erkrankung hatte deutlich zugenommen: Sie hatten Infektionen, die mit Standard-Anti-



biotika nicht mehr zu behandeln waren.

? Wie war die Einstellung der Patienten zur Gentherapie?

Ott: Sie wollten diese Therapie unbedingt. Beide hatten sich schon seit Jahren über jeden neuen Schritt in unserer Forschung informiert. Wir haben in vielen langen Gesprächen – auch mit den Eltern – die Chancen und Risiken der Gentherapie erläutert. Es war uns vor allem wichtig, übertriebene Erwartungen zu dämpfen.

? Wie haben die Patienten die zwei Jahre nach dem gentherapeutischen Eingriff erlebt?

Ott: Der Patient, der inzwischen verstorben ist, war mehr als anderthalb Jahre frei von Infektionen und hat auch eine Zeit lang keine Antibiotika-Prophylaxe einnehmen müssen. In der Zeit hatte er eine sehr gute Lebensqualität und war auch schon wieder in einer Eingliederungsmaßnahme des Arbeitsamts. Der andere Patient macht jetzt eine Ausbildung.

? Haben Sie inzwischen klären können, warum die Gentherapie bei dem verstorbenen Patienten versagt hat?

Gre: Die Funktion der genkorrigierten Zellen hat nach zirka einem Jahr nach Beginn der Therapie stetig abgenommen. Nach zwei Jahren konnten diese keine Bakterien und Pilze mehr abtöten. Wie es dazu kam, versuchen wir derzeit herauszufinden. Sehen Sie, es handelt sich bei diesem Ansatz um eine experimentelle Therapie, das heißt, wir müssen während der Behandlung

lernen, was wir besser machen können, und wie wir es machen müssen.

? Wie geht es dem Kind, das in Zürich behandelt wurde, nachdem es aufgrund einer nicht behandelbaren Pilzinfektion querschnittsgelähmt war?

Ott: Das Kind, ein sechsjähriger Junge, kann nach der gentherapeutischen Behandlung wieder laufen und spielt inzwischen sogar Fußball.

Gre: Es ist offensichtlich, dass die Gentherapie allen drei Patienten enorm geholfen hat – leider aber in dem einen Fall nicht so langfristig, wie wir es erhofft hatten. Unsere nächste Aufgabe ist jetzt, die Therapie zu verbessern, so dass die Probleme, die wir bei dem einen Patienten beobachtet haben, nicht wieder auftreten.

? Wenn Sie sich vor Augen führen, welchen Weg Sie inzwischen bei der Gentherapie von CGD zurückgelegt haben und welche offenen Fragen noch vor Ihnen liegen, wo stehen Sie zurzeit?

Gre: Wir haben inzwischen nachgewiesen, dass eine temporäre Korrektur des Gendefekts möglich ist. Aber natürlich hat sich unsere Hoffnung nicht bestätigt, dass die Patienten anschließend froh nach Hause gehen, ein ganz normales Leben führen und wir sie nie mehr behandeln müssen. Wir müssen also noch einiges verbessern. Dazu gehört es, die Behandlung der Patienten vor der Transplantation zu verbessern und die Genvektoren zu optimieren. Was wir erreicht haben, ist ein Teilerfolg, es bleibt noch sehr viel zu tun.

? Die Zahl der behandelten Patienten war in Ihrer Studie sehr klein. Liegt das daran, dass die Auswahlkriterien so streng sind? Oder ist die Krankheit so selten?

Ott: Beides, die CGD ist eine seltene Erkrankung, aber es gab dennoch eine größere Gruppe von Interessenten. Für den Anfang wollten wir die Anzahl der Patienten absichtlich klein halten, um sie sehr engmaschig beobachten zu können. Es zeigte sich beispielsweise, dass sich die genkorrigierten Zellen zu einem bestimmten Zeitpunkt stark ver-

mehrten. Das war auch schon bei der X-SCID-Studie in Paris ein Problem: Einige Kinder bekamen nach der Behandlung Leukämie. Das war auch unsere Hauptbefürchtung. In unserem Fall hat die starke Zellvermehrung glücklicherweise wieder aufgehört. Wir wollten jedenfalls zuerst genau prüfen, ob das, was wir machen, auch sicher ist.

? Sind weitere Patienten in Sicht?

Ott: Ja, wir haben einen weiteren Kandidaten, aber dessen Behand-

lung muss durch konservative Maßnahmen erst ausgereizt werden. Erst wenn bestimmte Organ-Dysfunktionen auftreten – das ist auch ein Einschlusskriterium – können wir mit der Behandlung beginnen.

? Warum behandelt man die Patienten nicht schon eher, wenn sie noch in besserer Verfassung sind?

Ott: Das ist letztlich unser Ziel. Aber im jetzigen frühen Stadium der

Gentherapie, wo wir langfristige Risiken und Nebenwirkungen noch nicht abschätzen können, dürfen wir nur Patienten behandeln, für die es keine andere Alternative mehr gibt. Das ist auch bei der Erprobung neuer Medikamente, beispielsweise für die Krebstherapie, so vorgeschrieben. Langfristig wollen wir schon dahin kommen, dass wir CGD-Patienten in einem frühen Stadium behandeln, in dem sie noch wenige Infektionen haben. Und im Idealfall sind sie dann für immer geheilt.

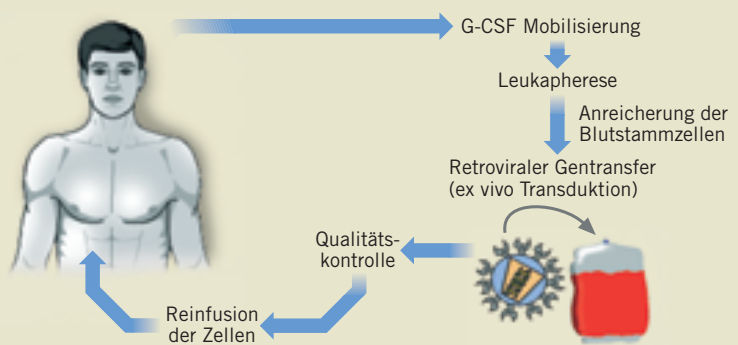
TreatID – neue Wege zur Behandlung schwerer Immundefekte

Im Rahmen des Verbundprojektes TreatID werden in klinischen Studien erste Wirksamkeits- und Toxizitätsdaten zur Stammzellgentherapie für drei schwere Immundefekte erhoben. Diese sind die angeborenen Immundefekte Chronische Granulomatose (CGD) und Wiskott-Aldrich-Syndrom (WAS) sowie das AIDS-assoziierte Lymphom. Parallel hierzu soll die Sicherheit der Genfähren soweit erhöht werden, dass eine Behandlung breiterer Patientengruppen in Zukunft möglich sein wird.

Das Verbundprojekt ist Teil des Förderschwerpunkts »Innovative Therapien« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und wird bis Ende 2008 mit insgesamt 2,6 Millionen Euro gefördert. Beteiligt sind die Universitätskliniken Frankfurt und Hamburg-Eppendorf, die Medizinische Hochschule Hannover, das Chemotherapeutische Forschungsinstitut Georg-Speyer-Haus in Frankfurt, das Deutsche Krebsforschungszentrum in Heidelberg und die Firma Eufets AG in Idar-Oberstein. Koordiniert wird das Projekt in Frankfurt von Prof. Dr. Dorothee von Laer am Chemotherapeutischen Forschungsinstitut Georg-Speyer-Haus.

Auf erste Erfolge kann TreatID insbesondere bei der Entwicklung der Genfähren und der Gentherapie der Chronischen Granulomatose aufbauen. Am Wiskott-Aldrich-Syndrom leiden statistisch bis zu vier von 1 000 000 Menschen. WAS-Patienten haben zu wenige und zu kleine Blutplättchen (Mikrothrombozytopenie). Sie neigen zu Blutungen, haben Hautausschläge, Ekzeme und immer wiederkehrende Infektionen. Eine Heilung ist – wie bei der CGD – derzeit nur durch die Transplantation von Knochenmark eines Fremdspenders möglich. Das WAS wird durch Fehler im WASP-Gen verursacht. Durch Transplantation von Maus-Stammzellen mit einem intakten WASP-Gen konnte Prof. Dr. Christopher Klein an der Medizinischen Hochschule Hannover WAS bei Mäusen bereits erfolgreich behandeln. Nun sollen in Hannover erstmals zehn Patienten mit der seltenen Immunschwäche gentherapeutisch behandelt werden.

Im Unterschied zu CGD und WASP ist die Immunschwäche AIDS erworben. Der AIDS-Erreger HIV greift das Immunsystem an und schwächt es, so dass Infektionen und andere Krankheiten sich im Körper



leicht ausbreiten können. Patienten, die eine antiretrovirale Therapie erhalten, erkranken zwar seltener an opportunistischen Infektionen wie Herpes oder Pilzkrankheiten. Die Häufigkeit von AIDS-assoziierten Neoplasien (Tumoren), insbesondere des AIDS-assoziierten Lymphoms, ist dagegen kaum zurückgegangen. AIDS-assoziierte Lymphome wachsen schneller und breiten sich im Vergleich zu Lymphomen, die nicht mit AIDS zusammenhängen, häufiger auf andere Körperteile außerhalb der Lymphknoten aus. Die Behandlung ist schwierig, da eine Strahlen- oder Chemotherapie ein schwaches Immunsystem zusätzlich belasten kann.

Bis zu 50 Prozent der Patienten können durch eine Standard-Therapie nicht erfolgreich behandelt werden. Diesen Patienten kann nur noch eine Hochdosis-Chemotherapie helfen, die auch das gesunde Knochenmark irreversibel schädigen kann. Den Patienten werden daher vor der Behandlung Blutstammzellen entnommen, die nach der Chemotherapie das blutbildende Knochenmark wieder aufbauen können.

In diese Stammzellen wollen Prof. Dr. Dorothee von Laer und Prof. Dr. Axel Zander vom Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf nun ein antivirales Gen einschleusen, das den Eintritt von HIV in die Zelle hemmt. Ein solches Gen wurde in der Gruppe von Prof. von Laer am Chemotherapeutischen Forschungsinstitut Georg-Speyer-Haus in Frankfurt entwickelt und wird im Rahmen von TreatID für den Einsatz in Blutstammzellen optimiert. Die Wissenschaftler hoffen, dass sich aus den gen-modifizierten Stammzellen genetisch gegen die HIV-Infektion geschützte Immunzellen entwickeln, die dann entscheidend auch zur Kontrolle des AIDS-assoziierten Lymphoms beitragen.

Gentherapie für die Septische Granulomatose

Die Autorin
Christine Kost,
Diplom-Biologin, ist als Direktionsassistentin am Georg-Speyer-Haus unter anderem für die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit verantwortlich.

? Es geht also darum, Patienten, die noch konservativ behandelt werden können, nicht unnötig durch eventuelle Risiken einer noch nicht ausgereiften Therapieform zu gefährden?

Ott: Ja, genauso macht man es auch bei Medikamentenstudien.

? Herr Grez, weshalb haben Sie CGD für Ihren gentherapeutischen Ansatz gewählt?

Grez: Zum einen deshalb, weil es für diese Erkrankung bisher keine Heilung gibt. Zweitens ist es eine



Krankheit, bei der man durch Gentransfer in Blutstammzellen etwas bewirken kann. Und drittens, weil es eine Erkrankung ist, die – zumindest in Europa – bisher niemand angegangen ist. Es bestand also die Möglichkeit, etwas zu machen, das sich deutlich von den Gentherapie-Studien unterscheidet, die bisher gelaufen sind. Wir hatten außerdem das Glück, mit Prof. Reinhard Seger in Zürich zusammenarbeiten zu können, der ein ausgewiesener Experte für CGD ist.

? Wie lange arbeiten Sie jetzt schon an der Gentherapie von CGD?

Grez: Insgesamt zehn Jahre, aber Sie müssen bedenken, dass wir bei Null angefangen haben. Während dieser Zeit haben wir eine ganze Menge gelernt, so dass wir etwa in drei bis vier Jahren soweit wären, wenn wir heute neu anfangen würden. Zwischenzeitlich wurde unsere Studie zweimal gestoppt, einmal, als die Leukämie-Fälle in Paris auftraten, und dann wieder, als wir bei unseren eigenen Arbeiten Leukämie im Tierversuch an Mäusen beobachteten. Man muss in der Gentherapie Ausdauer haben, Geld und vor allem die Möglichkeit, über län-

gere Zeit an einem Ort zu forschen. Diese Bedingungen sind hier am Georg Speyer-Haus gegeben. Auf befristeten Stellen, die alle drei Jahre einen Ortswechsel bedeuten, wäre diese Forschung nicht möglich gewesen. Dann muss ich auch sagen, dass wir in den vergangenen Jahren viel Unterstützung durch Förderprogramme des Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF, erfahren haben. Das ist eine sehr positive Entwicklung.

? Eines dieser Projekte, das jetzt angelaufen ist, ist das vom BMBF geförderte Verbundprojekt TreatID. Welche Erfahrungen aus Ihrer Arbeit mit CGD bringen Sie dort ein?

Grez: Zwei Protokolle lehnen sich an die CGD-Studie an. Beim Wiskott-Aldrich-Syndrom (WAS) gibt es noch keine Gentherapie-Studie, beim AIDS-assoziierten Lymphom gibt es zwei Vorläufer-Studien in den USA und Australien. Die Ergebnisse sind noch nicht publiziert,



aber dem Vernehmen nach sind die Erwartungen der Kollegen nicht erfüllt worden. Frau von Laer am Georg Speyer-Haus verfolgt nun bei TreatID einen anderen Ansatz, der uns viel versprechender erscheint. Wir werden im Rahmen der Studie insgesamt 30 Patienten behandeln.

? Was Sie in Ihrer Forscherkarriere bisher erlebt haben, hört sich an wie ein Wechselbad der Gefühle. Erleben Sie es so?

Grez: Ja, man fängt so eine Sache mit viel Enthusiasmus und Optimismus an. Als wir die ersten Patienten behandelt haben, waren wir wahn-sinnig aufgeregt. Wir hofften auf einen Durchbruch. Und dann macht man die Therapie und sieht tatsäch-

lich: Der Patient fühlt sich viel besser. Das Kind in Zürich konnte sich vor der Behandlung nicht mehr bewegen. Es war in eine Schale gebettet, die nach vorn gekippt werden musste, wenn es mal aus dem Fenster sehen wollte. Und jetzt, nach der Gentherapie, spielt das Kind Fußball. Das ist ein unglaublicher Erfolg!

Nur ist inzwischen einer unserer Patient gestorben. Das stimmt uns sehr traurig, zumal wir im Laufe der Zeit einen engen Kontakt zueinander aufgebaut hatten. Hinzu kommt, dass es geschah, kurz nachdem wir die viel versprechenden Ergebnisse der Studie publiziert hatten. So etwas ist absolut vernichtend! Zuerst geht man wie auf Wolken und dann fällt man unsanft auf den Boden zurück. Aber man lernt daraus und erkennt die Grenzen der Methode. Wir sind aber zuversichtlich, dass wir die Therapie verbessern können, und das gibt uns Kraft für die weitere Arbeit.

? Was sind die nächsten Schritte?

Grez: Jetzt kommt doppelte Arbeit auf uns zu. Bisher waren wir vor allem mit der Entwicklung der Therapie beschäftigt. Jetzt kommt die Behandlung einer größeren Patientengruppe hinzu; denn wir wissen, dass eine ganze Reihe von Patienten auf diese Therapie warten. Parallel dazu müssen wir die Therapie weiter verbessern.

Ott: Es gibt eine Warteliste. Einige Patienten, die auf dieser Liste standen, sind leider bereits verstorben.

? Was wünschen Sie sich für die Zukunft?

Ott: Dass es uns gelingt, die Therapie so zu gestalten, dass sie sicher ist und die Patienten langfristig heilt. Der nächste Schritt wäre zu erreichen, dass diese sehr teure Therapie auch von den Krankenkassen übernommen wird. Derzeit wird die Behandlung über Forschungsgelder finanziert.

Grez: Mein Traum wäre es, zurückzuschauen und sagen zu können: Von den 300 oder 500 Patienten, die wir mit unserer Gentherapie behandelt haben, sind viele geheilt worden. Die Therapie, an der wir jetzt arbeiten, wäre dann im Idealfall eine Routine-Behandlung. ♦

Vom »Little Book on Religion« zum Opus magnum der Religionsphilosophie

Privilegiert: Der Theologe Hermann Deuser und die geschenkte Zeit



Die Klammern des dicken Ordners wollen das Werk einfach nicht zusammenhalten: Nur ein Satzfragment, einen Quergedanken zu Luhmanns Religionssoziologie, wollte Hermann Deuser dazwischen heften, doch nun lässt sich das detaillierte Inhaltsverzeichnis »on top« kaum mehr bändigen, schiebt sich raus aus der Umklammerung. »Es ist an der Zeit, dass ich mein Werk zur Religionsphilosophie abschließe«, deutet Hermann Deuser die Zeichen der Zeit, er lächelt hintergründig und bugsiert die vorwitzigen Seiten zurück in ihre ursprüngliche Ordnung. Seit Anfang Oktober hat er endlich die Muße, sich voll einzulassen auf all die Themen, die er seit Jahren in seinem Kopf bewegt und die er, systematisch vorsortiert, aus seinen Vorlesungs- und Vortragspapieren in diesem weißen Ordner gebündelt hat. Der Frankfurter Theologe hat das bekommen, was Geisteswissenschaftler am dringendsten benötigen, um kreativ zu sein und komplexe Zusammenhänge zu Papier zu bringen: freie Zeit, damit das große Werk, sein Opus magnum, vollendet werden kann.

Als der Frankfurter Wissenschaftler im Juni 2005 einen Aushang am

Schwarzen Brett des Fachbereichs Evangelische Theologie auf dem Campus Westend entdeckte und kurz danach auch die Ausschreibung für das Programm »Pro Geisteswissenschaften« der Fritz Thyssen-Stiftung und VolkswagenStiftung bekam, sah er darin sofort eine enorme Chance, die es zu nutzen galt. Wusste er doch bereits, wie intellektuell beflügelnd ein Jahr ohne Vorlesungen, Seminare und Sprechstunden sowie ohne jegliche administrative Aufgaben werden könnte, um seine Beschäftigung mit der europäischen und nordamerikanischen Religionsphilosophie voranzubringen. »Der Verlag de Gruyter drängt mich seit Jahren, aber neben den alltäglichen Verpflichtungen als Professor bleibt nur wenig Freiraum, an einem in sich geschlossenen Werk zu schreiben. Mein Ziel ist es vor allem, neue Bezüge herzustellen, wie sie durch die analytische Religionsphilosophie, den amerikanischen Pragmatismus und die Neuaufnahme kosmologischer und metaphysischer Systembildungen möglich geworden sind.« Während es im englischsprachigen Bereich geradezu eine Serie von religionsphilosophischen Handbüchern, Lexika und Sammelwerken gibt, ist dieses Themenfeld in Deutschland immer noch sehr vernachlässigt.

