

# Liebe Leserinnen, liebe Leser,



unsere Position als führende hessische Forschungsuniversität haben wir weiter ausbauen können. Zwei herausragende Ergebnisse der vergangenen Monate, die uns darin bestätigen, mit der Profilbildung in der Forschung den richtigen Weg besritten zu haben, lassen Sie mich hier noch einmal kurz erwähnen: Im jüngsten Forschungsranking des Centrum für Hochschulentwicklung (CHE) ist die Johann Wolfgang Goethe-Universität auf den achten Platz im Feld der forschungsstärksten Universitäten um einen weiteren Platz nach vorne gerückt. Ermutigend auch die Signale, die wir Ende Januar von der Deutschen Forschungsgemeinschaft aus Bonn erhielten: In der ersten Phase im Rahmen der Exzellenzinitiative von Bund und Ländern kamen vier von sieben Antragsskizzen, die unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Kooperation mit anderen Forschungseinrichtungen eingereicht hatten, in die nächste Runde.

Positiv beurteilten die international besetzten Gutachtergruppen die zwei Exzellenzcluster »Macromolecular Complexes« und »Excellence Cluster Cardio-pulmonary System« sowie die zwei Graduiertenschulen »Otto Stern School for Integrated PhD Education in Natural Sciences« und »Frankfurt Inter-

national Research Graduate School for Translational Biomedicine« (FIRST). Dabei haben die Qualität der Forschung sowie die Originalität und Kohärenz des wissenschaftlichen Programms, aber auch die Integration außeruniversitärer Forschungseinrichtungen eine wichtige Rolle gespielt; hier kann die Wissensregion Rhein-Main besonders punkten. Unsere Wirtschaftswissenschaftler werden mit einem weiteren Antrag im Bereich »Law, Money and Finance« nun noch in den Wettstreit um die Exzellenzcluster einsteigen. Diese Cluster werden mit je 6,5 Millionen Euro pro Jahr gefördert, während die ausgewählten Graduiertenschulen mit 1 Million Euro rechnen können; hinzu kommen noch 20 Prozent als pauschaler Zuschlag zur Finanzierung indirekter Ausgaben.

Auch in den Sozial- und Geisteswissenschaften haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den vergangenen Monaten motivierende Signale für eine engere Kooperation gesetzt – auch wenn der Antrag für ein Exzellenzcluster im ersten Ansatz nicht von dem wünschenswerten Erfolg gekrönt war. Das Interview mit der Vizepräsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Luise Schorn-Schütte, das Sie unter dem Stichwort »Perspektiven« lesen können, stimmt uns zuversichtlich, mit passgenauen Förderinstrumenten zukunftsweisende Impulse für die Sozial- und Geisteswissenschaften setzen zu können.

Wir wollen in der ersten Liga im bundesdeutschen Wettbewerb spielen, deshalb

konzentrieren wir unsere Kräfte zurzeit darauf, einen Antrag für die so genannte dritte Förderlinie »Zukunftskonzepte zur universitären Spitzenforschung« zu entwerfen, der die bisherigen Forschungsfelder fortentwickelt und perspektivisch innovative Potenziale ausweist. Maximal zehn Universitäten werden hier das Rennen machen und in den Kreis der Elite-Universitäten aufsteigen können. Wir sind gut aufgestellt und sollten unsere Chancen nun konsequent und kreativ nutzen.

In den Life Sciences sind wir ausgezeichnet positioniert. Mit den wissenschaftlichen Zentren konnten interdisziplinäre Forschungscluster etabliert werden. In dieser Ausgabe unseres Wissenschaftsmagazins erwartet Sie ein spannender Beitrag von Robert Tampé, Vorstandsmitglied des Center for Membrane Proteomics (CMP). Ein weiterer Beitrag aus dem Themenkreis der Immunologie, den Michael Meyer-Hermann, ALTANA-Fellow am Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS), zu mathematischen Modellen verfasst hat, lässt auch für Laien erahnen, welche Potenziale die fächerübergreifende Kooperation in den nächsten Jahren noch in sich birgt.

Eine informative Lektüre wünscht Ihnen

Ihr

Jürgen Bereiter-Hahn  
Vize-Präsident der Johann  
Wolfgang Goethe-Universität

**Nachrichten**

- 4 Präsident Steinberg im Amt bestätigt – »Der eingeschlagene Kurs wird entschlossen vorangetrieben«

---

- 5 Influenza-Gefahr durch Vogelgrippe?