»Sabbatical« in der Harvard Library

Deuser hatte bereits Anfang der 1990er Jahre erfahren, wie inspirierend »sabbatical time« ist: Damals studierte er ein halbes Jahr in der Houghton Library der Bostoner Harvard University die Originale von Charles Peirce; finanziert wurden seine Forschungsmonate von der German Marshall Fund of the U.S. Peirce, in den USA zunächst verschmäht, gilt in traditionsreichen Kreisen der amerikanischen Religionsphilosophen längst als einer der genialsten Denker, in Europa sickert das Wissen um Peirces

Theorien langsam, aber stetig ein, woran Deuser nicht ganz unschuldig ist. »Peirce kann man sich nur mit Zeit und Geduld nähern«, so der Frankfurter, der sich an seine intensive Studienzeit in Boston erinnert. Der Bibliotheksdiener kam, brachte ihm die locker gebundenen losen Blätter dieses Genies, und in der anregenden Atmosphäre der holzgetäfelten Library spürte Deuser förmlich, was Peirce mit Philosophieren gemeint hatte: die Arbeit des ermittelnden Detektivs, der die Vielfalt der Möglichkeiten entdeckt, dann wahrnimmt, wie sich aus all dem Möglichen blitzartig, fast instinktiv die Hypothese entwickelt und diese dann über viele Stufen des logischen Denkens ausarbeitet. Peirce, dieser kauzige Grenzgänger zwischen Naturwissenschaften und Religionsphilosophie, hinterließ seiner Nachwelt seine Gedanken auf unzähligen Blättern, die er nur teilweise systematisiert hatte. Seine Philosophie beruht darauf, dass er Aussagen als Zeichengefüge betrachtet, die aus Interpretationen

Manuskriptsammlung für das Opus magnum.



von Zeichen entstehen; danach ist alles Denken an Zeichen gebunden, die zwischen Objekt- und Subjektwelt vermitteln. [siehe auch Gesche Linde »Allem Wirklichen liegt das Mögliche voraus – Über Religion und Theologie nach der Aufklärung«, Seite 39].

Die Genialität seines Werks erschließt sich nur dem, der sich intensiv einlässt auf seine Gedankenwelt zwischen Metaphysik und Mathematik. Wenn man im wahrsten Sinne des Wortes befasst ist mit den Peirceschen Originalen, dann ist dies zusätzlicher Ansporn, tiefer einzudringen in die schwierige Materie. Welche Handschrift hat es dem Frankfurter denn damals besonders angetan? »Es war ›My little Book on Religion‹, ein unscheinba-



res Heft, ein handschriftlicher Entwurf mit einem fragmentarischen Inhaltsverzeichnis.« Dieses eindrucksvoll unvollendete Büchlein beflügelt Deuser auf seine Art zum »Opus magnum«, zu einem mächtigen Werk, das ein umspannendes Ganzes erwarten lässt – konzentriert und hochdosiert auf über 400 Seiten zwischen zwei leinenen Buchdeckeln. »Schon seit Jahren treibt mich die Idee um, die großen Traditionen der europäischen Religionsphilosophie mit ihren aktuellen Bezügen darzustellen«, so der 60-jährige Theologe, der seit 1997 an der Johann Wolfgang Goethe-Universität lehrt und der seit 1999 auch dem Direktorium des Instituts für religionsphilosophische Forschung (IRF) angehört, mit dem die Frankfurter Tradition von Paul Tillich und Martin Buber, über die Grenzen der einzelnen Theologien hinauszuschauen, wieder belebt

und in jüngster Zeit mit der Einbeziehung der Islamwissenschaften noch weiter geöffnet wurde.

Die Doppelchance: Fellow am Max-Weber-Kolleg und gefördert von »Pro Geisteswissenschaften«

Der Zeitpunkt für Deusers Vorhaben ist aus mehrerlei Hinsicht optimal gewählt: Zwei Jahre ist er von allen universitären Verpflichtungen freigestellt – im ersten Jahr als Fellow am Max-Weber-Kolleg, einem Institut for Advanced Studies der Universität Erfurt, und im zweiten durch das neue Förderprogramm »Pro Geisteswissenschaften – Opus magnum«, in das bundesweit nur neun Wissenschaftler aufgenommen wurden, finanziert von der Fritz Thyssen Stiftung und der VolkswagenStiftung. Zufall oder Fügung? »In der gleichen Woche, als ich die Zusage für das ›Opus magnum‹ bekam, rief mich auch Hans Joas aus Erfurt an und lud mich als Fellow des Max-Weber-Kollegs ein. Als Theologe, der sich intensiv mit Peirces Pragmatismus beschäftigt, könne ich die Diskussion der Fellows und Kollegiaten nachhaltig bereichern.« Als Fellow hat er keine Residenzpflicht in Erfurt, er darf seine Anwesenheit auf wenige Tage im Monat begrenzen und in qualifizierter Runde insbesondere Themen der Religionssoziologie vorbringen, mit denen er sich zurzeit in seinen Lektürestunden zu Hause intensiv beschäftigt. Warum gerade er in diese beiden handverlesenen Zirkel aufgenommen wurde, das interessiert den Theologen ehrlich gesagt weniger. »Bei ›Pro Geisteswissenschaften‹ kenne ich weder die Gutachter noch ihre Kriterien, ich habe es schlicht mit einem Antrag versucht, von dem zumindest ich überzeugt war.«

Deusers kreative und zudem finanziell abgefederte Schaffensphase bietet Nachwuchswissenschaftlern eine Chance: So vertritt nun die Privatdozentin Dr. Gesche Linde [siehe auch Gesche Linde, »Dem Wirklichen liegt das Mögliche voraus – Über Religion und Theologie nach der Aufklärung«, Seite 39] ihren Kollegen, ihre Stelle wird zunächst über die Universität Erfurt und im zweiten Jahr aus dem Fördertopf »Pro Geisteswissenschaften« finanziert. Die Wissenschaftler arbeiten seit Anfang der 1990er

Jahre eng zusammen, sind beide absolute Peirce-Experten. »Ihren ursprünglichen Plänen einer Dissertation ist die Entdeckung des amerikanischen Pragmatismus und vor allem der Texte von Peirce dazwischengekommen«, und daran war der Frankfurter Theologe nicht ganz unschuldig. Denn Gesche Linde arbeitete an seiner Edition der Peirce-Texte zur Religionsphilosophie mit. »Sie hatte ganz entscheidenden Anteil an der enormen wissenschaftlichen Kleinarbeit, sie ist sozusagen Expertin der ersten Stunde.« Auch sie studierte an der Quelle und arbeitete ein Jahr am »Peirce Edition Project« in Indianapolis mit.

»Opus magnum« ist das Werk eines Einzelnen, das bisher von bundesdeutschen Forschungsorganisationen kaum bedacht wurde, das Gegenkonzept zu »Forschungsclustern«, die für Naturwissenschaftler unabdingbare Voraussetzung für erfolgreiches Forschen sind. Auch wenn sein Werk letztlich im Alleingang entsteht, so verkörpert Deuser nicht den Typus des Einzelgängers, der einzig auf seine Gedankenwelt konzentriert ist. »Ohne ein gewachsenes Netzwerk und kritisch-inspirierende Diskussionen ist eine solche Phase des kreativen Denkens und Schreibens für mich völlig unvorstellbar.« Nicht zuletzt deshalb empfindet Deuser die Auswahl in den Kreis der Max-Weber-Fellows, die aus verschiedenen geistes- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen kommen, als so bereichernd. Zudem gehört Deuser seit über 20 Jahren einem »organisierten Debattenzirkel« von 15 etwa gleichaltrigen Theologen an, der sich einmal im Jahr – ursprünglich im schwäbischen Pfullingen – trifft, inzwischen unter der Marke »Theologischer Arbeitskreis Pfullingen« firmiert und seine Beiträge nach oft kontroverser Diskussion im Marburger Jahrbuch Theologie veröffentlicht. »Ohne einen solchen geschlossenen Kreis, in dem wir offene Sachdebatten führen, die gelegentlich hart, aber erhellend sind, kommt kein Geisteswissenschaftler aus.« Im Kreise der intellektuellen Sparringpartner eröffnet sich für Deuser »die Möglichkeit des kreativen Entdeckens, was wir theologisch als Offenbarung bezeichnen – kurz gesagt: Mir leuchtet definitiv etwas ein!«

Zur rechten Zeit:
Die Zeit der Reife

Der Ruf zur rechten Zeit – das bezieht Deuser auch auf sein Lebensalter: Während Naturwissenschaftler ihre kreativen Leistungen vornehmlich in jungen Jahren hervorbringen, benötigen Geisteswissenschaftler für ein großes Werk Überblick, Perspektiven und Erfahrungen. »Die Zeit war jetzt erst reif für mich.« Die Liste der Philosophen und Theologen aus dem 19. und 20. Jahrhundert, die Deuser in seiner wissenschaftlichen Sozialisation entscheidend geprägt haben, liest sich imposant: Ohne das intensive Studium Sören Kierkegaards, mit dem Deuser sich in seiner Promotion und Habilitation, aber auch als Herausgeber der deutschen Kierkegaard Edition permanent auseinander gesetzt hat, ohne die Vorlesungen Adornos und die vertiefte Lektüre seiner Schriften (»Ich saß Mitte der Sechziger in Adornos Vorlesungen in Frankfurt ganz hinten, war fasziniert von seinem freien Vortrag, habe auch gemeint, ich verstehe ihn ... – doch intensiver erschlossen habe ich mir Adornos Metaphysik erst während meiner Habilitation.«), ohne die eigenwilligen Ansätze von Ludwig Wittgenstein und Charles Peirce wäre sein großer Wurf zur Religionsphilosophie nicht umzusetzen. Prozesse des Verstehens, Erschließens und Erfahrens sind nur begrenzt zu beschleunigen – eben durch intensive Lektüre, Zeit des Nachdenkens und nicht zu unterschätzende Einflüsse der fortschreitenden Lebenserfahrung.

Hat ihn auch der »Zeitgeist« in seinem wissenschaftlichen Interesse gelenkt, das, was gesellschaftlich »en vogue« ist, sich gut vermarkten lässt? Dass Religionen eine solche Renaissance erleben würden und fundamentalistische Strömungen die Beschäftigung mit den Gemeinsamkeiten der Religionsphilosophien von Judentum, Christentum und Islam wichtiger denn je erscheinen lassen, hatte Deuser zu Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere nicht voraussehen können. Was er in den vergangenen Jahrzehnten allerdings immer stärker wahrnahm, waren eine Verunsicherung und der Abschied vom reinen Fortschrittsoptimismus. Über die Wissenschaftstheorie, zu der

eben auch die Religionsphilosophie zählt, sieht Deuser Chancen, um Brücken zwischen Religion und Naturwissenschaften zu schlagen. »Die Wissenschafts- und möglicherweise auch die Gesellschaftsentwicklung des 20. Jahrhunderts hätten anders verlaufen können, wären die Entscheidungen der technischen Vernunft nicht vom geisteswissenschaftlich repräsentierten Lebenszusammenhang derart selbstsicher abgetrennt worden.«

Seine Lehrer: Zwischen
Kurvendiskussion und
Gottesbeweis

Der intellektuelle Diskurs zwischen den Disziplinen reizte Deuser schon in jungen Jahren, als er den naturwissenschaftlichen Zweig des



Frankfurter Ziehen-Gymnasiums besuchte. »Es gibt nur eine ehrliche Diskussion, und das ist die Kurvendiskussion.« Dieser Satz seines geschätzten Mathelehrers aus der Kriegsgeneration, die sich nach den erschütternden Erfahrungen mit Holocaust und Zweitem Weltkrieg nur noch an rational Beweisbarem orientieren wollte, provozierte den Oberstufenschüler, spornte ihn an, sich mit Beweisen anderer Art – wie den Gottesbeweisen in der Philosophie und Theologie – auseinander zu setzen.

Zu den charismatischen Persönlichkeiten seiner frühen Studienjahre zählt Deuser den Marburger Professor Carl-Heinz Ratschow, der ihm die Weite der religionsphilosophischen Betrachtungsweisen eröffnete. »Das war zu jener Zeit in Europa eher die Ausnahme.« Diese Impulse haben Deusers wissenschaftliche Karriere bis heute ge-

prägt: »Es geht mir dabei im Wesentlichen um die Fragen, wie die europäische Aufklärung kritisch, destruktiv oder konstruktiv mit Religion umgegangen ist, wie wir heute daran produktiv anknüpfen können oder warum dieser aufklärerischen Tradition mit guten Gründen auf der Basis der philosophischen und theologischen Entwicklungen des 20. und 21. Jahrhunderts auch widersprochen werden muss.« In Charles Peirces »Scientific Metaphysic« – für europäische Gelehrte eher eine inakzeptable Wortschöpfung – stieß Deuser Mitte der 1970er Jahre auf neue Pfade: Peirce überwand die prinzipielle Opposition zwischen der Sphäre des Geistes und der Natur, »indem er den unabdingbaren Zusammenhang von Begriffs- und Überzeugungsbildungen mit Handlungen im Lebenshorizont nachgewiesen hat«, so Deuser. »Darin besteht die Grundeinheit des philosophischen Pragmatismus.«

Sich mit Religionsphilosophie zu beschäftigen, klappt nicht ohne Offenheit und Toleranz, reklamiert Deuser lebhaft – nur so öffneten sich Räume des Dialogs zwischen den Religionen, wie sie schon die Vorsokratiker sahen. »Religionsphilosophie beginnt dann, wenn es in einer Kultur erlaubt ist, die eigene Religion mit Distanz und Kritikvermögen zu betrachten.« Auch abseits der ausgetretenen Pfade zu denken – das ist für den Wissen-

Die Autorin
Ulrike Jaspers, 50, ist seit 1988 als Referentin für Wissenschaftskommunikation der Universität Frankfurt unter anderem verantwortlich für das Wissenschaftsmagazin »Forschung Frankfurt«. Die Diplom-Journalistin, die sich während eines von der Robert-Bosch-Stiftung finanzierten Stipendiums bei der Max-Planck-Gesellschaft für den Wissenschaftsjournalismus qualifizierte, war in den vergangenen Monaten kommissarische Leiterin der Abteilung Marketing und Kommunikation der Johann Wolfgang Goethe-Universität.

Textarbeit am
häuslichen
Schreibtisch
in Treis.





Mit Charles Peirces »Scientific Metaphysic« entdeckte der Frankfurter Theologe Prof. Dr. Hermann Deuser den amerikanischen Pragmatismus.

schaftler Deuser unumgängliche Voraussetzung. Schöpfung, Erlösung, Leid, Liebe, Vergebung – diese »großen Symbole« finden sich in allen Religionen, aber jeder erfährt die »göttliche Offenbarung« dieser Symbole auf seine individuelle Weise. »Doch wer sich dem Prozess des intersubjektiven Erklärens seiner

»Beliefs«, seiner Grundüberzeugungen, nicht aussetzen will, der neigt zum Fundamentalismus.«

Als Deuser und seine Familie vor 12 Jahren nach Treis, einem zwischen Gießen und Marburg gelegenen Ortsteil von Staufenberg zogen, hätten sie nicht gedacht, dass sie im Oberhessischen solche Wurzeln schlagen würden. Den Impuls, sich stärker in das Gemeindeleben zu integrieren, brachten die positiven Erfahrungen aus dem halben Jahr in Boston: »Diese gelebte Gemeindefrömmigkeit mit ihrem lebendigen Gottesdienst und der Offenheit für religiöse Erfahrungen haben mich verändert und den Wunsch nach einem stärkeren Engagement in der Gemeinschaft geweckt«, berichtet Deuser begeistert, wie er sich aus der »akademischen Reserve« locken ließ. »Als »ordinierter Pfarrer im Ehrenamt« predige ich inzwischen auch regelmäßig hier in Treis, nehme die Herausforderung an, mich den konkreten Lebensfragen im Gottesdienst zu stellen.«

Fühlt sich der Wissenschaftler an seinem Schreibtisch nicht unmerklich bedrängt von den Hunderten Büchern von Sokrates (»Die Auseinandersetzung mit Texten der Klassiker spielen bei meinem Opus magnum wieder eine besondere Rolle«) bis Habermas (»einer der

ersten, der Peirce in Deutschland einbrachte«), die dicht gereiht rechts und links in den Regalen seines schmalen Arbeitszimmers stehen? Mehr als Stimulation denn als Last empfindet er die Nähe zu den Geistesgrößen und genießt gleichzeitig den Fernblick über das Dörfchen Treis auf die Wiesen und Felder der Rabenau. Die Landschaft übte auf den Großstädter eine ähnliche Faszination aus, wie sie offensichtlich einst Rilke verspürt hatte, der häufig bei der befreundeten Familie der Gräfin Luise Schwerin in der Rabenau verweilte.

Zeit zur Muße und zum Weitblick über den Kirchturm hinaus: Wenn sich Deuser morgens gleich nach dem Frühstück in sein Arbeitszimmer zurückzieht, dann vergisst er die Zeit, studiert, macht sich Notizen, schreibt Textpassagen in seinen Laptop. Drei bis vier Stunden können solche intensiven Schaffensphasen andauern, und nicht selten gönnt sich der Autor nach kurzen Unterbrechungen im Garten zwei oder drei dieser Perioden konzentrierter Arbeit am Tag. Die geschenkte Chance, ein in sich geschlossenes Werk, eben eine Monografie, schreiben zu können, hilft ihm, dieses Rad, das ihn in Schwung hält, jeden Tag aufs Neue anzuwerfen. ◆

Heute Uni, morgen Biotech-Branche

»humatrix AG« – erfolgreich mit Vaterschaftstests und prädiktiver Gendiagnostik

Wer das futuristische, mit dem Architekturpreis der Stadt Frankfurt im Jahr 2004 ausgezeichnete Gebäude betritt, findet sich in einer hypermodernen Designerwelt wieder. Abgerundete Betonmauern, abgedunkelter Fahrstuhl mit Endlos-Video, abgesicherte Eingänge zu diversen Kommunikations- und Hightech-Firmen. Hier hat auch die Firma »humatrix« seit knapp drei Jahren ihren Sitz. Die Geschichte dieser Unternehmensgründung aus der Universität Frankfurt heraus begann jedoch schon Ende 1999, als fünf begabte junge Leute beschlossen, ihr erworbenes Wissen möglichst bald in Geld umzusetzen. Alle wollten sich schnell selbstständig machen, der Akademie den Rücken kehren, anders sein als die

Masse. Eine von ihnen war die Biochemikerin Anna Eichhorn – mit ihren damals 27 Jahren die Älteste im Team und die einzige Frau. 2000 war der erste Businessplan fertig, und im Februar 2001 folgte der Eintrag ins Handelsregister. Gleichberechtigte Inhaber des Unternehmens waren Eichhorn und zwei ihrer Kommilitonen, ein Informatiker und ein Jurist. »Als wir uns gründeten, war die Hochzeit der Biotech-Branche gerade vorbei. Dennoch sahen wir alle schon vor unserem inneren Auge den Porsche in der Garage und das dicke Bankkonto.«

Übrig geblieben vom Gründerteam sind neben Anna Eichhorn, die immer noch gerne ihren Polo fährt, der Biochemiker Matthias Schneider und der Informatiker

Martin Thoma. »Einer der Gründer ist bereits nach einem Jahr ausgestiegen – ihm war wohl das Risiko zu hoch. Ein anderer vor kurzem. Dafür kam der Wirtschaftsingenieur Tobias Gerlinger neu ins Team, der auch den Posten des Vorstandsvorsitzenden innehat,« berichtet sie und betont: »Wir sind ein eingeschworenes Team.« Kein Wunder, haben sie doch neben Studium beziehungsweise Doktorarbeit die Firma gegründet, entwickelt und geführt. »Am Anfang gab es keine Gehälter – dafür aber reichlich Arbeit. Mein Doktorvater hat mir zum Glück unkonventionelle Arbeitszeiten zugestanden – promoviert habe ich von 18 Uhr bis 4 Uhr morgens. Leider hat uns die Universität am Anfang keine Räumlichkeiten zur

Verfügung gestellt«, bedauert Eichhorn. So waren denn die ersten drei Jahre 100 Quadratmeter – davon 60 Quadratmeter Labor – in der Nordweststadt Firmensitz. 2004 sind sie in ihr jetziges knapp 600 Quadratmeter großes Domizil umgezogen – mit mehr Räumen, mehr Platz fürs Labor und optimalen Gestaltungsmöglichkeiten für Büros und Besprechungsräume.

Die zündende Idee

Am Anfang stand der Wille zur Selbstständigkeit, was fehlte, war die zündende Geschäftsidee. Um dem abzuhelpfen, trafen sich die zukünftigen Jungunternehmer jeden Samstag, um verschiedene Geschäftsideen zu diskutieren, zu verwerfen oder gegebenenfalls weiterzuverfolgen. Eines war ihnen von Anfang an wichtig: Sie wollten möglichst nah am Markt agieren – im diagnostischen Bereich an der Schnittstelle zwischen Medizin und Genetik. Kreative Ideen gab es genug. Aber der »Schnitzel-Check für zu Hause« in Zeiten von BSE oder die transgenen Kakteen, die, anstatt mit einem speziellen Gen, selbstständig leuchten und so Diskotheken erhellen könnten, wurden dann doch nicht bis zur Marktreife entwickelt. Was alle internen Diskussionen überlebte und schließlich auf den Markt gebracht wurde, waren Vaterschaftstests sowie diagnostische Tests zur Früherkennung genetisch bedingter Erkrankungen.

»Die Vaterschaftstests waren von Anfang an als ›Cash Cow‹ gedacht – vor allem, um andere Ideen aus der

Präventionsdiagnostik entwickeln und auf den Markt bringen zu können«, erklärt die promovierte Biochemikerin. »Damit machen wir zurzeit 95 Prozent unseres Umsatzes. Der Rest sind groß angelegte Reihenuntersuchungen – beispielsweise, wenn wir im Zusammenhang mit der Tätersuche bei Kriminalfällen 3000 Mundschleimhautproben testen. Aber das ist ziemlich aufwändig und rechnet sich immer weniger für uns.« Um die Cash Cow »Vaterschaftstest« so erfolgreich melken zu können, ging das junge Unternehmerteam unkonventionelle Wege und überzeugte damit auch Privatinvestoren. 600 000 Euro wurden ins Labor gesteckt, und ab dem Tag X warteten sie auf den ersten Anruf. Lange warten mussten sie nicht.

Die kreative Marketingstrategie

Der Erfolg ihrer Marketingstrategie ruht im Wesentlichen auf zwei Säulen. »Es ist uns als Ersten gelungen, einen qualitativ hochwertigen Vaterschaftstest über Apotheken zu verkaufen. Damit hatte unser Produkt von Anfang an ein viel seriöseres Image als manches Angebot aus dem Internet«, betont Eichhorn und erzählt weiter, dass Vaterschaftstests vor allem in Bahnhofsapotheken gekauft werden. Zwar ist der Test mit 740 Euro teurer als manch anderer. Er bietet aber größtmögliche Sicherheit auch dann, wenn beispielsweise nur Material von einem Elternteil und dem Kind vorliegt.

»Schließlich testen wir insgesamt bis zu 36 verschiedene Gen-Orte und können so eine Vaterschaft in jedem Fall zweifelsfrei nachweisen.« Dass das Labor zertifiziert ist und einer unabhängigen Qualitätskontrolle unterliegt, versteht sich eigentlich von selbst. »Zudem bieten wir unseren Kunden eine Geldzurück-Garantie, wenn sie nicht 72 Stunden nach Eingang der Proben in unserem Labor das Ergebnis haben. Das wird manchmal ganz schön knapp, aber bisher mussten wir noch kein Geld zurückzahlen.« Da kommt es eher vor, dass Kunden nach Erhalt des Ergebnisses »vergessen« zu bezahlen. »Neben dem Verkauf in Apotheken bestand die zweite Säule unserer Marktstrategie darin, dass wir das Thema den Nachmittags-Talkshows der privaten Fernsehsender angeboten haben.« Mit Erfolg, wie man weiß, denn seit geraumer Zeit sind Vaterschaftstests das beherrschende Thema dieser nachmittäglichen Unter-



Die Biochemikerin Anna Eichhorn gründete – zusammen mit vier Partnern – schon während ihrer Dissertation die Biotech-Firma »humatrix«. Mit 27 Jahren war sie die älteste im Gründungsteam.

Vaterschaftstests

Beim Vaterschaftstest erstellen Wissenschaftler einen genetischen Fingerabdruck. Das sind bestimmte Muster im genetischen Code eines jeden Individuums, die sich mit der STR-PCR-Methode sichtbar machen lassen. Zunächst wird die vom Kind sowie von Mutter und »Vater« gewonnene Erbsubstanz (DNA) mit Hilfe der Polymerasekettenreaktion (polymerase chain reaction, PCR) so vermehrt, dass man sie anschließend miteinander vergleichen kann. Dazu sucht man an verschiedenen Stellen der DNA nach »short tandem repeats« (STR) – das sind DNA-Muster mit einer bestimmten Sequenz der vier Basen Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C), die sich je nach Individuum unterschiedlich häufig wiederholen. Damit variieren diese STR in Länge und Anzahl. Da die Anzahl der Wiederholungen vererbt wird, sind damit Aussagen über Verwandtschaftsverhältnisse möglich. Sind bei allen untersuchten Abschnitten der DNA (Gen-Orten) Übereinstimmungen in Länge und Wiederholungen vorhanden, gilt die getestete Person als Vater, und zwar mit einer überzeugenden Ergebnis-sicherheit von mindestens 99,99999 Prozent.

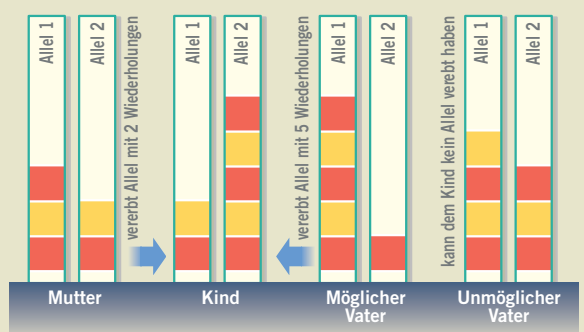


Schaubild eines Gen-Ortes im Vergleich von Mutter, Kind, möglichem und unmöglichem Vater. (Allel = alternative Gensequenz auf dem zugehörigen Nachbar-Chromosom eines Chromosomenpaars. Jeder Mensch erbt jeweils ein Allel von Vater und Mutter).

»humatrix« unterhält eine eigene Hotline für Vaterschaftstests, an der jeder einige Stunden pro Woche Dienst tut. »So behalten wir ein Gefühl für unsere Klientel!«, sagt Eichhorn, hier im Gespräch mit Matthias Schneider, der für Produktentwicklung und Marketing zuständig ist.



Gründungsfoto (von links): Jan Wolff, Martin T. Thoma, Anna C. Eichhorn, Michael Ruiss, Matthias Schneider. Es war der 21. Februar 2001.

haltungsart. Und damit kam auch der Erfolg von »humatrix«. Bereits 15 Monate nach Gründung hatte das Unternehmen seinen Break-Even erreicht.

Frau mit Männerthema

Längst ist die Firma Marktführer in Deutschland und Eichhorn eine streitbare Stimme, die auch im politischen Konzert gehört wird, wenn es um die Frage gesetzlicher Regelungen für Vaterschaftstests geht. Hier wird diskutiert, Vaterschaftstests nur noch dann zuzulassen, wenn beide gesetzlichen Eltern zustimmen. »Es kann doch nicht angehen, dass man das Informationsrecht des Kindes über das Informationsrecht des Vaters oder der Mutter stellt,« meint Eichhorn. »Im Übrigen haben gar nicht so viele Recht mit ihren Zweifeln an der Vaterschaft, wie manch einer vielleicht vermutet. Immerhin 80 Prozent der Zweifel sind vollkommen unbegründet. Und die restlichen 20 Prozent erhalten doch auf diese Weise eine gute Möglichkeit, sich außergerichtlich zu einigen. Wenn

beide Elternteile einem Test zwingend zustimmen müssten, würden viele dieser Fälle erst recht vor Gericht landen.«

Der typische Absender von Vaterschaftstests, weiß sie zu berichten, sei männlich, zwischen 18 und 23 Jahre alt, habe Hauptschulabschluss und sei arbeitslos. Aber es gibt auch andere Fälle, wie den einer guten Katholikin, die nach einem Seitensprung verzweifelt wissen möchte, ob der gesetzliche Vater auch der biologische ist. Woher hat Eichhorn dieses intime Wissen? Schließlich werden alle eintreffenden Daten höchst vertraulich behandelt und firmenintern über ein extrem abgesichertes eigenes Netz verwaltet. Aber die Mitarbeiter der Firma haben immer ihr Ohr direkt am Markt – und das gilt für Eichhorn, die seit Firmengründung wissenschaftlicher Vorstand des Unternehmens ist, ebenso wie für ihre vier Management-Kollegen. Denn »humatrix« unterhält eine eigene Hotline, an der jeder einige Stunden pro Woche Dienst tut. »Da erfährt man schon so manches Persönliche. Wir sind oft Kummerkasten oder anonymer Ratgeber – und wir behalten ein Gefühl für unsere Klientel.« Die Hotline ist aber nicht das Einzige, an dem sich alle – egal ob Vorstand oder nicht – beteiligen. Auch die Konfektionierung der Vaterschaftstests läuft beispielsweise in Eigenarbeit. »Bei uns ist sich keiner für irgendeine Arbeit zu schade«, so Eichhorn.

Diagnostik bei Neugeborenen

Derzeit ist das Unternehmen in einer nicht ganz einfachen Phase. Denn mittlerweile ist der Nachhol-

bedarf an Vaterschaftstests abgearbeitet – schließlich gibt es diese Möglichkeit erst seit 1999. Und bei einer Geburtenrate von etwa 700 000 Geburten pro Jahr ist kein weiteres Wachstum in Sicht. »Zurzeit testen wir vor allem 2005 und 2006 geborene Kinder. Zudem versuchen wir eine Marktkonsolidierung.« Vor allem aber hat das Unternehmen in jüngster Zeit viel Geld in die Entwicklung und Markteinführung eines neuen Produkts gesteckt. So viel Geld, dass sie drei Stellen abbauen mussten. Neben den vier Personen vom Management arbeiten derzeit im Labor noch eine Biotechnologin sowie regelmäßig eine Praktikantin, die entweder von der Fachhochschule Friedberg oder der Fachhochschule Darmstadt kommt. Bei Bedarf werden Aushilfskräfte angestellt.

Das neue Produkt von »humatrix« – seit 2004 im Labor fertig – ist etwas gänzlich Neues im deutschen Gesundheitswesen. Es ist ein Test zur Früherkennung genetisch bedingter Erkrankungen bei Neugeborenen. »Was wir machen, ist Präventionsdiagnostik, nicht etwa Pränatal- oder Präimplantations-Diagnostik«, betont Eichhorn. »Und wir testen nur auf Erkrankungen und Gesundheitsrisiken, bei denen eine wirkliche Vorsorge- oder Therapiemöglichkeit bekannt und verfügbar ist. Wir wollen lebensverbessernd tätig sein.« Dies ist beispielsweise auch in den ethischen Grundsätzen des Unternehmens festgeschrieben. Und Eichhorn weiß, wovon sie spricht. Schließlich ist sie selbst Mutter einer dreijährigen Tochter. »Es ist für Eltern schon eine große Hilfe, frühzeitig zu wissen, ob ihr Kind beispielsweise an Laktose- oder Gluten-Intoleranz leidet oder an einer allgemeinen Medikamenten-Unverträglichkeit, oder ob bei ihm gar die Gefahr einer medikamenteninduzierten Taubheit besteht.«

Natürlich kann man auch später die Unverträglichkeiten auf andere Art und Weise als mit Hilfe eines Gentests feststellen. Aber bis dahin haben Eltern und Kinder meist schon einiges hinter sich – und immerhin 25 Prozent aller Neugeborenen in Nordeuropa leiden an Laktose-Intoleranz und eines von 6000 Kindern an der leichten Form von Gluten-Intoleranz. Auch AAT-Mangel – der Mangel an Alpha-1-Anti-

Die Autorin

Dr. Beate Meichsner, 51, arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin seit einigen Jahren auch für das Wissenschaftsmagazin »Forschung Frankfurt«.

trypsin – führt bei einem von 3500 Kindern zu einer Überreaktion des Immunsystems und schädigt Leber und Lunge. Und die Unverträglichkeit des Antibiotikums Aminoglykosid, das bei neugeborenen »Frühchen« automatisch bei einer Sepsis gegeben wird, führt irreversibel zur Taubheit. »Frühchen-Taubheit« nennen das die Ärzte, die bei einer von 9000 Frühgeborenen medikamenteninduziert vorkommt.

Seit Mai 2006 ist das postnatale Diagnostikpaket jetzt auf dem Markt. »Es läuft gut«, weiß Eichhorn zu berichten, »die Akzeptanz bei Ärzten und Eltern ist außerordentlich hoch. Auch wenn die Kosten für einen solchen Vorsorgetest nicht von den Kassen übernommen werden.« Mit 450 Euro an Labor- und Arztkosten muss schon rechnen, wer sein Kind von seiner Gynäkologin testen lassen will. »Wir wollten diesen Test keinesfalls nur über die Apotheken vermarkten, sondern in eine fundierte Beratung der »neuen« Eltern durch einen Arzt

Firmensitz der »humatrix AG«. Das futuristisch gestaltete Gebäude wurde 2004 mit dem Architekturpreis der Stadt Frankfurt ausgezeichnet.

einbetten«, betont Eichhorn. Derzeit ist sie neben all ihren anderen Aufgaben auch damit beschäftigt, ein Vertriebssystem für den neuen Test aufzubauen und 44 Außendienstler zu betreuen, die unter anderem auch das neue Produkt von »humatrix« bei Gynäkologen vorstellen. Eigentlich würde sie viel lieber mehr im Labor arbeiten, denn das kommt bei ihrem Zwölf-Stunden-Tag derzeit zu kurz. So wird es denn wohl noch einige Zeit dauern, bis sie ihr Ziel, insgesamt etwas weniger zu arbeiten und damit mehr Zeit für Familie und Sport zu haben, realisieren wird. Wenn überhaupt! Denn im Kopf hat sie noch viele neue Produktideen. »Aber eines ist sicher«, so ihr Fazit, »egal, wie das hier ausgeht, ich habe so viel gelernt, das kann mir keiner nehmen.«

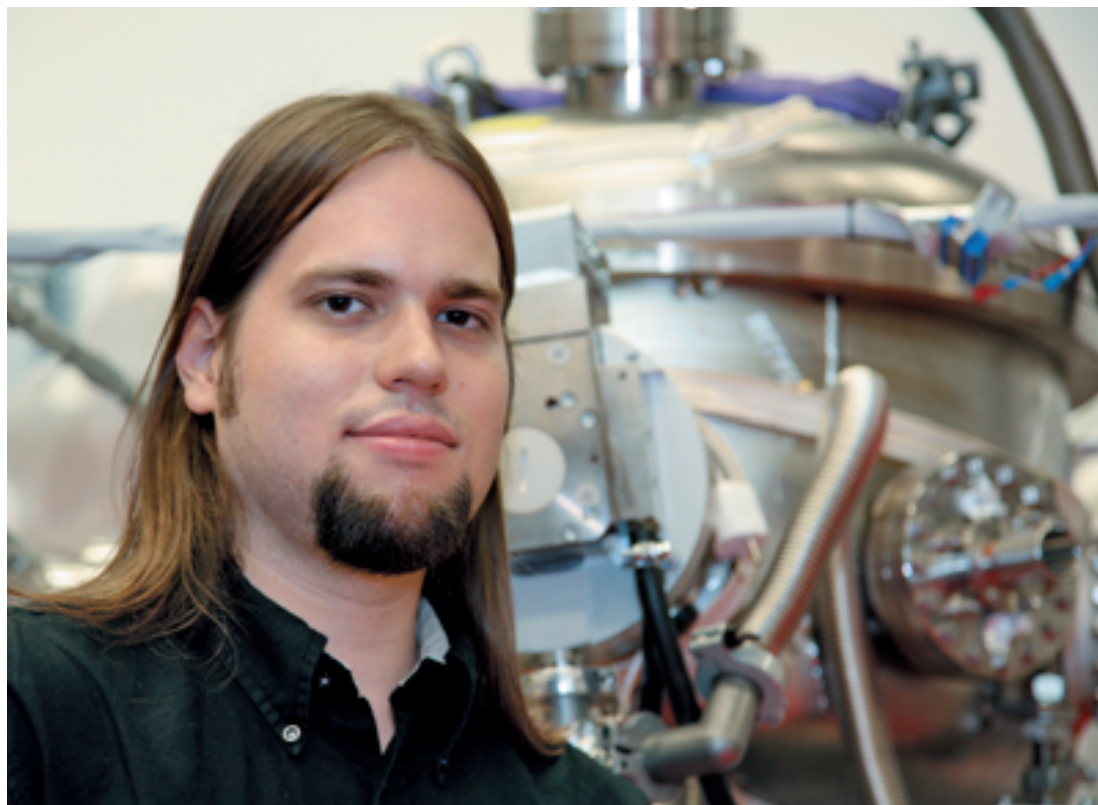


»Ich mache sehr gern Dinge mit meinen Händen«

Till Jahnke erhielt den Preis der Freunde und Förderer der Universität

Zugegeben: die Apparatur ist nicht besonders elegant. Dr. Till Jahnke beschreibt sie als »eine Mischung zwischen Mülltonne und Zeitmaschine«. Und das ist noch charmant im Vergleich zu der Bemerkung eines Kollegen am Berliner Elektronensynchrotron BESSY. »Als wir die Apparatur zum ersten Mal an den Synchrotron-Ring schoben«, erinnert sich Prof. Dr. Reinhard Dörner vom Frankfurter Institut für Kernphysik, »fragte uns jemand, was wir denn mit diesem »Elefanten-Klo« wollten«. Gemeint waren die beiden metallischen Halbkugeln der Vakuumkammer, die im aufgeklappten Zustand tatsächlich Platz genug für das Hinterteil eines Dickhäuters hätten. Die

Postdoc Dr. Till Jahnke verwarf Stellenangebote angesehener Forschungsinstitute in Japan und den Vereinigten Staaten, weil das Frankfurter Institut für Kernphysik ihm optimale Arbeitsbedingungen bietet.



Ähnlichkeit mit der Zeitmaschine verdankt die Apparatur hingegen der aufwändigen Verkabelung und ihrer Verpackung in Silberfolie.

Im Gegensatz zu dem klobigen Erscheinungsbild steht das äußerst elegante Experiment, das in seinem Inneren stattfindet. Till Jahnke hat damit einen Effekt nachgewiesen, der vor nunmehr fast zehn Jahren von dem Heidelberger Theoretiker Prof. Dr. Lorenz Cederbaum vorhergesagt wurde. Er konnte zeigen, dass eng benachbarte Neon-Atome, so genannte Dimere, untereinander Energie austauschen: In einer Art interatomarem Stress-Abbau kann ein mit hochenergetischen Synchrotronstrahlen angeregtes Neon-Atom überschüssige Energie an seinen Nachbarn durch einen extrem schnellen Zerfallsprozess, den »Interatomic Coulombic Decay« abgeben. Die Vereinigung der Freunde und Förderer der Universität Frankfurt, die jährlich die besten Dissertationen im naturwissenschaftlichen Bereich auszeichnet, verlieh Jahnke für diese Arbeit den zweiten Preis.