---

- 6 Mit Stammzellen gegen Infarktschäden

---

- 6 Warum manche Schnecken Haare haben

---

- 8 Neuer Sonderforschungsbereich zur Blutgefäßforschung

---

- 8 Biologische Online-Bibliographie – BioLIS

**Forschung intensiv**

<b>Korallenriffe</b>	10	Das Gedächtnis der Meere – Korallenriffe speichern Klimadaten
<b>Theologie interkulturell</b>	18	Wie Religionen fundamentalistisch werden
<b>Morbus Parkinson</b>	26	Ist ein neurotropes Pathogen die Ursache des sporadischen Morbus Parkinson?
<b>Viruspersistenz</b>	34	David gegen Goliath – Wie Viren das Immunsystem überlisten
<b>Immunologie</b>	39	Immunologische Experimente am Computer

**Forschung aktuell**

- 44 »Kulturelle Kannibalen«? Videoclips prägen Ästhetik unserer Kunst- und Alltagskultur

---

- 48 Zwischen Kulturindustrie und autonomer Kunst – Das Subversive im Werk Bob Dylans

---

- 53 Verborgene Musikkultur in Frauenklöstern des Mittelalters und der Frühen Neuzeit

---

- 57 Vom Abfall zum Kraftstoff: Bioethanol aus Pflanzenabfällen

---

- 60 Die Rechnung geht nicht auf: Weniger Menschen = niedriger Wasserverbrauch

## Das Gedächtnis der Meere – 10 Korallenriffe speichern Klimadaten



Korallenriffe gehören zu den ältesten Zeugen der Erdgeschichte. So existieren die Riffe der Bahamas seit dem Erdzeitalter des Jura (vor zirka 180 Millionen Jahren). Da tropische Korallenriffe nur in der Nähe der Meeresoberfläche wachsen, können Geowissenschaftler mit Hilfe fossiler Korallenfunde ermitteln, wie sich

der Pegel des Meeresspiegels in vergangenen Jahrtausenden entwickelt hat. Auch andere wichtige Klimadaten wie Wassertemperatur, Sonneneinstrahlung und Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre sind in Korallenriffen »gespeichert«. Frankfurter Geowissenschaftler um Prof. Dr. Eberhard Gischler erschließen diese wichtigen Daten, die weit vor menschliche Messungen zurückreichen, durch systematische Bohrungen in Korallenriffen der Karibik, des Persischen Golfs und der Malediven.

## Wie Religionen 18 fundamentalistisch werden

Religiöser Fundamentalismus wird oft verkürzt als Reaktion auf die Dominanz der westlichen Zivilisation gedeutet. Das religiöse Bewusstsein, ob im Christentum, Islam, Hinduismus oder in anderen Religionen, ist immer geprägt von einer unauflösbaren Dialektik – von der grundlegenden Unterscheidung zwischen Gott und der erlösungsbedürftigen Welt und von der Gegenwart des Göttlichen in der Welt.



Wenn dieses sensible Gefüge gestört wird, wenn beispielsweise die eigene religiöse Welt mit der Wahrheit Gottes gleichgesetzt wird, wie Fundamentalisten aller Religionen es praktizieren, ist auch der interkulturelle Dialog in Gefahr, erläutert der Theologe Prof. Siegfried Wiedenhofer.

## Pathologische Veränderungen 26 bei sporadischem Morbus Parkinson

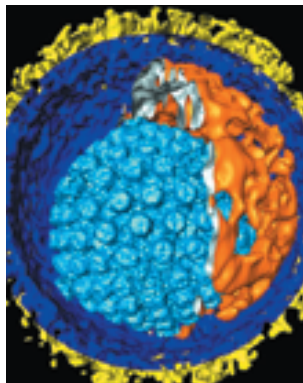
Der sporadische Morbus Parkinson ist nach dem Morbus Alzheimer die häufigste degenerative Erkrankung des menschlichen Nervensystems. Wie bei vielen anderen Krankheiten auch, erkennt der Kliniker nur die späten Stadien, die sich durch Fehlfunktionen der Motorik bemerkbar machen. Die frühen symptomfreien Stadien des Morbus Parkinson lassen sich nur durch postmortale Untersuchungen nachweisen. Wesentliche Kriterien für die Stellung einer postmortalen Diagnose sind Einschlusskörper, die sich bei der Fehlfaltung von Proteinen bilden. Wie sie sich entwickeln und in den verschiedenen Stadien der Krankheit im Nervensystem ausbreiten, ist Gegenstand der Untersuchung von Prof. Dr. Heiko Braak und Dr. Dr. Kelly Del Tredici vom Institut für Anatomie I. Als Auslöser des Morbus Parkinson vermuten sie ein bisher nicht nachgewiesenes neurotropes Pathogen, das über den Magen aufgenommen werden könnte.



# David gegen Goliath – Wie Viren das Immunsystem überlisten

34

Infektionen mit Herpesviren sind bereits seit der Antike bekannt. Doch erst in den 1960er Jahren erkannte man die virale Herkunft der Erkrankung. Allen acht heute bekannten Varianten der humanen Herpesviren ist die Fähigkeit zur Ausbildung viraler Persistenz gemeinsam, das heißt zum lebenslangen Überleben in einem Wirt. Trotz ausgeklügelter körpereigener Abwehrmechanismen des Immunsystems gelingt es den Viren, sich erfolgreich der Entdeckung durch das Immunsystem zu entziehen. Christian Schölz und Prof. Dr. Robert Tampé vom Institut für Biochemie erklären, welche Fortschritte in den vergangenen Jahren gemacht wurden, um die zugrunde liegenden molekularbiologischen Mechanismen für das listenreiche Verhalten der Herpesviren zu verstehen.