Frühe internationale Anerkennung

Für Jahnke ist dies nicht die erste Anerkennung seiner Arbeit. Bereits im Oktober 2004 erregte die Publikation seiner Ergebnisse in den »Physical Review Letters«, der weltweit angesehensten physikalischen Fachzeitschrift, unter Atom- und Kernphysikern Aufsehen: Es folgten Einladungen zu drei internationalen Konferenzen. Höhepunkt war ein Vortrag auf der ICPEAC, der größten Tagung der Atomphysik: »Für einen Doktoranden ist das sehr ungewöhnlich«, sagt Jahnkes Doktorvater Reinhard Dörner.

Zur Physik kam der vielseitig interessierte Till Jahnke eher zufällig: »Der recht naive Plan damals war, »zu verstehen, was dahinter steckt«. Da ich aber auch einen realen Bezug haben wollte, studierte ich zusätzlich Informatik.« Den Wunsch, durch ein Philosophiestudium außerdem ein möglichst weites Blickfeld zu behalten, konnte er nicht verwirklichen, weil das in seinen Stundenplan nicht mehr hinein passte. Der gebürtige Frankfurter wählte die Universität Frankfurt als Studienort zuerst ohne zu wissen, dass es dort in der Physik »einige großartige Professoren-Helden

gibt«. Diese Erkenntnis kam erst während seiner Diplomarbeit.

Die Arbeitsgruppe am Frankfurter Institut für Kernphysik ist für Jahnke bis heute wie eine große Familie. Alle Angebote international angesehener Arbeitsgruppen aus Japan und den Vereinigten Staaten hat er bisher abgelehnt. »Dass ich so gern in Frankfurt bleibe, liegt definitiv an der Arbeitsgruppe und meinen beiden Mentoren Reinhard Dörner und Horst Schmidt-Böcking,« erklärt Jahnke, »ich habe ein solches Arbeitsklima nirgendwo auf der Welt sonst erlebt. Beide sind international hoch angesehen und spielen an der vordersten Front der Forschung mit. Trotzdem schaffen sie dies ohne Zwang, Druck und Verkrampftheit.«

Dörner fiel schon früh das außergewöhnliche technische Geschick seines Diplomanden auf. Jahnke zeigte von vornherein ein breit gestreutes Interesse an allen Experimenten der Gruppe und half auch anderen bei der Lösung technischer Probleme. Bereits als junger Nachwuchswissenschaftler begleitete er Doktoranden und Postdocs während ihrer Reisen zu den großen Synchrotronquellen in Berlin, Hamburg, Berkeley und Spring-8 in Japan. Forschungsaufenthalte führten ihn außerdem nach Belgien und Australien. Bei der Auswertung der Daten anderer Experimente sammelte Jahnke viel Erfahrung und erwarb internationales Renommee. Er ist inzwischen Ko-Autor von 16 Artikeln in angesehenen Fachzeitschriften; vier Artikel verfasste er als Erstautor.

Geschenkte Messzeit

Die für seine Doktorarbeit entscheidenden Messungen verdankt Jahnke einer geschenkten Strahlzeit am Berliner Elektronensynchrotron BESSY. »Gewöhnlich hat eine Arbeitsgruppe nur ein bis zwei Mal im Jahr die Gelegenheit, für zehn Tage an dem Speicherring zu arbeiten«, erklärt er. Dass die frei gewordene Messzeit an die Frankfurter Kernphysiker vergeben wurde, war jedoch kein Zufall: Kurz zuvor hatte Jahnke an einer sehr erfolgreichen Messung seines Institutskollegen Achim Czasch mitgewirkt. Auf der Suche nach einer geeigneten Fragestellung für die Extra-Messzeit fuhr Dörner im Juli 2003 zu einer Kon-

ferenz über Synchrotron-Strahlung nach Uppsala und hörte dort zum zweiten Mal den Vortrag seines Heidelberger Kollegen Cederbaum: »Da wurde mir klar, dass unsere experimentelle Methode sich dazu eignete, den vorhergesagten Effekt zu messen,« erinnert sich Dörner.

Gemeint ist die COLTRIMS-Methode (Cold Target Recoil Ion Momentum Spectroscopy). Erdacht unter der federführenden Beteiligung Frankfurter Physiker, wird diese spektroskopische Methode inzwischen international für unterschiedlichste Fragestellungen verwendet und ist schon mehrfach mit Preisen ausgezeichnet worden. Ausgangspunkt jeder Untersuchung ist die Anregung von Atomen, Ionen oder Molekülen mit hochenergetischen Elektronen, Ionen oder Photonen (Lichtteilchen). Damit setzen Atomphysiker inner-atomare Prozesse in Gang, die durch charakteristische Reaktionen über die elektronische Struktur und Dynamik ihrer Studienobjekte Auskunft geben. Für eine möglichst umfassende Rekonstruktion der Ereignisse ist es wichtig, die bei einer solchen Reaktion entstehenden Bruchstücke (Photonen, Elektronen und Ionen) nachzuweisen.

COLTRIMS – Genauigkeit made in Frankfurt

»Die meisten Experimente beobachten die Ereignisse wie durch ein Schlüsselloch«, erklärt Jahnke, »beispielsweise, weil ein Detektor nur die Energie eines von vielen an der Reaktion beteiligten Teilchens registriert«. Bei COLTRIMS ist das anders: Durch eine Kombination elektrischer und magnetischer Felder werden alle bei einem Zerfall entstehenden geladenen Teilchen auf eine der beiden großflächigen Detektorplatten gelenkt. Aus der Messung der Flugzeit und des Auftrefforts lassen sich im Computer einzelne Ereignisse rekonstruieren. »Man erhält dadurch so etwas wie ein Bild der gesamten Reaktion in voll-3D.«

Beeindruckend ist dabei die erreichte Genauigkeit, mit der sich die Impulse der beteiligten Teilchen ermitteln lassen: »Stellen Sie sich vor, ein Vogel stößt sich von der Bordwand eines Schiffs ab, das 20- bis 100-tausendmal schwerer ist als er selbst. Mit COLTRIMS können wir Rückstöße messen, die ver-

gleichbar klein sind wie der Impuls, den der Vogel auf das Schiff überträgt«, erklärt Schmidt-Böcking, einer der »Väter« von COLTRIMS. Einer seiner ehemaligen Doktoranden, Prof. Dr. Joachim Ullrich, heute Direktor des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg, erhielt für seine Beiträge zur Entwicklung der COLTRIMS-Methode unter anderem den Leibniz-Preis (1997) und den Philip Morris Forschungspreis 2006 (gemeinsam mit Dr. Robert Moshhammer). Auch für Ullrich gehörte der Preis der Vereinigung der Freunde und Förderer zur ersten Auszeichnung für diese Arbeiten.

Die Eleganz der Messmethode fasziniert auch Jahnke immer wieder aufs Neue und hilft ihm über die Mühe der langwierigen Vorarbeiten hinweg: »Dem Wunsch, ein Teil des großen Puzzlespiels zu finden, steht ein relativ großer Arbeitsaufwand gegenüber. Man braucht ein Jahr für den Aufbau und die Analyse eines Experiments und findet am Ende oft nur ein sehr kleines Puzzlestück.« Mit COLTRIMS ist das Puzzlestück zumin-

dest im Regelfall größer als bei anderen Messmethoden. So erhielt Jahnke während einer nur zehntägigen Strahlzeit eine eindeutige Signatur des Zerfallsprozesses, den Cederbaum vorhergesagt hatte.

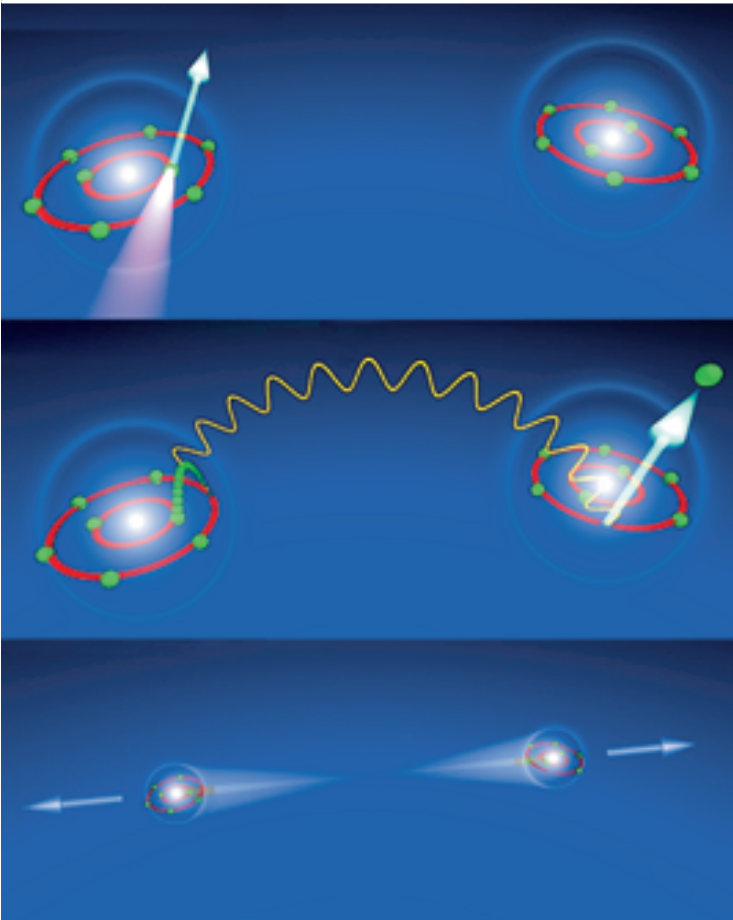
Keine Sorge um die Zukunft

Inzwischen haben auch japanische und schwedische Arbeitsgruppen den Effekt an den Clustern anderer Elemente nachgewiesen. Und – was Jahnke bei aller Bescheidenheit freut – man sucht inzwischen auch in anderen, mit der van der Waals Kraft schwach gebundenen Systemen nach diesem Effekt. Er selbst möchte die Idee im Rahmen eines kürzlich beantragten DFG-Projekts, an Wassermolekülen noch weiter verfolgen. Denn möglicherweise ist der von ihm nachgewiesene Energieübertragungsprozess zwischen schwach wechselwirkenden Atomen und Molekülen indirekt auch für Strahlenschäden in der DNA verantwortlich. Beim »Interatomic Coulombic Decay« wird nämlich die Anregungsenergie in Form von niederenergetischen Elektronen ab-

gegeben. Inzwischen weiß man, dass diese in der Lage sind, DNA-Stränge sehr effektiv aufzubrechen.

Um seine akademische Zukunft müsste Jahnke sich keine ernsthaften Sorgen machen, zumindest, wenn er ins Ausland ginge. Eine Zukunft außerhalb der Universität ist für ihn ebenfalls denkbar, denn er sieht an seinen Mentoren, dass die Zeit des unbeschwertenen Forschens für Professoren durch viele administrative Aufgaben beschränkt wird. Alternativ könnte er seine Start-up-Firma ausbauen, die unter anderem hochwertige Elektronik für die COLTRIMS-Technologie liefert. »Ich mache sehr gerne Dinge mit meinen Händen: die Wohnung renovieren, oder auch mal etwas aufwändigere Sachen, wie ein schalldichtes Tonstudio im Keller bauen,« erzählt der begeisterte Gitarrist. Horst Schmidt-Böcking zeigt sich von der Qualität der COLTRIMS-Elektronik, die als Schnittstelle zwischen dem Computer und dem Spektrometer dient, beeindruckt: »Ich bin erstaunt, was Jahnke und sein Partner alles auf die Beine stellen!«

Der Interatomic Coulombic Decay (ICD)



Photoionisation

Ein hochenergetisches Photon aus dem Synchrotron erzeugt ein Loch in der 2s-Schale des linken Neon-Atoms. Dabei wird ein Elektron freigesetzt und es entsteht ein positiv geladenes Neon-Ion.

Interatomarer Coulomb Zerfall

Das Loch wird von einem Elektron aus der 2p-Schale aufgefüllt. Die überschüssige Energie geht in Form eines »virtuellen Photons« auf das benachbarte Neon-Atom über. Dort schlägt es ein Elektron aus der 2p-Schale. Ein weiteres Neon-Ion entsteht.

Coulomb-Explosion

Die nunmehr beide positiv geladenen Neon-Ionen stoßen sich ab und fliegen mit exakt gleichem Impuls in entgegengesetzte Richtungen auseinander. Das lässt sich im COLTRIMS-Detektor eindeutig nachweisen.

Die Autorin

Dr. Anne Hardy,
41, ist Referentin für
Wissenschaftskommunikation
an der Universität
Frankfurt.

Spannender als jeder Krimi, unglaublicher als jeder Science-fiction-Roman

Eine 17-Jährige führt in die »Scurrile Quantenwelt« ein

Silvia Arroyo Camejo
**Scurrile
 Quantenwelt**
 Springer Verlag,
 Berlin/Heidelberg
 2006,
 ISBN 3-540-
 29720-0,
 246 Seiten,
 29,95 Euro.



Geben wir es gleich zu Anfang zu: Quantenphysik ist nicht einfach, aber unglaublich faszinierend. Das beweist das ungewöhnliche Buch der 17-jährigen Berliner Gymnasiastin Silvia Arroyo Camejo. Ein »unstillbarer Wissensdurst« und ihre tiefe Bewunderung für die physikalischen Gesetze, nach denen »diese wundervolle Welt, in der wir leben, funktioniert« (S. VI) regten die Tochter eines spanischen Gefäßchirurgen dazu an, sich ein beeindruckendes Wissen anzueignen. Bereits als 15-Jährige reichten ihr populärwissenschaftliche Darstellungen nicht mehr aus. Bei der Lektüre von Physik-Lehrbüchern für das Grundstudium kam sie allerdings bald an die Grenzen ihrer mathematischen Schulkenntnisse.

Über Bibliotheken, Antiquariate und das Internet tastete sich die Schülerin allmählich an die Quantenphysik heran, erarbeitete sich die notwendige Mathematik und verspürte nach zwei Jahren den Drang, ihr Wissen schriftlich zu ordnen. Ihr Ziel: die Lücke zwischen Fachliteratur und Populärwissenschaft zu schließen und so allen Wissbegierigen nach ihr den Weg zu ebnen. Anders als Stephen Hawking, der seinem Verleger versprechen musste, die Leser nicht durch Formeln abzuschrecken, verzichtet Arroyo Camejo keineswegs auf Gleichungen. Auch sie weiß, dass die Physik zu den unbeliebtesten Schulfächern gehört, aber sie sieht es nicht als ihre Aufgabe an, Zweifler zu bekehren.

Wer aufgeschlossen und von Vorurteilen gegenüber der Physik

unbelastet ist, kann sich von der erfrischenden Begeisterung der Autorin anstecken und zum Nachdenken anregen lassen. Angesichts der zahlreichen quantenphysikalischen Phänomene, die jeglicher Alltagserfahrung widersprechen, ist sie überzeugt, dass »die quantenphysikalischen Forschungen um einen unermesslichen Faktor spannender [sind], als jeder gute, jedoch komplett fiktive Krimi« (Seite 4).

Den Ausführungen Arroyo Camejos ist anzumerken, dass sie über ihr Thema gründlich nachgedacht hat. Wie ihre kenntnisreiche Diskussion aktueller Fragen der Forschung und das umfangreiche Literaturverzeichnis belegen, hat sie mit großer Hartnäckigkeit nach Antworten auf ihre zahlreichen Fragen gesucht. Bei den teils eigenen Herleitungen quantenphysikalischer Zusammenhänge beschränkt sie sich – mit Ausnahme des Kapitels über die Schrödinger-Gleichung – auf das mathematische Handwerkszeug, das man bis zum Ende der Klasse 10 beherrscht. In ihrem Nachwort dankt sie den Quantenphysikern Prof. Aris Chatzidimitriou-Dreismann von der Technischen Universität Berlin und Dr. Erich Joos für fachliche Beratung, betont aber, dass sie das Manuskript selbstständig erarbeitet hat.

Ihre Zielgruppe ist der fachlich nicht vorgebildete Leser, den sie an ihren erstaunlichen Entdeckungen teilhaben lassen möchte. Studierte Physiker, denen das Buch als didaktische Anregung für die Lehre zu empfehlen ist, werden mit einem Schmunzeln an ihre ersten ungläubigen Reaktionen gegenüber der Quantentheorie zurückdenken – etwa angesichts der Interferenz einzelner Elektronen am Doppelspalt oder der »spukhaften Fernwirkung« zwischen verschränkten Quantenobjekten.

Zu Recht betont Arroyo Camejo, dass der quantenmechanische Formalismus zwar heute zum gebräuchlichen Handwerkszeug der Physiker gehört, aber bisher keine Einigung über seine physikalische Interpretation erzielt wurde. Sach-

kundig erläutert sie die verschiedenen Deutungen am Beispiel von Schrödingers Katze. Einer sehr guten Darstellung der Kopenhagener Deutung und ihrer Kernaussagen folgt eine Erläuterung der »Viele-Welten-Interpretation« und des aktuellen Favoriten in der Fachwelt, der »Dekohärenz-Theorie«.

Die Autorin, die im Jahr 2005 von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft für hervorragende Leistungen im Fach Physik ausgezeichnet wurde, enthält sich eines eigenen Urteils. Sie bemerkt lediglich, »dass auch eine (zumindest geringfügige) Portion Subjektivität, Intuition und Glaube« (Seite 158) in diese Diskussion einfließt. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch ihre Anmerkung, dass die Bohmsche Mechanik vermutlich deshalb in Fachkreisen wenig beliebt ist, weil sie eine Entmystifizierung der Quantentheorie bedeutet.

Gut verständlich und auch Physikstudenten zu empfehlen sind die Kapitel über das Einstein-Podolsky-Rosen-Paradoxon und die Auflösung des historischen Streits zwischen Bohr und Einstein durch die experimentelle Überprüfung des Bellschen Theorems. Weitgehend unbeschwert von mathematischem Formalismus ermöglichen die Ausführungen ein tieferes Verständnis zentraler quantentheoretischer Probleme. Das Buch endet mit der Diskussion möglicher Anwendungen der Quantenphysik in der Kryptographie und im Quantencomputer. In einem Ausblick diskutiert die Autorin verschiedene Theorien der Quantengravitation.

Wer gern nachdenkt und Dingen auf den Grund geht, wird die »scurrile Quantenwelt« mit Gewinn lesen. Ein wenig Anstrengung bleibt dem Leser nicht erspart, aber die Freude darüber, etwas verstanden zu haben, ist dann umso größer. In diesem Punkt unterscheidet sich die Physik kaum vom Bergsteigen: Nur wer den Gipfel ersteigt, kann das Glücksgefühl ermesen, das sich dort einstellt. Wer dazu bereit ist, legt im Verlaufe von nur 17 Kapiteln einen erstaunlichen Weg zurück. ♦

Die Rezensentin
Dr. Anne Hardy,
 41, ist Referentin für
 Wissenschaftskommunikation
 an der Universität
 Frankfurt.