# Zwischen Kulturindustrie und autonomer Kunst – Das Subversive im Werk Bob Dylans

48



Wie kaum ein zweiter Songwriter der Popgeneration hat Bob Dylan es mit seinem musikalischen Œuvre vermocht, die eingespielten Grenzziehungen zwischen Unterhaltungsmusik und ernsthafter Kunst infrage zu stellen. Ob als Dichter, Musiker oder Performer – Bob Dylan ist bis heute ein Rätsel geblieben. Er gilt als »Mann der Masken«, der sich in immer neuen Anläufen selbst erfindet und sich so allen festen Zuschreibungen entzieht. Mit dem Subversiven in seinem Werk setzen sich der Frankfurter Philosoph Prof. Axel Honneth und der Freiburger Musikwissenschaftler Dr. Richard Klein auseinander.

# »Ein Zeichen intelligenter Forschung: Auswahl passender Förderinstrumente«

64



Prof. Dr. Luise Schorn-Schütte, Vizepräsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft, sieht keine Krise der Geisteswissenschaften. Das Jammern sei unangebracht und überflüssig, klärte die Frankfurter Historikerin im Gespräch mit Ulrike Jaspers. Auch wenn die Frankfurter Bewerbung um ein Exzellenzcluster in der ersten Auswahlrunde nicht positiv beschieden worden sei, wertet Schorn-Schütte die gemeinsame Initiative von Professoren aus sehr unterschiedlich arbeitenden Teildisziplinen der Geistes- und Sozialwissenschaften als

ermutigend. Die Historikerin plädiert dafür, aus der Vielzahl der Förderinstrumente, die insbesondere für die Belange der Geistes- und Sozialwissenschaften entwickelt worden seien, auf die jeweiligen Bedürfnisse abgestimmte Lösungen zu suchen.

## Perspektiven

»Ein Zeichen intelligenter Forschung: Auswahl passender Förderinstrumente« – Gespräch mit Prof. Dr. Luise Schorn-Schütte	64
Proteinfaltung: Sekundenbruchteile entscheiden über gesunde Proteinfunktion	68

## Stifter und Sponsoren

Psychopharmaka im Altenpflegeheim	73
Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis 2006 an Craig Mello und Andrew Fire	78

## Universitätsgeschichte

Die ersten Jahre der Mikrobiologie in Frankfurt	81
Ungenannt und unbekannt – Anna Edinger	85

## Gute Bücher

Der kritisch-ironische Blick auf die eigene Zunft der Wissenschaftler	90
Ein Wegweiser für literarische Spaziergänge durch Frankfurt	91
Machtpoker am Main: »Der Braune Magistrat«	92
Die Neandertaler – animalische Muskelprotze oder mitfühlende Zeitgenossen?	93
Auf Entdeckungsreise mit 111 Fragen und Antworten	94
Green Chemistry – Nachhaltigkeit in der Chemie	95
Depression – eine moderne Zeitkrankheit?	96
Wie Frauen das Musikgeschehen in der frühen Neuzeit mitprägten	97
Von seltenen Vögeln – ein Plädoyer zum Schutz bedrohter Arten	98
Literatur und Medizin: Ein Lexikon zum Schmökern	99
Vorschau/Impressum/Bildnachweis	100

## »Der eingeschlagene Kurs wird entschlossen vorangetrieben«

Im Amt bestätigt: Der erweiterte Senat wählte Prof. Rudolf Steinberg mit großer Mehrheit zum Präsidenten der Universität



Gut gelaunt und hoch zufrieden: Prof. Dr. Rudolf Steinberg, der neue und alte Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität, nach seiner Wahl am 15. Februar in der Alten Aula auf dem Campus Bockenheim.

Das Programm für seine zweite Amtszeit war klar und überzeugte die Mitglieder des erweiterten Senats der Universität: »Wir werden in den kommenden Jahren den eingeschlagenen Kurs von Umbau und Erneuerung in Forschung und Lehre ebenso wie die ambitionierte Standortneuordnung entschlossen vorantreiben«, so der Präsident der Universität Frankfurt, Prof. Rudolf Steinberg, der am 15. Februar mit klarer Mehrheit von 24 der 34 Stimmen in seinem Amt bestätigt wurde.

Als wichtige Aufgaben nannte er die Schärfung des Profils, Stichwort Exzellenzinitiative, und den konsequenten Ausbau der Autonomie der Universität: »Ich möchte ein Modell Darmstadt plus.« Positive Signale aus Wiesbaden sieht Steinberg für eine neue innere Verfassung der Universität, die der Universität Frankfurt noch weitreichendere Autonomie als der Technischen Universität Darmstadt gegenüber dem Land einräumen solle. Ganz wesentlich sei es auch, zu den Wurzeln als Stiftungsuniversität zurückzukehren und für das Engagement der Bürgerschaft eine institutionelle Verankerung zu finden. Dies könne zu Beginn des Jahres 2008 auf den

Weg gebracht werden. Wesentliche Anstrengungen will Steinberg während seiner zweiten Amtszeit darauf richten, die Lehre konsequent weiter zu verbessern.

Insbesondere der Hochschulrat, aber auch zahlreiche Mitglieder des Senats hatten den 62-jährigen Juristen darin bestärkt, sich für eine zweite Amtszeit zur Wahl zu stellen, um den erfolgreichen begonnenen Weg fortzusetzen. Als überwältigendes Ergebnis werteten Senatsmitglieder und Be-

obachter der Wahl, deren Ergebnis bereits nach 20 Minuten feststand, dass Steinberg 70 Prozent der Stimmen auf sich vereinen konnte. Erforderlich zur Wahl waren 18 Stimmen.

Sein Herausforderer, Prof. Dr. Dietmar Herz, Vizepräsident der Universität Erfurt, erhielt zehn Stimmen. Das Ergebnis habe ihn nicht enttäuscht, sein Bekanntheitsgrad in Frankfurt sei nicht so hoch gewesen und er habe keinen

aktiven Wahlkampf betrieben. Er attestierte Steinberg, dass dieser die Universität im Bereich der Forschung deutlich voran gebracht habe, sah aber noch Defizite in der Lehre.

Steinberg amtiert seit 21. Juni 2000. Die umfangreichen inneruniversitären Reformen, die seither angestoßen wurden, haben dazu beigetragen, die Universität Frankfurt als eine der forschungstärksten in Deutschland zu etablieren. Die jüngsten Erfolge in der ersten Stufe der Exzellenzinitiative sind Ausdruck der klaren Profil- und Schwerpunktbildung. Über 20 Stiftungsprofessuren und -gastprofessuren konnten neu eingeworben werden.

Auch die Kontakte zu Stadt, Region und Wirtschaft hat Steinberg in seiner ersten Amtszeit intensiviert oder ausgebaut. Oberbürgermeisterin Petra Roth gratulierte Steinberg schriftlich zu seiner Wiederwahl und freut sich auf eine weitere »vertrauensvolle und harmonische Zusammenarbeit«. Mit Steinberg wurde zum ersten Mal in der Nachkriegsgeschichte der Johann Wolfgang Goethe-Universität ein Präsident für eine zweite Amtsperiode gewählt. Die neue Amtszeit beginnt am 21. Juni 2006 und endet am 20. Juni 2012. ♦

**Rudolf Steinberg** wurde 1943 in Cochem an der Mosel geboren, ab 1962 studierte er Rechts- und Wirtschaftswissenschaften an den Universitäten in Freiburg und Köln. Nach der Ersten Juristischen Staatsprüfung in Freiburg studierte er Politikwissenschaft an der University of Michigan, Ann Arbor, Michigan (USA). 1970 schloss Steinberg seine Promotion an der Universität Freiburg ab, 1973 bestand er die Zweite Juristische Staatsprüfung in Stuttgart. 1977 wurde Steinberg an der Universität Freiburg mit der Arbeit »Politik und Verwaltungsorganisation« habilitiert. Von 1977 bis 1980 forschte und lehrte er als Professor für Öffentliches Recht an der Fakultät für Rechtswissenschaften der Universität Hannover. 1980 wurde er auf die Professur für Öffentliches Recht, Umweltrecht und Verwaltungswissenschaften an die Johann Wolfgang Goethe-Universität berufen. Auslandsaufenthalte führten ihn als Visiting Scholar an die University of Michigan Law School, Ann Arbor, und an die renommierte Yale Law School, New Haven. Von 1995 bis 2000 war Steinberg Richter des Thüringer Verfassungsgerichtshofs in Weimar. Seit dem 21. Juni 2000 ist er Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Steinberg ist verheiratet und hat vier Kinder.

# Gefahr durch Vogelgrippe?

»Neue« Influenzaviren und menschliche Pandemien

Seit den 1950er Jahren ist bekannt, dass Influenza-A-Viren (IAV) der Auslöser der klassischen Geflügelpest (aviären Influenza) sind. Wasservögel stellen das Hauptreservoir der IAV dar; in diesen ist das Virus mit allen 16 Hämagglutinin (H) und neun Neuraminidase (N) Subtypen endemisch. Die Subtypisierung in H und N bezieht sich auf die serologisch relevanten Strukturen der Virushülle. Bisher hat es drei Influenza-Pandemien gegeben: die Spanische Grippe (1918), die asiatische Grippe (1957) und die Hongkong-Grippe (1968). Zwei der dafür verantwortlichen Subtypen (H3N2 und H1N1) zirkulieren heute in veränderter Form weiter. Zwar sind auch Fälle einer Übertragung von IAV auf Säugetiere und den Menschen bekannt, aber der Erreger wurde nicht endemisch. Argumente für und wider die pandemische Ausbreitung von H5N1 unter Menschen finden sich in zwei kürzlich verfassten Publikationen von Prof. Dr. Hans Wilhelm Doerr und Domenica Varwig vom Institut für medizinische Virologie in »Medical Microbiology and Immunology 2006«; 1–3 und »Krankenhaus-Hygiene + Infektionsverhütung 2006«.

Bereits 1959 wurde das Influenza-A-Virus H5N1 erstmals aus Geflügel isoliert. 1997 wurde es als Erreger der »klassischen Geflügelpest« in Honkong identifiziert. Dieser Erreger infizierte auch Menschen, 18 Patienten verstarben. Durch Massenschlachtung von Hühnern konnte die Gefahr zunächst gebannt werden. Allerdings tauchte das Virus fünf Jahre später in Vietnam und anderen südostasiatischen Ländern wieder auf und verursachte große Verluste an Geflügel. Mittlerweile wurden 173 Erkrankungsfälle bei Menschen von der WHO (Stand vom 27. Februar 2006) bestätigt, etwas mehr als die Hälfte der Kranken (93) verstarben.