Meisterhaft erklärt, humorvoll geschrieben

Top-Physikerin führt durch höherdimensionale gekrümmte Räume

Die theoretische Physikerin Lisa Randall ist eine international renommierte Expertin für Stringtheorie, Teilchenphysik und Kosmologie. Sie war die erste Frau im Physikdepartment der Universität Princeton und die erste theoretische Physikerin am renommierten MIT in Boston. Inzwischen lehrt und forscht sie an der Universität in Harvard. Als meistzitierte Hochenergiephysikerin der Jahre 1999 bis 2004 übertrifft sie sogar Koryphäen wie Edward Witten, Stephen Hawking und Steven Weinberg. Insbesondere ihre bahnbrechenden Arbeiten zu höherdimensionalen gekrümmten Räumen sind mehrere tausendmal zitiert worden. Ihr Buch »Warped Passages«, das nun in deutscher Übersetzung unter dem Titel »Verborgene Universen« erschienen ist, behandelt genau diese wegweisenden Arbeiten und die möglichen Implikationen für die kommenden Experimente am größten Teilchenbeschleuniger der Welt, dem Large Hadron Collider am CERN in Genf, der nächstes Jahr in Betrieb genommen wird. Die Produktion von »mini black holes« im Labor aufgrund Großer Extradimensionen ist auch ein aktuelles Forschungsgebiet an der Universität Frankfurt [siehe dazu auch Marcus Bleicher und Horst Stöcker »Schwarze Löcher im Labor?«, Seite 14].

Lisa Randall führt den Leser sukzessive in die Welt der höheren Raum-Zeit-Dimensionen ein, ein hochaktuelles und intensiv diskutiertes Forschungsgebiet der modernen theoretischen Physik. Dabei baut sie auf ihre Erfahrungen mit Laien und den Medien; in Amerika wird Forschung weit mehr populärisiert als in Deutschland. Jedes Kapitel beginnt humorvoll mit einem Auszug aus einem bekannten Liedtext, beispielsweise von Frank Sinatra, der Rocky Horror Picture Show oder Eminem sowie einer fiktiven Geschichte zweier Geschwister, Athena und Ike. Beides steht, zum Teil hintergründig und nicht unbedingt gleich ersichtlich, in Bezug auf die Thematik des folgenden Kapitels.

Nach den obligatorischen Einführungen in die Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie und der Quantenmechanik folgen mehrere besonders beeindruckende Erklärungen und Ausführungen zu solch komplexen Begriffen wie der spontanen Symmetriebrechung und dem Higgs-Mechanismus, dem Hierarchie-Problem, der Störungstheorie und Supersymmetrie. So prägnant und anschaulich findet man diese theoretischen Konzepte selten in der populärwissenschaftlichen Literatur erklärt.

Einiges ist sehr amüsant geschrieben. Zum Beispiel erklärt

Bücher von Brian Greene über String-Theorie oder von Lee Smolin über Quantengravitation. Die Autorin stellt alle Bereiche der modernen theoretischen Physik vor. Sie diskutiert mögliche Anwendungen sowie die geplante experimentelle Überprüfung der Theorien am LHC durch die Detektion von sogenannten Kaluza-Klein-Teilchen. Fachbegriffe werden sehr anschaulich erklärt – das Buch enthält zu ihrer Illustration mehr als neunzig Abbildungen – und werden für den Leser nach der Lektüre keine Fremdwörter mehr sein!

Brane und lokalisierte Gravito-

Lisa Randall
Verborgene Universen
**Eine Reise in den
extradimensionalen Raum**
Fischer Verlag,
Frankfurt 2006,
ISBN-13:
978-3-10-062805-3,
448 Seiten,
19,90 Euro.



Randall den Unterschied zwischen String-Theoretikern und Teilchenphysikern, die beide auf der Suche nach der Sprache des Universums sind, durch folgenden Vergleich: String-Theoretiker konzentrieren sich auf die innere Logik und die Grammatik der Sprache, während Modellbauer (die Teilchenphysiker) sich nützliche Wörter und Phrasen aneignen. Im Ausland kämen Teilchenphysiker mit ihren »Fremdsprachenkenntnissen« ganz gut zu recht, auch wenn sie sich für die Einheimischen etwas komisch anhörten. String-Theoretiker hingegen riskierten, am Hungertod zu sterben, bevor sie lernten, ein Essen in grammatikalisch fehlerlosen Sätzen zu bestellen.

Das Buch ist erfreulicherweise nicht dogmatisch geschrieben oder deutlich einem der beiden größten Lager der theoretischen Physik zuzuordnen, wie beispielsweise die

nen werden mit Enten füttern am Teich verglichen, gekrümmte Räume und die Ausbreitung der Gravitation mit einem Bewässerungsschlauch.

Insgesamt ist das erste Werk von Lisa Randall ein erfrischend anders geschriebenes populärwissenschaftliches Buch, humorvoll verfasst mit vielen bildlichen Erklärungen und verständlichen Einführungen in die aktuellsten Fragestellungen und Erkenntnisse der modernen physikalischen Grundlagenforschung. Nicht umsonst ist das Buch in die Liste der 100 bemerkenswertesten Bücher der New York Times aufgenommen worden. ♦

Der Rezensent

Privatdozent **Dr. Jürgen Schaffner-Bielich** ist Hochschuldozent am Institut für Theoretische Physik der Universität Frankfurt. Er leitet dort die Nachwuchsgruppe in Theoretischer Astrophysik, die sich insbesondere mit der Physik der Neutronensterne und mit Kosmologie befasst.

Die Physik der Superhelden

James Kakalios zeigt, wie man mit Comics Physik lernt

Mit der Beliebtheit der Comic-Übermenschen verhält es sich umgekehrt proportional zur Beliebtheit der Physik als Unterrichtsfach. Das brachte James Kakalios, seit 1988 Professor für Physik und Astronomie an der Universität von Minnesota, auf den Gedanken, bei-

einem starken Magneten der Universität Nijmegen schweben.

Ausführlich erklärt Kakalios die physikalischen Theorien des 20. Jahrhunderts. Mit Hilfe der Relativitätstheorie berechnet er beispielsweise das Magnetfeld, das ein elektrischer Superheld durch Laufen erzeugt. Die Viele-Welten-Theorie, mit der Hugh III Everett die Paradoxie des quantentheoretischen Messprozesses zu lösen versuchte, wurde interessanterweise in den USA 1961 beinahe zur gleichen Zeit in der Physik wie in der Comic-Literatur populär.

In Comics und Sciencefictionromanen wurde die »Viele-Welten-Interpretation« vor allem zur Möglichkeit von Zeitreisen durchgespielt. Durch den Wechsel in ein Paralleluniversum lässt sich innerhalb der Theorie das Paradoxon auflösen, dass man beispielsweise auf einer Reise in die Vergangenheit seine eigene Geburt verhindert. Interessant ist, dass der Autor von Superman diesen Ausweg noch vor dem theoretischen Physiker Everett erdachte: Superman verhindert bei einer Reise in die Vergangenheit den Untergang von Atlantis in einer Parallelwelt.

Zu Recht weist Kakalios darauf hin, dass die Welt der Atome bedeutend seltsamer ist als die der Superhelden. So kann nicht nur Flash Gordon Wände durchdringen, sondern auch Materie- und Energie wellen beim quantenmechanischen Tunneleffekt. Die Auswirkungen dieses Effekts sind alles andere als Produkte der Fantasie, denn sie haben die Technik nachweislich revolutioniert: das Rastertunnelmikroskop, die Tunneldiode und der Transistor, der besonders die PC-Entwicklung vorangetrieben hat. Die Erklärung der Halbleiterphysik setzt beim Leser allerdings eine gewisse Ausdauer voraus.

Zum Schluss werden Beispiele aus Comics diskutiert, die der Physik widersprechen. So ist es ein Irrtum, dass über den Flügeln eines Flugzeugs Unterdruck herrscht (hier empfiehlt Kakalios einen Aufsatz des Frankfurter Physikdidaktikers Klaus Weltner über das Fliegen). Vergessen wird oft auch die

Reactio bei Strahl-Waffen. Selbst die Kräfte der Superhelden reichen nicht aus, den Mond massiv von seiner Bahn abzulenken.

Im Nachwort konstatiert Kakalios eine strukturelle Ähnlichkeit zwischen Physik und Superhelden-Comics: Sowohl die Gedanken-Experimente der Physik als auch die Comic-Abenteuer sind Fantasieprodukte, geformt nach seltsamen Regeln. Dabei sind Comics nicht frei von Selbstironie, wie das Zitat eines Superhelden beweist, der einem Bösewicht einen Kinnhaken ver setzt: »Und das ist für die Verletzung der Naturgesetze!«. Dazu passt der liebenswerte Humor des Autors in der Tradition Mark Twains. So urteilt er über die unglaublichen Fähigkeiten von Superman und Co.: Sie sind super »mit nichts weiter als einem guten rechten Haken und dem Mut, die Unterwäsche über der Kleidung zu tragen.«

Wie bei jedem Buch gibt es ein paar Verbesserungsvorschläge für die nächste Auflage. Kakalios behauptet allerdings, dass er die Irrtümer absichtlich im Text versteckt hat, um den aufmerksamen Leser zu belohnen. Der Sputnik wurde 1957 (nicht '56) hochgefeuert. Die Erklärung des dritten Newtonschen Gesetzes ist missverständlich, so dass es mit dem Kräftegleichgewicht verwechselt werden könnte. Entscheidend bei »Actio gleich Reactio« ist, dass es sich um ZWEI Körper handelt, wie es in einem anderen Buch heißt: »When TWO lovers kiss, each feels the same force on the lips«.

Das Buch ist aus einem Seminar für Physik-Studierende entstanden. Die Lektüre setzt keine Physik-Kenntnisse voraus, aber die Ausdauer, den langen Gedankengängen des Autors zu folgen. Ein Laie kann mit viel Vergnügen im Buch herumblättern, bis eins der vielen Comic-Bilder ihn reizt, die dazugehörige Physik zu studieren. Abgerundet wird das Buch durch Literaturhinweise zur Geschichte der Comics, zu philosophischen Aspekten der Physik, Lehrbüchern und Biografien. Einige dieser hervorragenden Bücher sind eher für Physiker als für Laien geeignet. ♦

James Kakalios
Physik der Superhelden
Aus dem Amerikanischen von Doris Gerstner und Christoph Hahn, Verlag Rogner & Bernhard bei Zweitausendeins, Berlin 2006, ISBN: 3807710183, 471 Seiten, 29,90 Euro.



des zu verbinden: Er analysiert, ob die wunderbaren Fähigkeiten und Taten der Superhelden physikalisch überhaupt möglich wären. Dabei lernt man eine Menge Physik, denn Kakalios erklärt wortreich und verwendet wenig Mathematik. Erhol-same Pausen bieten die eingestreuten Abenteuer der Superhelden in Text und Bild.

Beeindruckend ist die Konsequenz, mit der Kakalios die Eigenschaften der Fantasie-Helden physikalisch durchdenkt: So schließt er aus den Eigenschaften Supermans auf die Dichte und den Durchmesser seines Heimatplaneten Krypton. Und Flash Gordon, der schneller als der Schall läuft, müsste zur Deckung seines Energiebedarfs täglich 150 Millionen Cheeseburger essen. Eine beliebte Prüfungsfrage, ob man das Eisen im Blut mit einem Magneten beeinflussen kann, wird richtig beantwortet: als Sauerstoff-träger nicht, aber als Kohlendioxid-träger ganz schwach. Als Vorbild für Superhelden erwähnt der Autor diamagnetische Frösche, die über

Der Rezensent

Prof. Dr. Fritz Siemsen ist Professor der Physikdidaktik und seit 1993 an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt tätig.

Provokativ, spannend, aber nicht ganz vorurteilsfrei

Peter Woits Abrechnung mit der Stringtheorie

Das Buch »Not even wrong« von Peter Woit ist ein spannendes und im Allgemeinen gut verständliches Buch mit hoch provokativen Thesen zur Stringtheorie.

Für Woit ist die String-»Theorie« nichts weiter als eine Ansammlung vager Ideen und Vermutungen, die weder mathematisch stringent ausgearbeitet sind noch Bezug zur physikalischen Realität besitzen. Unter theoretischen Hochenergiephysikern hat das Buch teils heftige Kontroversen ausgelöst, die es im Sommer bis in die Spalten des Wall Street Journals schafften.

Das Buch besteht im Wesentlichen aus drei Teilen: In der ersten Hälfte des Buchs berichtet der Autor über erfolgreiche Entwicklungen der modernen Physik, das heißt Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie, aber auch die Fortschritte bei der Entwicklung und dem Betrieb der größten verfügbaren Teilchenbeschleuniger.

Insbesondere die Geschichte des Standardmodells der Elementarteilchenphysik ist gut geschrieben und auch für den interessierten Laien bis auf wenige Abschnitte verständlich. Gerade die großen Erfolge bei der experimentellen Überprüfung des Standardmodells und seine klare mathematische Formulierung sieht der Autor als Vorbild für eine überprüfbare physikalische Theorie und stellt ihr später die vermeintlichen Erfolge der Stringtheorie gegenüber.

Besonders interessant wird das Buch, wenn es die Verbindung der mathematischen Grundlagenforschung mit den Weiterentwicklungen des Standardmodells diskutiert. Dies gilt allerdings nur für Menschen, die sich von folgenden Abschnitten nicht abschrecken lassen: »The Wess-Zumino-Witten two-dimensional quantum field theory turns out to be closely related to the representation theory of Kac-Moody groups. [...] The Hilbert space of the Wess-Zumino-Witten model is a representation not only of the Kac-Moody group but of the group of conformal transformations (actually, this is a serious over-simplificati-

on [...]«). Für interessierte Physiker jedoch ist die Verbindung von Mathematik und theoretischer Physik – insbesondere die Rolle Edward Wittens – eine interessante Lektüre, die zum Nachdenken über die eigene Wissenschaft anregt.

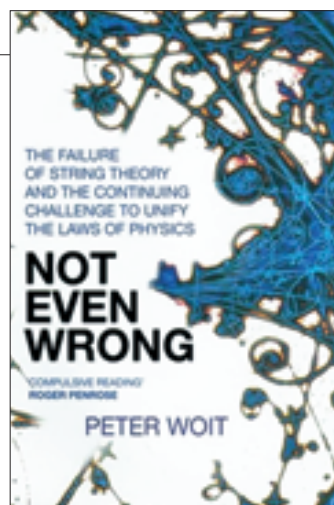
Den Kernpunkt des Buchs bildet die »Abrechnung« des Autors mit der Stringtheorie. Beginnend mit der historischen Stringtheorie als Modell für den Zoo der Hadronen zeigt er die Entwicklung hin zu den heutigen hochkomplexen Super-Stringtheorien auf. Er diskutiert, warum die Stringtheorien eine höhere Anzahl an Raumdimensionen benötigen. Der Autor kritisiert dann entschieden und mit leichten Vorurteilen (deshalb liest man ja dieses Buch!) die Stringtheorie und die ihr übergeordnete M-Theorie.

Er moniert zunächst, dass selbst die Grenzwerte der Theorie die falsche Energiedichte des Vakuums vorhersagen, geht dann über zum Problem der nicht beobachteten supersymmetrischen Teilchen und diskutiert die Frage, wie die zusätzlichen Raumdimensionen eigentlich »aufgerollt« werden sollen. Sein Hauptpunkt ist jedoch, dass es bisher keinerlei experimentell überprüfbare Vorhersagen der Stringtheorie gibt. Gerade diese Nichtüberprüfbarkeit macht in den Augen des Autors den Unterschied zwischen einer physikalischen Theorie und Glaubenssätzen aus. Und in der Tat, die (Super-)Stringtheorie hat innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte keinerlei experimentelle Bestätigung erfahren.

Die letzten Kapitel des Buchs sind mehr als Essaysammlung zu sehen denn als integraler Bestandteil der Diskussion. Hier wird die Geschichte der Bogdanovs erzählt (sie hatten in diversen Fachjournalen Artikel zur theoretischen Physik publiziert, die sich als Nonsense herausstellten) und über das Argument der Ästhetik als Grundlage der Wahrheitsfindung diskutiert. Interessant ist hier besonders das Kapitel zur Soziologie in der Physik, das eine Erklärung liefert, warum die Stringtheorie so populär ist. (In-

zwischen habe die Anzahl der Stringtheoretiker eine kritische Masse erreicht, die deutlichen Einfluss auf die wissenschaftlichen Geldströme und Stellenbesetzungen ausübe.) Auch Alternativen zur Stringtheorie (Loop Quantum Gravity) werden hier diskutiert.

Peter Woits Buch ist elegant konstruiert und ausgeführt. Als Physiker würde ich mir jedoch an vielen Stellen eine etwas detailreichere Darstellung wünschen. Für den interessierten Laien ist dieses Buch eine aufregende Lektüre, wenn er ein wenig Vorwissen mitbringt oder bereit ist, ab und an einige Seiten vorzublättern. Ob man



Peter Woit
**Not Even Wrong:
The Failure of
String Theory and
the Continuing
Challenge to Unify
the Laws of Physics**
Verlag Vintage,
London 2006,
290 Seiten,
27,89 Euro.

am Ende Woits Meinung teilt, dass jegliche weitere Beschäftigung mit der Stringtheorie Verschwendung von Geld und Zeit sind, muss jeder Leser für sich selbst entscheiden. Nach Meinung des Rezensenten ist es gut und notwendig, dass solche Bücher geschrieben werden, da sie einen Blick hinter die glamouröse Fassade jenseits von Vorträgen und Veröffentlichungen erlauben. ♦

Der Rezensent

Prof. Dr. Marcus Bleicher ist Juniorprofessor für Theoretische Astroteilchenphysik an der Universität Frankfurt. Er arbeitet an theoretischen Vorhersagen, die es erlauben, Modelle mit zusätzlichen Raumdimensionen experimentell zu überprüfen.

Von pränataler Diagnostik bis Gentherapie

Was kann biologische Forschung heute leisten?

Dietmar Zimmers neuestes Buch ist als ein Beitrag zur Deeskalation der Gentechnik- und Bioethik-Debatte zu werten. Entgegen populistischer Verkündigungen einzelner

und Chancen spielen ethisch-moralische Kategorien eine Rolle, die mit Hilfe rein naturwissenschaftlicher Kriterien nicht zugänglich sind.« Genau dies versucht der Autor mit



Dietmar Zimmer
**Jenseits der Gene.
Proteine –
Schlüssel zum
Verständnis des
Lebens**

Klett Cotta Verlag,
Stuttgart 2005,
ISBN
3608943633,
190 Seiten,
19,50 Euro.

geltungshungriger Forscher zeichnet der Autor ein realistisches Bild der Wissenschaft. Er macht deutlich, wie lange es von einer einzelnen Entdeckung innerhalb der Wirkungsmechanismen der Zelle bis zu einem ausgereiften neuartigen Wirkstoff dauern kann. Erst durch die Zusammenarbeit vieler Forschungsgruppen kann ein Projekt in Jahrzehnten zur Vollendung gebracht werden, wie es zuletzt eindrucksvoll bei der Sequenzierung des menschlichen Genoms geschehen ist, wo beispielsweise über 50 Forscher für eine einzige Veröffentlichung verantwortlich zeichneten. Gleiches gilt für die noch umfangreichere Aufgabe, die Funktion der zahlreichen Proteine zu entschlüsseln, die durch die DNS codiert werden.

Der Autor ist promovierter Biochemiker, und das gesamte Buch zeigt, dass er über umfangreiche Kenntnisse verfügt. Er versucht, den »Erwartungshorizont«, den pressewirksamen »Durchbruch«, von dem so oft die Rede ist, auf ein realistisches Bild einzuengen. Außerdem verfüge »die Wissenschaft« nicht über absolute Wahrheiten. »Bei der Abwägung von Risiken

seinem Buch zu ermöglichen, dem breiten Publikum die Chance zu geben, mit Faktenwissen aktiv an dieser gesellschaftlichen Auseinandersetzung teilzunehmen.