Man befürchtet, dass durch eine gleichzeitige Doppelinfektion eines Wirts mit dem H5N1-Virus und einem zirkulierenden menschlichen IAV durch genetische Neukombination des Erbguts ein neues, für den

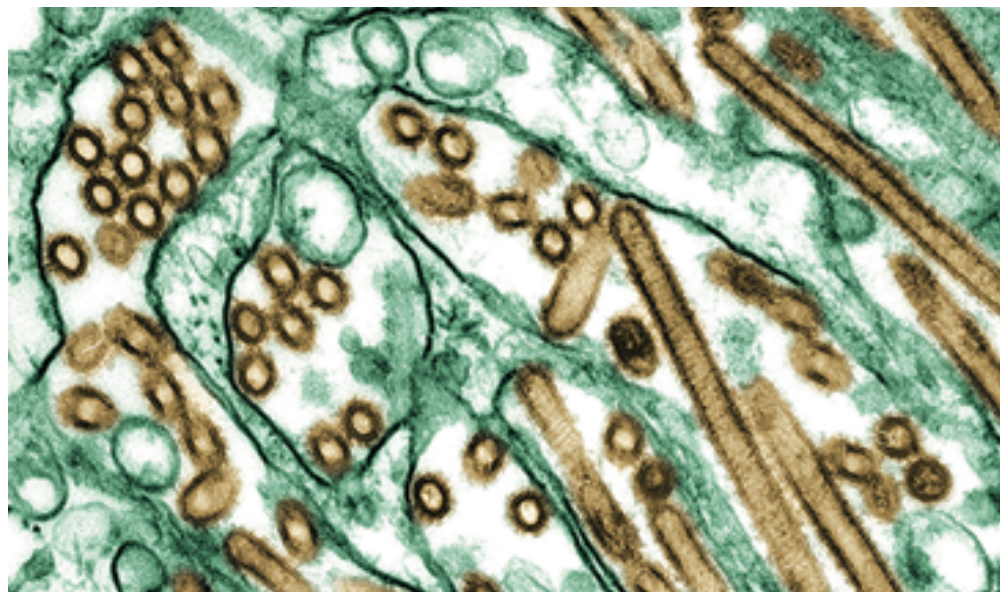
Menschen hochgradig gefährliches, Virus entsteht.

Trotz strikter Keulungs- und Desinfektionsmaßnahmen konnte das Virus sich bis nach Europa ausbreiten. Als Hauptinfektionsträger gelten Zug(wasser)vögel wie Enten und Gänse. Es muss daher mit der Ausbreitung des Erregers entlang der Flugrouten der Zugvögel gerechnet werden. Außer Menschen wurden auch Katzen infiziert, die mit krankem Geflügel gefüttert wurden. Bisher konnte keine direkte Übertragung von Mensch zu Mensch (oder anderen Säugetieren) nachgewiesen werden. Virologische und genetische Analysen ergaben, dass Mutationen im Hämagglutinin, im Polymerasekomplex und im NS1-Protein eine hohe Replikationsrate und Pathogenität des Erregers bewirkt haben und somit eine systemische Infektion des Geflügels ermöglichen. Diese systemische Ausbreitung kann beim Geflügel zu einer hämorrhagischen Erkrankung führen, während beim Menschen eine schwere Lungenbeteiligung typisch ist. Der Ablauf der Lungenentzündung ähnelt SARS und beginnt mit einer Ausschüttung (»Sturm«) von (pro)inflammatorischen Zytokinen. Dennoch ist H5N1 bisher ein vogelspezifisches Virus, da das Hämagglutinin nach wie vor besser mit dem Rezeptor von Vogelzellen als mit menschlichen Rezep-

toren interagiert. Der Rezeptor besteht aus Sialinsäuren in jeweils bei Vogel und Säugetier verschiedenen sterischen Konfigurationen. Daher bedarf es einer hohen Infektionsdosis und frischen Materials, um Menschen zu infizieren.

Influenza kann durch antivirale Medikamente behandelt werden, eine entsprechende Therapie sollte jedoch nur bei schnell möglicher Diagnostik (PCR) eingeleitet werden. Bevorzugt werden Neuraminidase-Inhibitoren wie Oseltamivir (Tamiflu) oder Zanamivir (Relenza) eingesetzt. Therapie der zweiten Wahl sind unter anderem Amantadin, Interferon alpha und Ribavirin. Alle Medikamente müssen gleich nach Auftreten der ersten Symptome (aber nur auf ärztlichen Rat hin) eingenommen werden. Zusätzlich zu der antiviralen Therapie empfiehlt sich der Einsatz von entzündungshemmenden Medikamenten, insbesondere bei Lungenentzündung. Zur Vorbeugung sind neben klassischer Hygiene die Entwicklung und Herstellung entsprechender Impfstoffe dringend notwendig. An der Entwicklung eines rekombinanten Impfstoffes, der gegen menschliche Influenza und den Vogelgrippe-Erreger eingesetzt werden soll, ist das Frankfurter Institut für medizinische Virologie mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Jindrich Cinatl in einem EU-Projekt beteiligt. ♦

Der Erreger der Vogelgrippe H5N1.



# Stammzellen gegen Infarktschäden

## Erfolgreicher Abschluss der klinischen Studie



Das Repair-Team der medizinischen Klinik III (Kardiologie): (von links nach rechts) Prof. Dr. Andreas Zeiher, Prof. Dr. Stefanie Dimmeler, Prof. Dr. Volker Schächinger, Dr. Birgit Aßmus und Dr. Torsten Tonn (Deutscher Blutspendedienst).

**H**erzmuskelzellen, die bei einem Herzinfarkt abgestorben sind, wachsen nur in begrenztem Umfang nach. Weil die Pumpfunktion des Herzens dadurch eingeschränkt ist, leiden Patienten bei geringster Anstrengung an Atemnot und sind rasch ermüdbar. Frankfurter Kardiologen um Prof. Dr. Stefanie Dimmeler und Prof. Dr. Andreas Zeiher haben nun eine Möglichkeit gefunden, der Natur auf die Sprünge zu helfen: Stammzellen, die aus dem Knochenmark des Infarktpatienten gewonnen werden, können sich im geschädigten Herzgewebe zu Herzmuskelzellen weiter entwickeln. Die Ergebnisse einer groß angelegten Studie mit über 200 Patienten, an der insgesamt 17 deutsche und schweizerische Herzkliniken unter der Leitung der Kardiologen an der Frankfurter Universitätsklinik beteiligt waren, wurden im November 2005 auf dem Kongress der amerikanischen Herzgesellschaft in Dallas begeistert aufgenommen.

Das Team der kardiologischen Klinik und der experimentellen Kardiologie des Frankfurter Universitätsklinikums erforscht seit Jahren die Nutzung körpereigener Stammzellen zur Regeneration des geschädigten Herzens. In den vergangenen Jahren haben sich die Vorstellungen über die Neubildung von Gefäßen grundlegend gewandelt. So fand Stefanie Dimmeler im Blut

von Herzinfarktpatienten Vorläuferzellen (»Progenitorzellen«), aus denen sich im Laborversuch neue Gefäßstrukturen bilden können. Einiges spricht dafür, dass diese Zellen von Stammzellen aus dem Knochenmark abstammen und immer dann freigesetzt werden, wenn ein Gewebe zu wenig Sauerstoff erhält. Diese Zellen reichern sich dann in der unterversorgten Region an, bilden neue Gefäße und fördern so die

Durchblutung des Gewebes.

Es war naheliegend, diesen natürlichen Prozess durch eine gezielte Stammzellentherapie zu beschleunigen. In enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Transfusionsmedizin der Universität Frankfurt wurden Methoden entwickelt, aus dem Knochenmark Stammzellen zu gewinnen und mit einem Herzkatheter an den gewünschten Einsatzort zu transportieren. Basierend auf Pilotstudien, die 2002 abgeschlossen wurden, begann 2003 eine klinische Studie, in

der die Stammzellgabe mit der eines Scheinpräparats verglichen wurde. Wie die Ergebnisse der Studie belegen, verbessert sich die Pumpfunktion des infarktgeschädigten Herzens deutlich durch die Behandlung mit Stammzellen. Für Stefanie Dimmeler ging damit ein Traum in Erfüllung: »Die sieben Jahre intensive experimentelle Forschung im Labor zahlen sich aus und helfen nun tatsächlich den Patienten«, freut sie sich, »etwas Besseres kann einem Forscher eigentlich nicht passieren.«

Im nächsten Schritt gilt es, in einer europaweiten Studie zu überprüfen, ob die Methode auch langfristige Behandlungserfolge aufweist. Jedes der teilnehmenden Länder wird dazu ein eigenes Zentrum für die Gewinnung von Stammzellen aus dem Knochenmark einrichten und seine Wissenschaftler in Frankfurt schulen lassen. Inzwischen kann jeder Patient, der einen schweren Herzinfarkt erlitten hat, auf Wunsch mit körpereigenen Stammzellen behandelt werden. Allerdings muss die Finanzierung der zirka 5000 Euro teuren Therapie noch geklärt werden. Bisher haben die Herzkliniken die Behandlung zum großen Teil aus ihrem Forschungsetat und Drittmitteln finanziert. ♦

## Warum manche Schnecken Haare haben

### Mehr Halt auf feuchten Pflanzen

**D**ie »behaarte« Schneckenarten kommen überall auf der Welt in ganz unterschiedlichen Familien der Landschnecken vor. Bei dem haarigen Aufwuchs handelt es sich um fädige Auswüchse der zähen Proteinschutzschicht (Conchiolin) des Schneckenhauses. Gebildet wird diese Schutzschicht vom Mantelgewebe der Schnecken, wenn das Gehäuse am Rand der Öffnung erweitert wird. Je nach Dichte und Länge der Haare erscheinen die Tiere samtig bis pelzig. Welche Funkti-

on die »behaarten« Gehäuse haben, war den Forschern bisher ein Rätsel. »Die Bildung der Haare erfordert besondere Strategien und einen erheblich größeren Materialeinsatz als eine glatte Schale,« erklärt der Frankfurter Zoologe und Privatdozent Dr. Markus Pfenninger. »Eine haarige Schale stellt also einen »teuren« Mehraufwand dar, der seinem Träger irgendeinen evolutionen Vorteil bringen sollte.«