Das gut strukturierte Buch bietet im ersten Teil auf 82 Seiten einen Einstieg in die molekulare Biologie. Für Laien verständlich und die Faszination über die Komplexität der Natur nicht schmälern, streift er so vielfältige Themen wie die Biosynthese von Proteinen, die Nukleinsäuren als molekulare Träger der Erbinformation, Krebsentstehung und die Lebensform der Viren. Kompakt stellt er das Schulbuchwissen dar, ohne dabei den Hinweis zu vergessen, dass all dies nicht auf unumstößlichen Hypothesen und Modellen basiert, sondern sich im ständigen Wandel befindet.

Im zweiten Teil geht es dann en détail um den derzeitigen Forschungsstand und die Beleuchtung einzelner Methoden, die zurzeit im Fokus des öffentlichen Interesses stehen, wie pränatale Diagnostik, Stammzellen, Gentherapie und BSE. Der Autor thematisiert ein breites Themenspektrum und definiert wichtige Begriffe. Neben der so genannten roten Biotechnologie,

die den Einsatz im medizinischen Bereich finden soll, spricht er auch die grüne Gentechnik an, die besonders in Deutschland sehr umstritten ist.

Die Bewertung überlässt Dietmar Zimmer jedoch dem Leser, denn sein Ziel ist es, dem Laien genügend Informationen an die Hand zu geben, so dass er selbst urteilen und in die Diskussion einsteigen kann. Das Bemühen um eine realistische, sachliche Darstellungsweise ist dem Autor dabei sehr wichtig. Er räumt mit den Horrorvorstellungen von geklonten Menschen, optimierten Babys und unkontrollierbaren Nutzpflanzen auf, ebenso wie er das Klischee des Geheimforschers dekonstruiert.

Sehr modern und strukturiert ist die Gestaltung des Buchs gehalten. Schlagworte und Unterüberschriften resümieren die Kernaussagen der Textpassagen. In blauen Informationsboxen findet der Leser grundlegende Definitionen und bekommt nebenbei einen Überblick über Modellsysteme in der Biologie und über molekularbiologische Methoden. Lehrbuchabbildungen ziehen sich zur Veranschaulichung durch das gesamte Buch, in der Mitte befinden sich farbige Tafeln mit 3D-Proteinstrukturen.

Biologisch Interessierte und Diskussionsfreudige, die basierend auf Tatsachen, in die Gentechnik-Debatte einsteigen wollen, sowie Abiturienten, die mit dem Gedanken spielen, Biologie, Biochemie oder Biotechnologie zu studieren, sollten sich das Buch nicht entgehen lassen. Doch auch angehende Biowissenschaftler, die schon immer einmal überlegt haben, wie sie die Mühe des Forschens erklären und gesellschaftliche Horrorszenarien aus der Welt räumen sollten, können sich von Dietmar Zimmer gute Starthilfe holen. ♦

Die Rezensentin

Julia Groß, 26, promoviert bei Prof. Anna Starzinski-Powitz im Institut für Zellbiologie und Neurowissenschaft. Sie erforscht die Rolle des Proteins shrew-1 in der Tumorentwicklung.

Streifzüge durch das Jahrhundert des Feminismus

Sammelband über Errungenschaften und Schwierigkeiten der Frauenbewegungen

Die Frauenfrage ist im ganzen 20. Jahrhundert zu einer der »wichtigsten Fragen der Gegenwart« geworden. Die Herausgeberinnen Anja Weckwert und Ulla Wischermann sprechen gleich zu Beginn des Bands »Das Jahrhundert des Feminismus. Streifzüge durch nationale und internationale Bewegungen und Theorien« den hohen Stellenwert an, den Frauenbewegungen als Produkt und Motor für gesellschaftlichen Wandel besitzen. Anlässlich der Verabschiedung von Prof. Dr. Ute Gerhard, Inhaberin der ersten Professur für Frauenforschung in der Bundesrepublik, veranstalteten das Cornelia Goethe Centrum für Frauenstudien und der Schwerpunkt Frauen- und Geschlechterforschung des Fachbereichs Gesellschaftswissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität im Februar 2004 die Konferenz »Das Jahrhundert des Feminismus«.

Auf dieser Konferenz basieren die Beiträge des Bands, der mit dem Festvortrag von Eva Senghaas-Knobloch beginnt. Die Autorin bezieht sich in ihrer Würdigung auf zwei Hauptanliegen der Professorin: Menschenrechte und die Gestaltung fürsorglicher Praxis. Im gesamten Buch finden die Autorinnen Bezugspunkte zu den interdisziplinären Themenfeldern der Mentorin, beispielsweise, wenn Elke Schüller das Konzept der »langen Wellen« aufgreift und Angiolina Arru ihren rechtsgeschichtlichen Beitrag mit Blick auf Gerhards Untersuchungen eröffnet.

Der erste Hauptteil des Bands befasst sich mit Frauenbewegungen als Akteurinnen des sozialen Wandels. Ältere wie jüngere, länderspezifische, aber auch länderübergreifende Entwicklungen der Frauenbewegung stehen hier im Mittelpunkt. Frauenbewegungen sind weder neu noch westlich geprägt und auch nicht nur feministische Erscheinungen, dafür sehr vielfältig, dauerhaft und erfolgreich, wie Myra Marx-Ferree und Carol McClurg Mueller in ihrem Beitrag herausstellen. Trotzdem werden sie

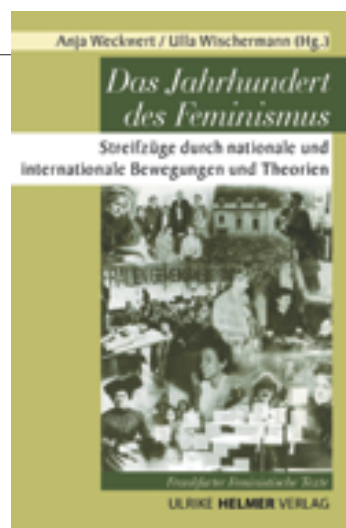
in der sozialen Bewegungsforschung immer noch zu wenig beachtet. Edith Saurer widmet sich der Karriere des Netzwerkbegriffs in der Frauenbewegungsforschung. Die Autorin stellt dabei den hohen (bisherigen) Stellenwert von Freundschaftsbeziehungen heraus, der nötig war, um Frauenbewegungen zu mobilisieren. Heute hingegen sind informelle Beziehungen nicht mehr notwendige Basis von Frauen-Netzwerken, die zunehmend durch das recht anonyme Medium Internet geprägt werden, aber nichtsdestotrotz erfolgreich sind.

Die darauf folgenden Beiträge wenden sich Frauenbewegungen und ihren länderspezifischen Entwicklungen zu. Mehrere Untersuchungen widmen sich den Schwierigkeiten, denen Frauenbewegungen im Transformationsprozess nach 1989 ausgesetzt waren. So analysiert Eva Sänger anhand des zu Wendezeiten gegründeten und 1998 aufgelösten Unabhängigen Frauenverbandes (UFV) die Handlungsanforderungen, mit denen organisierte feministische Politik in Deutschland konfrontiert war. Martina Ritter weist auf die Bedeutung der Frauenbewegung für die Entstehung einer Zivilgesellschaft in Russland hin und hält es für möglich, dass diese Bewegung als Ort der Reflexion die schwierige Ära des Putin-Regimes überleben kann. Diesen nationalen Thematiken schließen sich Beiträge über internationale Vernetzungen und Organisationen an. Sonja Wölte zeigt am Beispiel der Frauenbewegung in Kenia, ob und wie international anerkannte Frauen-Menschenrechtsnormen auf nationaler Ebene eine (frauen)politische Bedeutung entfalten können.

Der zweite Teil des Bands befasst sich mit Entwicklungstendenzen, Ansätzen und Debatten der Frauen- und Geschlechterforschung, deren Etablierung größtenteils als Erfolg von Frauenbewegungen verbucht werden kann. Auch hier besticht der Sammelband mit abwechslungsreichen Abhandlungen. So widmet sich Solveig Bergman der Frage

nach der Existenz eines nordischen Feminismus und einer nordischen Frauen- und Geschlechterforschung, während Gudrun-Axeli Knapp Friktionen und Widersprüche innerhalb der Frauen- und Geschlechterforschung herausarbeitet, um daraufhin präzise deren zukünftiges Potenzial abzuschätzen.

Höchst spannend setzen sich Uta Schirmer und Anja Weckwert mit aktuellen Themen auseinander: Anhand von Interviews mit Frauen aus der DJ- und Hacker-Kultur analysieren die Autorinnen, wie weibliche DJs und Hackerinnen mit ihrer geschlechtlichen Positionierung in ihrer jeweiligen männerdo-



Anja Weckwert/
Ulla Wischermann
(Hrsg.)

**Das Jahrhundert
des Feminismus.
Streifzüge durch
nationale und
internationale
Bewegungen
und Theorien**
Ulrike Helmer
Verlag,
Königstein/
Taurus 2006,
ISBN
3-89741-201-2,
297 Seiten,
25 Euro.

minierten Subkultur jonglieren müssen. Der Band schließt mit der Dokumentation einer Podiumsdiskussion, moderiert von der HR-Journalistin Gisela Brackert. Die Leserinnen und Leser erhalten von den sechs beteiligten Professorinnen und Feministinnen persönliche wie gesellschaftspolitische Einblicke in das 20. Jahrhundert als ein Jahrhundert der Frauen. Trotz der sehr heterogenen Beiträge merkt man den Artikeln (auch denen, die nicht erwähnt werden konnten) die stimmige Auswahl an. Diese »Streifzüge« wecken Interesse und machen Leserinnen wie Lesern gleichermaßen Lust, sich mit einer »der wichtigsten Fragen der Gegenwart« zu beschäftigen. ◆

Die Rezensentin
Julia Guttman
ist Diplom-Soziologin und Mitarbeiterin der Frauenbeauftragten an der Johann Wolfgang Goethe-Universität.

Rabbiner, Recht, Reichsstadt ...

Neue Forschung zur Frankfurter Judengasse

Die jüdische Gemeinde in Frankfurt am Main war über Jahrhunderte eines der wichtigsten kulturellen und wirtschaftlichen Zentren jüdischen Lebens im deutschsprachigen Raum. War das jüdische Viertel ursprünglich gegenüber dem Dom angesiedelt, so mussten die Juden im Jahre 1462 ihre Wohnsitze verlassen und in eine eigens eingerichtete, mit abschließbaren Toren versehene Straße außerhalb der Stadtmauern ziehen: die Frankfurter Judengasse. In diesem Ghetto spielte sich bis zum 19. Jahrhundert das jüdische Leben in Frankfurt ab. Die tatsächlichen Lebensumstände in der Judengasse waren bislang noch weitgehend unerforscht. Ein

ziehungen« und »Liturgie und Brauchtum« behandelt. So erhält der Leser einen Überblick über die Entwicklung der Frankfurter jüdischen Gemeinde, deren Mitgliederzahl innerhalb des 16. Jahrhunderts von zirka 150 auf über 2500 heranwuchs und die vom 16. bis 18. Jahrhundert eine zentrale Rolle im deutschen Judentum spielte. Dabei wird deutlich, wie das Schicksal der Gemeinde durch die verschiedenen Interessen des Rates, des Kaisers, der jüdischen Gemeindeadministration, aber auch bedeutender Einzelpersonen bestimmt wurde. Ein Beispiel hierfür ist die »Frankfurter Rabinerverschwörung« von 1603, die einen Hochverratsprozess gegen

Band allein den Juden in Frankfurt gewidmet ist. Schudt war geprägt vom Missionsgedanken, fasziniert und gleichzeitig irritiert von der Andersartigkeit der Juden. So meinte er, Juden durch ihr betrügerisches Gemüt, ihren üblen Geruch und ihre schmutzige Kleidung sofort erkennen zu können. Auch seine Beschreibung des Hebräischen und des Jiddischen ist gekennzeichnet von antijüdischer Polemik, liefert aber dennoch wichtige historische Informationen.

Der Band besticht durch seine Fülle an unterschiedlichen Themen und Herangehensweisen. So wird von jüdischen und christlichen Losverkäufern berichtet, die vor Gericht standen, weil sie ohne gültige Lizenz Lotterielose verkauft hatten, von ausstehenden Geldforderungen und deren gerichtlichen Konsequenzen oder von jüdischen Kaffeehändlern und rabbinischen Vorschriften zum Kaffeekonsum. Es wird beschrieben, auf welche Weise Juden vor christlichen Instanzen Eide zu leisten hatten, wie sich Konflikte zwischen einzelnen Gemeindegliedern und der Gemeindeadministration auswirkten, wie sich das Selbstbewusstsein der jüdischen Gemeinde in Kunst und Musik ausdrückte. Dazu kommen neue Dokumente aus dem Rothschild-Archiv, die jüdische Rückschau auf das Ghetto im 19. und 20. Jahrhundert und ein Ausblick auf die jüdische Gemeinde in Prag. Eine Liste mit weiterführender Literatur rundet das Werk ab.

Von Dienstmädchen zu Rabbinnern, von der Volksliturgie zur Geschichtsschreibung, von Eidesleistungen zum Kaffeehandel – auf eindrucksvolle Weise wird die Bedeutung der Judengasse nicht nur für Frankfurt, sondern für ganz Mitteleuropa deutlich. Durch die interdisziplinäre Herangehensweise wird ein facettenreiches Bild vom jüdischen Leben in Frankfurt vermittelt und gleichzeitig zu weiterer Forschung angeregt. In seiner umfassenden Beschäftigung mit dem Thema Judengasse einzigartig, liefert der vorliegende Band einen wichtigen Beitrag zu dieser Forschung. ♦

Fritz Backhaus,
Gisela Engel,
Robert Liberles,
Margarete Schlüter (Hrsg.)
Die Frankfurter Judengasse.
Jüdisches Leben in der frühen Neuzeit
Schriftenreihe des
Jüdischen Museums
Frankfurt am Main, Band 9,
Societäts-Verlag, Frankfurt 2006,
ISBN 3-7973-0927-9,
366 Seiten,
19,90 Euro.



Symposium an der Universität Frankfurt machte dies im Mai 2004 zum Thema, seine Ergebnisse wurden nun von Fritz Backhaus, Gisela Engel, Robert Liberles und Margarete Schlüter in dem Sammelband »Die Frankfurter Judengasse. Jüdisches Leben in der frühen Neuzeit« veröffentlicht.

In 19 thematisch geordneten und mit zahlreichen Abbildungen versehenen Artikeln werden viele Aspekte des Lebens in der Frankfurter Judengasse aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet. Nach einem ersten Überblick über die Entstehung der Ghettos in Europa werden die Themengebiete »Geschichtsschreibung und Sachüberreste«, »Ethnographie der Judengasse«, »Politische und soziale Strukturen im Ghetto«, »Juden vor Gericht«, »Christlich-jüdische Be-

ziehungen« und »Liturgie und Brauchtum« behandelt. So erhält der Leser einen Überblick über die Entwicklung der Frankfurter jüdischen Gemeinde, deren Mitgliederzahl innerhalb des 16. Jahrhunderts von zirka 150 auf über 2500 heranwuchs und die vom 16. bis 18. Jahrhundert eine zentrale Rolle im deutschen Judentum spielte. Dabei wird deutlich, wie das Schicksal der Gemeinde durch die verschiedenen Interessen des Rates, des Kaisers, der jüdischen Gemeindeadministration, aber auch bedeutender Einzelpersonen bestimmt wurde. Ein Beispiel hierfür ist die »Frankfurter Rabinerverschwörung« von 1603, die einen Hochverratsprozess gegen

die Juden in Deutschland nach sich zog. Einschneidender aber waren der Fettmilch-Aufstand und die Vertreibung aus der Judengasse im Jahre 1614, zu deren Gedenken später das »Vinzans-Lied« verfasst wurde. Neben der Darstellung geschichtlicher Entwicklungen sowie politischer und sozialer Strukturen des jüdischen Lebens beschäftigt sich der Sammelband mit antijüdischen Tendenzen: So stellte das stadtbürgerliche Spiel regelmäßig auf verschiedene Weise die vermeintliche geistige und moralische Unterlegenheit der Juden dar. Ein zwiespältiges Verhältnis zum Judentum zeigt sich auch im Schaffen des Johann Jacob Schudt: Der protestantische Orientalist veröffentlichte zu Beginn des 18. Jahrhunderts das vierbändige Werk »Jüdische Merckwürdigkeiten«, dessen zweiter

Die Rezensentin

Sabine Arndt studierte Hebräisch, Aramäisch und Jüdische Studien in Amsterdam und Tel Aviv. Sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Forschungskolleg »Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel«, Teilprojekt »Der Königshof als Beispiel« an der Universität Frankfurt.

»Berlin im Licht?« Frankfurt im Licht!

Spaziergang durch die Vergnügungstätten der Zwanziger Jahre

Oliver Piechas »Roaring Frankfurt – Mit Siegfried Kracauer im Schumanntheater« ist der Gegenbeweis zu der weit verbreiteten Annahme, Kultur und Unterhaltungsbetrieb seien in den Zwanziger Jahren in Deutschland ausschließlich in Berlin zu Hause gewesen. Das spritzig geschriebene, reich illustrierte Buch lädt die Leser zu einem Spaziergang durch die zahlreichen Frankfurter Vergnügungstätten der Zwischenkriegszeit ein, die teils kritisch, teils augenzwinkernd von zeitgenössischen Journalisten und Künstlern kommentiert werden: Man besichtigt Tanzdielen und Nachtbars, besucht rauschende Feste und wohnt Premierenaufführungen und Konzerten bei, trifft zwielichtige »Nacht-Vampyre« und begegnet Berühmtheiten wie Max Beckmann bei einsamer Muschelsuppe im Bahnrestaurants. Bei allem Glanz und aller Großartigkeit wird aber auch die Tristesse der Inflationszeit und der Weltwirtschaftskrise fühlbar: »Das unmittelbar bevorstehende Tanzverbot, die drohende Einschränkung des Alkoholausschanks, alles scheint ein letztes, wildes Aufflackern der Lust auszulösen. Der Schrei nach Vergnügung dringt aus der Kehle einer kleinen, aber immer noch sehr zahlreichen Rotte von Unbeirraren«, kommentierte der österreichische Feuilletonist Heinrich Schmitt zu Beginn des Jahres 1923 das Treiben im Frankfurter Bahnhofsviertel.