Einen Hinweis auf des Rätsels Lösung gab die Beobachtung, dass

die behaarten Arten vorzugsweise in feuchten Waldhabitaten vorkommen. Um sich zu vergewissern, dass dies kein Zufall ist, rekonstruierte die Forschergruppe um Pfenninger die Stammesgeschichte der Haarschneckengattung *Trochulus*. In dieser in Mitteleuropa (Schwerpunkt Süddeutschland, Ostfrankreich und Schweiz) verbreiteten Gattung gibt es sowohl behaarte als auch glatte Arten, was die Voraussetzung für eine solche Untersuchung ist. Sehr zuverlässig lässt sich die Stammesgeschichte durch den genetischen Vergleich von nukleären und mitochondrialen DNA-Sequenzen rekonstruieren. Bei dieser Gelegenheit entdeckten Pfenninger und seine Frau Anne Pfenninger bei einem Spaziergang in der Schweiz auch eine bisher nicht bekannte Art, die sie *Trochulus piccardi* benannten. Dieser Fund wäre allein durch die Beschreibung äußerer Merkmale nicht möglich gewesen, weil sich viele Arten der Gattung *Trochulus* sehr stark ähneln.

Die genetische Rekonstruktion des Stammbaums hat gezeigt, dass die letzte gemeinsame Vorfahrenart der *Trochulus*-Schnecken aller Wahrscheinlichkeit nach bereits Haare hatte und in einem feuchten Habitat lebte. Im Laufe der Evolution gingen dann diese Haare mindestens drei Mal unabhängig voneinander verloren und zwar jeweils beim Übergang zu trockenem Habitat. Das spricht dafür, dass die Haare



in trockener Umgebung nicht gebraucht werden. Wozu sind sie aber in feuchter Umgebung nützlich? 1999 hatte der russische Zoologe Suvorov vermutet, die Haare würden die Fortbewegung auf nassen Oberflächen erleichtern, indem sie den Wasserfilm vom Gehäuse fernhalten. Dass gerade das Gegenteil der Fall ist, konnten Pfenninger und seine Kollegen jetzt experimentell nachweisen. »Die Haarschnecken der Gattung *Trochulus* gehen meistens bei sehr feuchtem Wetter auf Nahrungssuche«, erklärt Pfenninger. »Sie bevorzugen krautige Pflanzen, wie zum Beispiel Huf-lattich, die dann mit einem Wasser-

film überzogen sind. Eine Schnecke, die sich auf solch schwankendem Grund ernährt, benötigt also jede zusätzliche Haftung, die sie bekommen kann.« Denn viele die Schnecke von ihrer oft ein Meter über dem Boden schwebenden Futterquelle, würde es für sie einen immensen Energieverlust bedeuten, wieder hochzuklettern.

Finanziert hat Pfenninger dieses Forschungsprojekt, das er in Kooperation mit der Universität in Prag, der Universität Konstanz und der Université de Lausanne durchführte, größtenteils aus dem Adolf Messer-Stiftungspreis, den er 2002 erhielt. ◆

Diese Schnecke der Gattung *Trochulus* geht vorzugsweise bei Regenwetter auf Nahrungssuche. Dank ihrer Behaarung haftet sie besser an feuchten Blättern.

Anzeige

Deutsche Krankenversicherung

## Um Karriere zu machen, muss man manchmal andere Wege gehen.

Wir sind seit Jahrzehnten ein zuverlässiger Partner für Millionen Versicherte. Im Markt der privaten Krankenversicherung eine feste Größe, auch in Europa.

Durch marktgerechte und innovative Produkte sind wir Das Unternehmen Gesundheit!®. Machen Sie unseren Unternehmenserfolg zu Ihrem ganz persönlichen Gewinn.

Ein Unternehmen der **ERGO** Versicherungsgruppe.

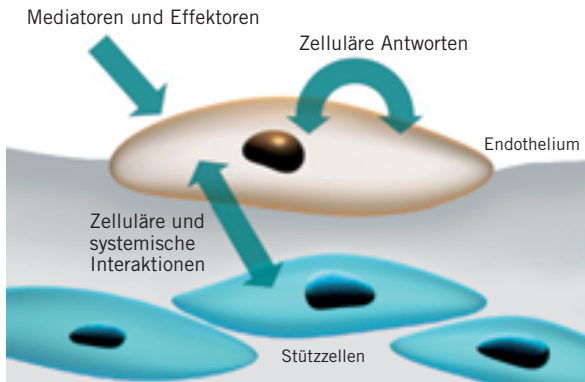
DKV Deutsche Krankenversicherung AG  
Abteilung Personal Außendienst  
50594 Köln  
Herr Michael Bruns, Telefon 02 21/5 78 40 13  
michael.bruns@dkv.com

*Ich vertrau der DKV*

# Den Erkrankungen des Blutgefäßsystems auf der Spur

Neuer Transregio-Sonderforschungsbereich

## Aufgabenteilung im Sonderforschungsbereich



Die funktionelle und phenotypische Regulation der Zellen der Blutgefäßwand wird in verschiedenen Projektgruppen des Sonderforschungsbereichs mit unterschiedlichem Fokus auf Mediatoren und Effektoren, zelluläre Antworten und zelluläre und systemische Interaktionen untersucht.