Hier sei nur das Titelgebende Schumanntheater vorgestellt worden, das sicherlich als exemplarisch für den Zeitgeist und -geschmack wie auch für die Folgen des wirtschaftlichen Auf und Ab des unruhigen Jahrzehnts gelten kann. Das »Schumann« war weit über die Grenzen der Stadt hinaus bekannt und bediente den Geschmack aller Bevölkerungsschichten: Es war der Ort politischer Massenveranstaltungen und sportlicher Wettkämpfe, Spielstätte für Oper, Operette und Theater und natürlich und vor allen Dingen Aufführungsort für das Lieblingsgenre des Jahrzehnts: die großen Ausstattungrevuen. »Wir haben hier wirklich eine weltstädtische »Music Hall«, die denen von

London nichts nachgibt«, schwärmte ein Kritiker wenige Jahre nach Kriegsende. Doch bald schon warf die erste große Wirtschaftskrise ihre Schatten voraus – die Deutschen und mit ihr der Unterhaltungsbetrieb taumelten auf den Abgrund



Hochwertiges Varieté wechselte ab mit Kinovorführungen (inzwischen auch mit Ton), Volkstheater und Sportveranstaltungen. Es gab eine »amerikanische Zwergenschau«, die heute sicherlich als nicht politisch korrekt abgelehnt worden wä-

Oliver M. Piecha,
**Roaring Frankfurt.
Mit Siegfried
Kracauer ins
Schumanntheater**
Verlag Edition AV,
Frankfurt 2005,
ISBN
3-936049-48-3,
189 Seiten,
17 Euro.

zu, und der Amüsierbetrieb glich eher einem Tanz auf dem Vulkan: »Kein großes Variétéprogramm lockt mehr wie früher, dafür erklingt umso eifriger die Tanzmusik und ein gut gemischtes bürgerliches Publikum walzt, schiebt, wiegt sich ...« Auf dem Höhepunkt der Krise wurde ein neues, kostengünstigeres Konzept aus der Taufe gehoben: Das Schumann wurde zum größten deutschen Kinopalast, in dem es nicht nur Filme zu betrachten, sondern auch die großen Filmstars zu bejubeln gab. (Heute schwer vorstellbar: Man begab sich in großer Abendtoilette ins Kino!) Die Wirtschaft erholte sich langsam, das Geld saß wieder lockerer, und Frankfurt bestaute in großen Revenuen artistische Darbietungen und die unbedeckten Beine einer Truppe von »Girls«, die mit großer Akkuratess die Beine schwingen. Siegfried Kracauer, Kulturkritiker der Frankfurter Zeitung über die damals hochberühmten Tiller-Girls: »Was sie leisten ist unerhörte Präzisionsarbeit, entzückender Taylorismus der Arme und Beine, mechanisierte Grazie«, kurz: »eine Darstellung amerikanischer Tugenden, ein Flirt nach der Stoppuhr«.

Es war natürlich nicht einfach, die Gier des Publikums nach immer neuen Attraktionen in immer kürzeren Abständen zu befriedigen.

re, und ein Gastspiel der weltberühmten Tänzerin Anna Pawlowa. Auch der Clown Grock kam zu Besuch. Fester Bestandteil des Sommerprogramms waren die Ringerwettkämpfe: »Die Ringer-Treffen im Schumann-Theater – das sind die Stierkämpfe von Frankfurt am Main, Volksschauspiele von Kraft und vor allem Saft ...« Wer glaubt, die Event-Kultur sei eine Erfindung des späten 20. Jahrhunderts, wird hier eines Besseren belehrt.

Zum Ende des Jahrzehnts stand das Schumann jedoch erneut vor dem Aus; nach den »Roaring Twenties« kündigten sich die »Hungry Thirties« an. Es folgten Konkurs und Zwangsverwaltung, eine kurze allerletzte Glanzzeit in den 1930er Jahren und schließlich das Ende im Bombenhagel des Zweiten Weltkriegs. Die letzte »Sensation«, von der »Roaring Frankfurt« berichtet, kann als Symbol für das Ende einer Ära verstanden werden: So wie im Herbst 1932 im Laufe eines Tanzmarathons die Teilnehmer nach und nach entkräftet zu Boden sanken, so versank Frankfurt, so versank Deutschland. ♦

Die Rezensentin

Dr. Jutta Heibel ist Historikerin und arbeitet gegenwärtig als Datenbank-Redakteurin bei den Wertpapier-Mitteilungen (WM Datenservice).

Dämonisierung versus Dialog

Fundamentalistische Spielarten aller drei Religionen –
Was haben George W. Bush und Tony Blair mit Pilatus zu tun?

In Zeiten einer Renaissance der Religionen, der »Entsäkularisierung« (Peter L. Berger) und des Übergangs zu einer »postsäkularen Gesellschaft« (Jürgen Habermas) schießen Tagungen über Religion und Politik, Religion und Gewalt oder über den Fundamentalismus allerorts wie Pilze aus dem Boden. Zudem gibt es eine kaum überschaubare Menge an Publikationen dazu. Ein sehr lesenswerter, anspruchsvoller Band mit Beiträgen von insgesamt elf Autoren dokumentiert eine Tagung, die 2004 an der Universität Frankfurt zum Thema »Religion und Politik« stattfand. Wenn von Fundamentalismus die Rede ist, wird meistens der islamische thematisiert, immer öfter der christliche und selten der jüdische. Es ist erfreulich, dass der Band – neben religionsphilosophischen Analysen und Kritiken – die funda-

in Afghanistan und im Irak verantwortlich sind: George W. Bush jr., der wiedergeborene und wiedergewählte US-Präsident, der zu den United Methodists gehört, und Tony Blair, der Anglikaner, der von Papst Johannes Paul II. 2003 sogar die Eucharistie empfing. Es ist bezeichnend, dass sich zwar beide als Christen und regelmäßige Kirchgänger outen, doch in ihren politischen Entscheidungen die kritischen Stellungnahmen der Kirchen vor allem zum Irakkrieg ignorieren. Während Bush jr., der »das offizielle Gesicht der Vereinigten Staaten in das einer habgierigen Aggression verwandelt (hat)«, fundamentalistisches Denken und Handeln nicht abzusprechen sind, so doch Blair, auch wenn dieser politisch eine falsche Entscheidung getroffen haben mag. Für Blair ist gerade der Universalismus der Werte,

der sich nach bestem Wissen und Gewissen falsch (weil für den Krieg) entschieden hat. Aber er ist kein Fundamentalist.

Leicht ist es, wenn Religionen sich wechselseitig dämonisieren, wie Hanna E. Kassis und Yossef Schwartz am Beispiel des Nahostkonflikts in ihren Beiträgen schildern. Kassis zufolge ist »der Konflikt zwischen Israel und Palästina vorwiegend religiöser Natur«. Viel schwieriger als das Freund-Feind-Denken und -Handeln ist der Dialog der Religionen, der auf Begegnung, Vertrauen und die Fähigkeiten zu Kritik, Selbstkritik und Kompromiss baut. Am schwierigsten jedoch ist die Auseinandersetzung mit den Fundamentalisten in den eigenen Reihen, wie Schwartz gleich zu Beginn seines Beitrags über den jüdischen Fundamentalismus im Nahost-Konflikt mit Recht feststellt:

»Innerhalb beider Gesellschaften ist die Bereitschaft zum Konflikt mit der jeweils anderen Nation viel größer als die Bereitschaft zur inneren Auseinandersetzung mit den eigenen »Fundamentalisten«.

Es ist darum gut, dass der Band neben Analysen und Kritiken zum Abschluss am Beispiel des Christentums auch etwas argumentativ Strategisches für den schwierigen intrareligiösen Dialog bietet. Der Beitrag von Stefan Alkier »Die Bibel ist nicht vom Himmel gefallen« formuliert sechs »bibelwissenschaftliche Argumente gegen den christlichen Fundamentalismus«. Alkier ist völlig Recht zu geben: »Die »Bibel« der Fundamentalisten ist ein ideologisches Konstrukt, das die Realität der Bibeln ignoriert. (...) Die Bibel ist ein Buch des Plurals und ermöglicht die Vielfalt christlichen Glaubens, ohne in belanglose Beliebigkeit abzugleiten.« Für Fundamentalisten aller drei Religionen schwer verdaulich ist Alkiers Sozietätskriterium: »Eine Interpretation ist gut, wenn sie sich als ein Beitrag zu einer gemeinschaftlichen Wahrheitssuche versteht und andere Interpretationen respektiert.« Ein Dilemma sowohl für die kleine (innerchristliche) als auch die große (abrahamische) Ökumene. ♦

Stefan Alkier,
Hermann Deuser,
Gesche Linde u. a.
(Hrsg.)
**Religiöser
Fundamentalismus.
Analysen und
Kritiken**
francke-verlag,
Tübingen 2005,
230 Seiten,
29,90 Euro.



mentalistischen Spielarten aller drei Religionen berücksichtigt und die christliche gar ins Zentrum rückt.

Mit Spannung habe ich die Beiträge von Robert C. Neville über »Religion, Fundamentalismus und die Politik des Weißen Hauses« sowie von Gesche Linde über »Christlicher Fundamentalismus in Downing Street No. 10?« gelesen. Zwei Staatschefs stehen im Zentrum, die für sich das Christsein beanspruchen, doch zugleich für die Kriege

also »die grundsätzliche Wertegemeinschaft zwischen dem Westen und dem Orient, zwischen Christentum und Islam« konstitutiv. Nicht zufällig war er aufgrund seiner Verdienste in Nordirland im Jahre 2000 der erste Weltethos-Redner der Stiftung Weltethos in Tübingen. Blair beschrieb Pilatus einmal als einen »archetypischen Politiker«, weil er »sich zwischen dem Guten und dem politisch Opportunen entscheiden musste« und sich damit »in einem uralten politischen Dilemma gefangen sah – eine zeitlose Parabel auf das politische Leben«. Ironischerweise ist Blair selbst gleichsam ein zweiter Pilatus,

Der Rezensent

Dr. Martin Bauschke, Religionswissenschaftler und Theologe, ist Leiter des Berliner Büros der Stiftung Weltethos. Er ist Referent für interreligiösen Dialog und koordiniert die Wanderausstellung »Weltreligionen-Weltfrieden-Weltethos«.

»Auftauchen in einem anderen Ort«

Als reisende Anthropologin auf Spurensuche –
geführt von der Gunst des Augenblicks

Die Kulturanthropologin Ina-Maria Greverus, Autorin zahlreicher maß- und orientierungsgebender Bücher, legt mit ihrem kürzlich erschienenen Buch »Ästhetische Orte und Zeichen. Wege zu einer ästhetischen Anthropologie«, den dritten und mit 500 Seiten umfangreichsten Band ihres »Voyage-Projektes« (Die Anderen und Ich, 1995, Anthropologisch Reisen, 2002) vor. In Beispielen aus aller Welt führt die Autorin zu verdichteten Interpretationen kulturspezifischen Wissens, zu bildlichen Manifestationen des Aufbegehrens gegen soziale Zensur, gegen politische Mächte, zu Ausdrucksformen der sozialen Verletzung, des Widerstands, zu Darstellungen »enteigneter Träume« und sozialer Utopien. Es sind in »Geschichte eingebettete Antworten von Menschen auf vorgegebene Strukturen«, kulturelle Zeugnisse eines »Topos des Lebendigen«, dessen Bedeutung im Zeitalter der globalen technischen Medialisierung immer mehr in den Hintergrund gerät.

Das Credo dieses Buchs ist seine Leidenschaft für das Aufspüren kreativer Eigenständigkeit kultureller Praktiken, wobei es immer der anthropologische Zufall oder die »Gunst des Augenblicks« ist, der sie auf ihrem Erfahrungsweg führt. Einem Weg, der die kulturellen Ästhetiken – ob hohe Kunst oder populäre, von intellektuellen oder einfachen Menschen – als Sinnvermittlung aufspürt. Die Grenze zwischen dem Eigenen und dem Fremden ist ihr dabei in Christian Morgensterns listiger Perspektive ein durchlässiger »Lattenzaun, um durchzuschauen«. Gerade in diesen Zwischenräumen wird auch die Spannung zwischen vorgegebenen Strukturen und kulturellem Gegenwillen offensichtlich.

Ina-Maria Greverus lässt die erzählenden Bilder und Formen reflexiv und selbstreflexiv als Imaginationsquellen sprechen. Damit macht sie die ästhetischen Orte und Zeichen berührbar und als Ausdruck eines dynamischen kulturellen Prozesses, als Ausdruck gelebter Erfahrung von Menschen und

ihrer Vorstellung von Zukunft erfahrbar.

Die Suche nach den gemalten Spuren politischer Aussagen in der kollektiven Kunst bringt sie beispielsweise zu den Murales, den Orten des Protests in Nicaragua, in mexikanischen Diasporas oder in Sardinien, oder sie begegnet ihnen in sibirischen Städten, wo in monumentalen Wandmalereien die »Traumfabrik Kommunismus« als gebaute und gemalte »Mauerwerke der Geschichte« die Wende überlebte. Sie hinterfragt die Auswirkungen der Kommerzialisierung der »Naiven« in Hlebine/Kroatien und vergleicht sie mit den Bauernmalern am Nicaragua-See und der naiven surrealen Kunst Haitis. Im Gespräch mit Künstlern der Aborigines spürt sie dem kulturellen Erbe zwischen sozialer Identität und nationaler beziehungsweise globaler Vermarktung nach. Dann wieder sind es Mensch-Raum-Beziehungen, die sich in den gemalten Zukunftssängsten Jugendlicher zum Ausdruck bringen. Das Gemeinsame aller nahen und zugleich fernen Spurensucher und Spurensicherer kristallisiert sich in der Begegnung mit einem künstlerischen Spurensuchenden, Nikolaus Lang, ehe die Autorin aus den eigenen Grenzerfahrungen die Möglichkeiten einer ästhetischen Anthropologie noch einmal in Bild und Wort vor Augen führt.

Was dieses Werk der reisenden Anthropologin auszeichnet, ist die verstehende und auf gleicher Höhe stattfindende Begegnung mit Menschen und ihren künstlerischen Darstellungen. Sie hört ihre Geschichten, folgt ihren Bewegungen und ihren Imaginationen. Ein »unvermittelter Durchblick auf das Andere, eine verstehende Annäherung, vermag die kulturellen Grenzen zu reduzieren, die eigenen wie die fremden«. So verwandeln sich die ästhetischen Zeichen zu »Transiterfahrungen« zwischen Raum und Zeit, zwischen Schöpfern und Empfängern der Botschaft, zwischen eigenen und fremden Erfahrungen und zwischen Kulturen. Ihre persönliche Involviertheit wird

nicht von distanzierter Betrachtung verstellt, ihre Teilnahme nicht von distanzierter Beobachtung abgespalten. Die evozierende »Aura« (Benjamin) der vielen ästhetischen Zeichen und Orte ist dem Text vermit-



Ina-Maria Greverus
Ästhetische Orte und Zeichen
LIT Verlag,
Münster 2005,
ISBN
3-8258-9085-6,
488 Seiten,
39,90 Euro.

telbar geblieben, nicht zuletzt deshalb, weil die Autorin auch die Leserin oder den Leser nicht isoliert, an ihrer persönlichen Sichtweise und den oft zufälligen Umständen teilhaben lässt.

Ina-Maria Greverus wurde nie müde, darauf zu insistieren, den Weg des Dialogs zur Erkenntnis zu gehen, den Glauben an seine Sinnhaftigkeit in der Wissenschaftspraxis zu mobilisieren. Mit diesem von inspirierenden Fotodokumentationen begleiteten Band legt die emeritierte Professorin und Begründerin des renommierten Instituts für Kulturanthropologie der Universität Frankfurt jedenfalls einen Weg der kulturwissenschaftlichen Erfahrung vor, der von ethnographischer Feldforschung und der Auseinandersetzung über die ästhetische Vermittlung seit der klassischen Moderne durchdrungen ist. Ein Weg, der jede Grenzziehung zwischen distanzierter ästhetischer Theorie und den intuitiven Antworten der Menschen auf ihre Welt hinter sich lässt und zu einem neuen, zu einem interdisziplinären Ästhetikdiskurs führt. ♦

Die Rezensentin

Prof. Dr. Elisabeth Katschnig-Fasch lehrt und forscht am Institut für Kulturanthropologie und Volkskunde der Karl-Franzens-Universität Graz.

Erstens kommt es anders, als man zweitens denkt

Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit – Logisches Denken und Zufall

Oft kommt es anders als man denkt. Aber auch darauf sollte sich niemand verlassen«, so steht es auf dem neuen Buch der beiden Erfolgsautoren Hans-Herman Dubben und Hans-Peter Beck-Bornholdt. Warum das so ist, zeigen die beiden Physiker, die am Institut für Allgemeinmedizin des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf lehren und forschen, anhand zahlreicher, oft recht amüsanter Beispiele aus medizinischer Forschung, Rechtsprechung oder – aus dem ganz normalen Leben. Warum verursacht die Entlastungsautobahn mehr



Hans-Hermann Dubben und Hans-Peter Beck-Bornholdt
Mit an Wahrscheinlichkeit grenzender Sicherheit. Logisches Denken und Zufall
 rororo science
 Rowohlt Taschenbuch Verlag,
 Reinbek 2005,
 2. Auflage
 Januar 2006,
 ISBN
 3-499-61902-4,
 219 Seiten,
 8,90 Euro.

Staus? Warum gewinnt Oskar die Wahl, obwohl er weniger Stimmen hat als Inge? Das DNA-Profil von Peter S. passt, aber ist er der Täter? Lauter Paradoxa, Widersprüche und voreilige Schlüsse, die von den Autoren als solche entlarvt und erklärt werden. Ihre Aufklärung dürfte zu manchem Aha-Erlebnis führen.

Wahrscheinlichkeitsrechnung – das klingt zunächst einmal ziemlich trocken, wenig spannend, amüsant oder gar lebensbedrohend. Kann es aber sein – wie der Fall der Engländerin Sally Clark zeigt, die rein aufgrund von Wahrscheinlichkeitsrechnungen und ohne Beweise wegen doppelten Mordes verurteilt wurde. Sie hatte binnen 14 Monaten zwei Babys durch plötzlichen Kindstod verloren. Der wissenschaftliche Sachverständige rechnete vor, dass die Wahrscheinlichkeit, in einer Familie zufällig innerhalb so kurzer Zeit zwei Fälle von plötz-

lichem Kindstod vorzufinden, 1 zu 73 Millionen sei. Mrs. Clark musste ins Gefängnis. Dubben und Beck-Bornholdt nehmen das Gutachten auseinander und entlarven die Schlussfolgerung als blanken Unsinn. Denn die Wahrscheinlichkeit des zufälligen doppelten Kindstodes von 1 zu 73 Millionen bedeutet keineswegs, dass es mit 99,999986 Prozent Wahrscheinlichkeit Doppelmord war. Oder bedeutet eine Wahrscheinlichkeit von 1 zu 14 Millionen, beim Lotto zu gewinnen, dass der Gewinner zu 99,99993 Prozent ein Betrüger ist? Übrigens: Im April 2003 sprach auch das englische Gericht die unglückliche Mutter frei.

»Mit an Wahrscheinlichkeit grenzender Sicherheit, Logisches Denken und Zufall« ist das dritte Buch der Autoren. Auf über 200 Seiten durchforsten sie in 15 Kapiteln die Welt der Wahrscheinlichkeiten, deren Treffsicherheit oft auch von äußeren Umständen abhängt. Wie im Fall von Klaus und Eva. Laut DNA-Test ist Klaus der Vater von Evas Baby – mit 99,999-prozentiger Sicherheit. Wenn – ja wenn – die Lebensumstände dem entsprächen, die beiden also ein Paar sind und Klaus nicht mehr als einen oder zwei Konkurrenten um die Vaterschaft hat. Wenn jedoch Eva ständig wildfremde Partner hat, sinkt die Wahrscheinlichkeit von Klaus Vaterschaft beträchtlich. Auf die äußeren Umstände kommt's eben an!

Amüsant, oft mit leiser Ironie, immer unterhaltsam rollen die Autoren Fall für Fall auf, führen die Leser in die Irre – und wieder hinaus. Sie zeigen haarsträubende Beispiele für den fahrlässigen Umgang mit Zahlen aus der Medizin und zerlegen scheinbar einleuchtende Statistiken zu Magnesium-Mangel, Strahlentherapie oder BSE. Dabei lassen sie die Köpfe der Leser rauchen. Denn ganz so einfach ist es nicht, ihren mathematischen Exkursen zu folgen. Auch wenn sie diese immer mit alltäglichen Beispielen oder Bildern belegen. Ganz abgesehen davon, dass sie mehrere

Kapitel auch noch mit einer stattlichen Anzahl Fragen – oder besser gesagt »Kopfnüssen« – für die Leser spicken. Die Lösungen der kniffligen Aufgaben können am Ende des Buches nachgelesen werden. Wer hätte gedacht, dass folgende Wette viele Ihrer Wettgegner mit großer Wahrscheinlichkeit zum Verlierer macht? Sie zählen das Münzgeld in Ihrem Portmonee, und wenn die Summe mit einer der drei Ziffern 1, 2 oder 3 beginnt, bekommen Sie von Ihrem Wettpartner einen Euro. In allen anderen Fällen, also bei den sechs Ziffern von 4 bis 9, zahlen Sie den Euro. Diese – unfaire – Wette basiert auf dem Newcomb-Benford-Phänomen, das besagt, dass in vielen Statistiken – auch beim Wechselgeld im Portmonee – die erste Stelle keinesfalls gleich häufig mit den Ziffern von 1 bis 9 besetzt ist. Die Ziffern 1, 2 und 3 tauchen in 60,2 Prozent der Fälle auf! Das hängt mit dem Verhältnis der Zahlen zusammen: Von 10 Cent nach 20 Cent verdoppelt sich der Wert Ihres Münzgelds, von 70 Cent nach 80 Cent hingegen nicht. Der Wirtschaftsprüfer Mark Nigrini konnte mit Hilfe dieses Phänomens sogar Steuerbetrüger entlarven: Die Bilanzfälscher hatten zu wenige Einsen als führende Ziffern in ihren Steuererklärungen verwendet!

Dass man mit statistischen Methoden trefflich manipulieren kann, ist bekannt. Ein und dieselbe Forschungsarbeit kann dann durchaus zu unterschiedlichen Interpretationen führen. Dieses Phänomen zeigen die Autoren an einer Studie von 1972 aus Großbritannien, die angeblich eine höhere Lebenserwartung von Raucherinnen im Vergleich zu Nichtraucherinnen belegt. Es wurden jedoch nicht alle Einflussfaktoren, wie etwa das Alter der Frauen, berücksichtigt.

Ein spannendes Buch – auch für Leser, zu deren Stärken nicht gerade die Mathematik zählt. ♦

Die Rezensentin

Dr. Beate Meichsner arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin und Buchrezensentin seit Jahren dieses Wissenschaftsmagazins.

Plopp im Kopf

Von Menschen und Ratten – eine spannende Reise durch die Experimentelle Psychologie

Wer sich für Psychologie interessiert, hat schon einmal von diesem Experiment gehört: 1961 wies der junge Assistenzprofessor Stanley Milgram Versuchspersonen erfolgreich an, fremden Menschen – vermeintlich – Stromschläge zu versetzen, bis diese sich vor Schmerzen krümmten. So sollte angeblich deren falsches Lernverhalten bestraft werden. Das auch für Milgram unerwartete und schockierende Ergebnis: 65 Prozent der Teilnehmer folgten den »wissenschaftlichen« oder einfach nur autoritären Anweisungen. Sie steigerten die Stromstärke, bis ihr Gegenüber leblos zusammenbrach. Dass es sich dabei um einen Schauspieler handelte, erfuhren die Probanden erst hinterher – für sie war die Situation real. Die amerikanische Psychologin Lauren Slater schildert in ihrem Buch »Von Menschen und Ratten« anschaulich dieses und andere berühmte Experimente der Psychologie des 20. Jahrhunderts. Und sie belässt es nicht bei einer bloßen Schilderung der Versuche, sondern sie geht weiter und beschäftigt sich ausführlich mit den Menschen hinter den Versuchen – Wissenschaftlern genauso wie Versuchspersonen. Sie begibt sich auf Spurensuche bei Familien und Freunden und versucht zu ergründen, inwieweit die Experimente das Leben der Forscher – oder auch der Versuchsteilnehmer – beeinflusst haben. Milgram zum Beispiel ließ Zeit seines Lebens die Frage nicht mehr los, warum Menschen grundlos grausam sind. Slater scheut nicht vor der Frage zurück, wie sie wohl selbst in einer ähnlichen Situation reagiert hätte – ob sie zu den 65 Prozent der Gehorsamen oder zu den 35 Prozent der sich erfolgreich widersetzenden Probanden gehört hätte.

Die oft geheimnisvolle Welt der Psychologie wird Laien in diesem Buch äußerst spannend und kompetent näher gebracht. Die Leser begegnen den großen amerikanischen Verhaltensforschern wie Burrhus Frederic Skinner mit seinen gelehrigen Ratten und seinen Black-Box-Experimenten. Dieses

klassische Beispiel zeigt, dass das Verhalten von Ratten – und das von Menschen – durch Belohnung und Bestrafung konditioniert werden kann. Weniger der freie Wille als vielmehr die Aussicht auf Belohnung oder die Angst vor Verletzung der Bestrafung bestimmen das Handeln.

Der englische Originaltitel »Opening Skinner's Box« macht deutlich, dass Slater eine Tür öffnet, die unerwartete Einblicke über sich selbst liefern und Fragen zum eigenen Verhalten aufwerfen kann. Die zehn berühmten, teils berüchtigten Experimente sind allesamt bedeutend für unser Selbstverständnis als Menschen. Und viele von ihnen haben heftigen Widerspruch hervorgerufen, vor allem, weil sie allzu oft an den Grundfesten vom – damaligen – Bild vom Menschen und seinem Verhalten rüttelten.

Ein Beispiel: Der Jurist und Psychologe David Rosenhan schickte 1973 acht Freiwillige mit erfundenen schizophrenen Problemen in 12 verschiedene psychiatrische Kliniken. Das Erschreckende war, dass keiner der Ärzte die Simulanten erkannte – im Gegensatz zu den echten Patienten in der Psychiatrie. Sie entlarvten die falschen Patienten ohne Mühe. Die Ärzte dagegen wiesen die Simulanten bis zu 57 Tage stationär ein, und die Diagnosen reichten von Schizophrenie, manisch-depressivem Irresein bis zu schweren depressiven Psychosen – bis sie alle – früher oder später – mit der Diagnose »Spontanremission« entlassen wurden. Dabei hatten Rosenhans angebliche Patienten nichts weiter getan, als bei der Eingangsuntersuchung gesagt: »Ich höre eine Stimme. Sie sagt Plopp.« Kein Wunder, dass dieses Experiment einen Sturm der Entrüstung bei den Klinikärzten hervorrief. Zu ihrer Ehrenrettung forderten sie Rosenhan auf, drei Monate lang erneut Scheinpatienten zu schicken und präsentierten nach Ablauf der Zeit 41 entlarvte Simulanten – aber Rosenhan hatte in der fraglichen Zeit keine Probanden zu ihnen geschickt. Die Frage, ob die Macht der Psychiater ihrer Kompetenz ent-

spricht, ob ihre Sicht auf Patienten subjektiv oder objektiv ist, war damit klar beantwortet.

Lauren Slater, die nicht davor zurückscheut, einige der vorgestellten Experimente am eigenen Leib zu wiederholen, hat dies erst kürzlich neunmal mit dem Rosenhan-Experiment getan – in der Hoffnung, dass die Kritik der Vergangenheit Früchte getragen hat. Slater



Lauren Slater
Von Menschen und Ratten – Die berühmten Experimente der Psychologie
 Beltz Verlag,
 Weinheim 2005,
 ISBN
 3-407-85782-9,
 345 Seiten,
 22,90 Euro.

wurde nach der Präsentation des »Plopp« nicht mehr stationär aufgenommen, aber man nahm ihre Krankheit durchaus ernst. Die Diagnose – gestellt nach durchschnittlich 15-minütiger Untersuchung – lautete »Hauch von Psychose« oder »leichte Depression«, die mit insgesamt 25 verschiedenen Antipsychotika und 60 Antidepressiva behandelt werden sollte.

Man wirft Slater unwissenschaftliches Vorgehen vor – was sicher nicht falsch ist. Dem Buch jedoch tut dies keinen Abbruch. Denn für die Autorin stehen vor allem die an den Experimenten beteiligten Menschen im Mittelpunkt – egal, ob es sich bei den Versuchen um Grausamkeit handelt oder um die Angst vor Hilfeleistung in höchster Not, ob es um Mitleid oder Liebe geht oder um Erinnerung, Gerechtigkeit oder Autonomie. Das romanhafte und oft humorvolle, teilweise zynische, eben nicht auf Prozentzahlen und Messwerte konzentrierte Buch machen »Von Menschen und Ratten« gerade lesenswert. ◆

Die Rezensentin
Dr. Beate Meichner ist Chemikerin und arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin im Rhein-Main-Gebiet.

Die nächste Ausgabe von »Forschung Frankfurt« erscheint im April 2007.

»Divi filius – Mein Vater ist ein Gott!«



Alle »guten« Kaiser im alten Rom wurden nach ihrem Tode in den Kreis der Götter aufgenommen. Die Römer stellten sich die Vergöttlichung häufig so vor, dass der verstorbene Herrscher unter die Sterne versetzt wurde. Es lag insbesondere im Interesse der nachfolgenden Kaiser, diese »Verstirnung« zu kommunizieren: Ihnen bot sich die Möglichkeit, zum Sohn eines Gottes – divi filius – aufzusteigen und ihre eigene Herrschaft zu festigen. Über die Vergöttlichung als eines der charakteristischen Motive politischer Sprache in der römischen Kaiserzeit berichten die beiden Historiker Vera Margerie-Seeboth und Christian Bechtold in

der kommenden Ausgabe von »Forschung Frankfurt«. Sie forschen im Rahmen des Internationalen Graduiertenkollegs »Politische Kommunikation von der Antike bis ins 20. Jahrhundert«, das von mehr als 20 Wissenschaftlern der beteiligten Universitäten Frankfurt, Bologna, Trient und Innsbruck getragen wird.

Sprecherin des Kollegs ist die Vize-Präsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die Frankfurter Historikerin Prof. Dr. Luise Schorn-Schütte, die in einem Interview der neuen Ausgabe des Wissenschaftsmagazins gemeinsam mit ihrem polnischen Kollegen Prof. Dr. Wojciech Kriegseisen aus Warschau Möglichkeiten, Chancen und Perspektiven einer internationalen Zusammenarbeit der Geisteswissenschaften in Europa erörtern wird. ◆

Wissenschaftsmagazin der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Impressum

Herausgeber

Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Redaktion

Ulrike Jaspers, Diplom-Journalistin, Referentin für Wissenschaftskommunikation (Geistes- und Sozialwissenschaften), Senckenberganlage 31, Raum 1053, 60054 Frankfurt am Main, Telefon (069)798-23266, Telefax (069) 798-28530 E-Mail: jaspers@ltg.uni-frankfurt.de

Dr. phil. Anne Hardy, Diplom-Physikerin, Referentin für Wissenschaftskommunikation (Naturwissenschaften und Medizin), Senckenberganlage 31, Raum 1059, 60054 Frankfurt am Main, Telefon (069)798-28626, Telefax (069) 798-28530 E-Mail: hardy@pww.uni-frankfurt.de

Vertrieb

Ingrid Steier, Senckenberganlage 31, 60054 Frankfurt am Main, Raum 1052, Telefon (069)798-22472, E-Mail: I.Steier@vdv.uni-frankfurt.de

Forschung Frankfurt im Internet

www.muk.uni-frankfurt.de/Publikationen/FFFM/index.html

Anzeigen und Verlag

VMK Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH&Co.KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Telefon: 06243/909-0, Telefax: 06243/909-400 E-Mail: info@vmk-verlag.de, Internet: www.vmk-verlag.de

Druck

VMK-Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Telefon: 06243/909-110, Telefax: 06243/909-100 E-Mail: info@vmk-druckerei.de, Internet: www.vmk-verlag.de

Illustrationen, Layout und Herstellung

schreiberVIS, Joachim Schreiber, Villastraße 9A, 64342 Seeheim, Tel. (06257) 962131, Fax (06257) 962132, ISDN-Leo (06257) 962133, E-Mail: joachim@schreibervis.de, Internet: www.schreibervis.de

Grafisches Konzept

Elmar Lixenfeld, Büro für Redaktion und Gestaltung, Werrastraße 2, 60486 Frankfurt am Main Telefon (069) 7075828, Telefax (069) 7075829, E-Mail: e.lixenfeld@t-online.de

Bezugsbedingungen

»Forschung Frankfurt« kann gegen eine jährliche Gebühr von 14 Euro abonniert werden. Das Einzelheft kostet 3,50 Euro. Einzelverkauf u. a. im Buch- und Zeitschriftenhandel in Uni-Nähe und beim Vertrieb. Für Mitglieder der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. sind die Abonnementgebühren für »Forschung Frankfurt« im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Hinweis für Bezieher von »Forschung Frankfurt« (gem. Hess. Datenschutzgesetz): Für Vertrieb und Abonnementverwaltung von »Forschung Frankfurt« werden die erforderlichen Daten der Bezieher in einer automatisierten Datei gespeichert, die folgende Angaben enthält: Name, Vorname, Anschrift, Bezugszeitraum und – bei Teilnahme am Abbuchungsverfahren – die Bankverbindung. Die Daten werden nach Beendigung des Bezugs gelöscht.

Die Beiträge geben die Meinung der Autoren wieder. Der Nachdruck von Beiträgen ist nach Absprache möglich.

Bildnachweis

Titelbild: F.A.Z.-Grafik von Döring, Nachdruck aus der Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung vom 14.5.2006

Editorial: Foto von Uwe Dettmar, Frankfurt.

Inhalt: Hinweise bei den jeweiligen Beiträgen.

Nachrichten: Seite 4 Foto von Rolf Oeser, Frankfurt; Grafik von schreiberVIS, Seeheim-Jugenheim; Seite 5 Grafik von schreiberVIS, Seite 6 Foto von Dettmar; Seite 7 Com-

puteranimation von msm Architekten, Darmstadt; Seite 8 oben Arbeitsgruppe Stefanie Dimmeler, Seite 8 unten Foto von Günther Jockel, Darmstadt; Seite 9 Foto von Dettmar; Seite 10 Foto von Martin Joppen, Frankfurt; Seite 11 Grafik des Zentrums für Interdisziplinäre Neurowissenschaften (ICN), Frankfurt; Seite 12 Foto vom Bundesministerium des Innern, Berlin.

Forschung intensiv – Stringtheorie: Seite 14 Martin Lübke, Uppsala; Seite 15 F.A.Z.-Grafik von Döring, Nachdruck aus der Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung vom 14.5.2006; Seite 16 Graphik von schreiberVIS, Foto von Antonio Saba für CERN; Seite 17 Grafik von schreiberVIS, Seite 18 Simulation der ALICE collaboration, Autorenfoto von Dettmar.

Forschung intensiv – Stochastisches Resonanz-Training: Seite 19 bis Seite 24 alle Grafiken und Fotos (soweit nicht anders angegeben) vom Autorenteam Haas, Turbanski, Schmidtbleicher; Seite 19 Foto links von Dettmar; Seite 24 Autorenfoto von Dettmar.

Forschung intensiv – Familialer Wandel: Seite 26 bis Seite 31 alle Illustrationen von Sabrina Robyn Diesler, Darmstadt; Seite 30 Autorenfoto von Dettmar.

Forschung intensiv – Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe: Seite 32 links Ullstein Bild, Berlin, rechts PD. Dr. Thomas Schöpke, Berlin, www.pharmakobotanik.de; Seite 33 Tabelle nach Watzl und Leitzmann: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln, Hippokrates Verlag, Stuttgart 2005, S. 23; Seite 34 Schema von Schubert-Zsilavec, Seite 35 Grafik von schreiberVIS nach einer Vorlage aus Arzneimittel in der Pipeline, 2. Jahrgang, 19.1.2006, S. 3, Seite 36 Foto unten links von Schöpke, Mitte und rechts von Ullstein-Bild; Seite 37 Darstellung von Lutz Franke, Seite 38 Autorenfotos von Stein, Schubert-Zsilavec und Steinhilber von Dettmar.

Forschung intensiv – Religionsphilosophie: Seite 39 Foto aus Joseph Brent, Charles Sanders Peirce – A Life, Indiana University Press, 1993, Umschlagklappe; Seite 40 Foto aus Brent, S. 35; Seite 41 Foto oben aus Brent, S. 191; Seite 41 unten links aus Brent, S. 129, und unten rechts aus Brent, S. 142; Seite 42; Seite 42 oben aus Brent, S. 265; Seite 42 unten Manuskriptseite aus Max H. Fisch, Peirce, Semeiotic, and Pragmatism, Indiana University Press, 1986, S. 174; Seite 43 Foto aus Brent, S. 307; Seite 44 Foto aus Brent, S. 320

Forschung aktuell: Seite 45 oben JILA, bec und cold atoms Gruppe, Boulder, Colorado, Grafiken Seite 45 bis 47 Arbeitsgruppe Hofstetter; Seite 48 und 49 Grafiken von Klaus Langer; Seite 49 Bild 2 Arbeitsgruppe Prof. Schubert, Institut für Biophysik, Universität Frankfurt, abgedruckt in: Vogel et al., Characterization of serum albumin nanoparticles by sedimentation velocity analysis and electron microscopy. *Progr. Colloid Polym. Sci.* 119 (2002); Seite 31 bis Seite 36, Bild 3 abgedruckt in: Schäfer et al., Phagocytosis and degradation of human serum albumin microspheres and nanoparticles in human macrophages. *J. Microencapsulation* 11 (1994), S. 261–269; Seite 50 Grafik in ähnlicher Form, aber ohne schematische Arzneistoff-Darstellung abgedruckt in: Steinhilber et al., Trastuzumab-modified nanoparticles: Optimisation or preparation and uptake in cancer cells. *Biomaterials* 27 (2006), S. 4975–4983; Kasten Seite 50 Bilder von Ali Tinazli und Alexander Kleefen, Institut für Biochemie; Seite 51 mikroskopische Aufnahmen von Langer; Seite 52 bis 54 alle Karikaturen von Freimut Woessner, Berlin; Seite 55 oben Foto von Bosch, Stuttgart; Seite 55 unten Foto vom Jüdischen Museum, Berlin; Seite 56 oben Abbildung aus Ekvall, G. (1971). Creativity at the place of work: A study of suggestors and suggestion systems in the Swedish mechanical industry. Stockholm: The Swedish council for personnel administration; Seite 59 bis 61 Grafiken und Modelle aus Review-Artikel Ref. 6 im Artikel, S. 362 Fig. 1; Kasten Seite 61 AACR/Todd Buchanan (2006); Seite 63 Bild oben rechts aus Reform-Rundschau, Juni 1940; unten links aus Reform-Rundschau, Juni 1941; Seite 64 Bild oben aus Reform-Rundschau, April 1941; Bild Mitte aus Reform-Rundschau, September 1940; Seite 65 Bild oben aus Reform-Rundschau, Juni 1940; Bild unten rechts und links aus Reform-Rundschau, August 1939; Seite 66 aus Reform-Rundschau, Juni 1941; Seite 67 bis 70 Bilder und Zeichnungen von Dr. Senckenbergische Stiftung, Frankfurt am Main mit Ausnahme von Seite 68 oben Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt; Seite 71 bis 73 Foto aus dem Privatbesitz von Maria Dessauer; Kasten Seite 72 von Claudia Freudenberger; Seite 73 unten Siemens MEDArchiv, Erlangen, Seite 74 Archiv der Universität Frankfurt, Anzeige reproduziert aus dem Artikel von Martin Goes, Ref. 4 im Artikel, S. 212.

Perspektiven: Seite 75 bis 78 Fotos von Dettmar; Seite 77 Grafik von Christine Kost, Georg-Speyer-Haus; Seite 79 bis 82 alle Fotos von Sonja Schwarz, Frankfurt; Seite 83 bis 85 oben Bildmaterial der »humatrix AG«, Seite 85 unten Foto von Dettmar, Seite 87 Schema von Jahnke.