Mehr als zwei Drittel aller Todesfälle in der Bundesrepublik lassen sich direkt oder indirekt auf Erkrankungen des Blutgefäßsystems zurückführen. Sie sind bei den häufigsten und bedrohlichsten Volkskrankheiten wie Herzinfarkt, Schlaganfall, Bluthochdruck und Tumorerkrankungen, aber auch Diabetes, Augenerkrankungen und Hautkrankheiten von großer Bedeutung. Welche Vorgänge auf der Ebene der molekularen und zellulären Veränderungen in der Gefäßwand dafür verantwortlich sind, wird der Sonderforschungsbereich Transregio 23 »Vascular Differentiation and Remodeling« erforschen. Es ist der erste Forscherverbund in Deutschland, der seinen Schwerpunkt ausschließlich auf die Blutgefäßforschung legt. Sprecher ist der Frankfurter Neuropathologe Prof. Dr. Karl H. Plate. »Wir möchten zum grundsätzlichen Erkenntnisgewinn auf diesem rasch wachsenden Forschungsgebiet beitragen«, erklärt Plate. »Damit schaffen wir die wissenschaftlichen Voraussetzungen für die rationale Entwicklung neuer diagnostischer und therapeutischer Verfahren.«

Im Mittelpunkt der Forschung standen bislang vaskuläre Endothelzellen, mit denen die Gefäßwände ausgekleidet sind. Ein wesentliches Ziel bestand darin, Moleküle zu identifizieren, welche die Gefäßneubildung fördern oder hemmen, und ihre Funktionsweise zu verstehen. Das neue Forschungsvorhaben

setzt »eine Ebene« höher an, indem es die Rolle der endothelialen Vorläuferzellen, der Kapillarwandzellen (Perizyten) und der glatten Muskelzellen bei diesen Prozessen untersucht. Obwohl eine Vielzahl von Befunden darauf schließen lässt, dass ein komplexes Zusammenspiel dieser Zellen der Neubildung und dem Umbau von Gefäßen zugrunde liegt, sind diese Prozesse bisher noch wenig erforscht.

Das Arbeitsprogramm ist auf drei Projektbereiche aufgeteilt. Der erste befasst sich mit äußeren Einflüssen auf die Endothelzellen und andere Zellen der Gefäßwand. Im zweiten Bereich stehen die zellulären Antworten auf diese äußeren Reize im Mittelpunkt. Der dritte Bereich, den die Frankfurter Gruppe um Plate federführend bearbeitet, widmet sich den komplexen Regulationsmechanismen, die zwischen den Zellen der Gefäßwand und einer Vielzahl anderer Zellen bestehen. Diese Untersuchungen geschehen am lebendigen Organismus.

Alle Projekte gehen vom Modell der Gefäßwand als einem kompliziert verflochtenen System verschiedener Zellen aus, deren Funktion, Eigenschaften und Erscheinungsformen in hohem Maße variabel sind. Diese Systeme lassen sich nur durch eine übergreifende Analyse aller beteiligten Zelltypen verstehen. Die dabei angewandten Methoden nehmen ein breites Spektrum ein: Sie reichen von der Molekular- und Zellbiologie über die Physiologie der Blutgefäße bis hin zu transgenen Mausmodellen und bildgebenden Verfahren am lebenden Organismus.

Der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Sonderforschungsbereich ist ein Zusammenschluss von 16 Arbeitsgruppen der Universitäten Frankfurt, Heidelberg und Freiburg unter Beteiligung des Deutschen Krebsforschungszentrums (Heidelberg) und der Klinik für Tumorbio- logie (Freiburg) mit knapp 40 Wissenschaftlern. Die Laufzeit beträgt maximal 12 Jahre. ♦

## Biologische Online-Bibliographie – BioLIS

Neue Fachdatenbank an der Universitätsbibliothek

Seit Oktober 2005 stellt die Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg die Datenbank BioLIS kostenfrei online zur Verfügung. Als eine wesentliche Ergänzung zu den Biological Abstracts – der für die Biowissenschaften wichtigsten Spezialdatenbank für Zeitschriftenliteratur – lässt sich über die neue Datenbank die deutsche biologische Zeitschriftenliteratur aus dem Zeitraum von 1970 bis 1996 recherchieren. Die bibliographischen Angaben zu den nachgewiesenen Aufsätzen sind durch umfassende Schlagwörter und Namen behandelte Organismen er-

gänzt, so dass Spezialrecherchen, insbesondere zu Literatur über bestimmte Organismen, möglich sind.

BioLIS weist über 75 000 Artikel aus biologischen Zeitschriften und Reihen nach. Insgesamt wurden über 1000 verschiedene Zeitschriften und Reihen ausgewertet. Es gab zwei Auswahlkriterien: Die Artikel mussten im deutschen Sprachraum erschienen sein und zusätzlich aus einer Zeitschrift oder Reihe stammen, die in den Biological Abstracts fehlt. Recherchen sind sowohl mit deutschen als auch mit englischen Begriffen möglich. Mit der Auswahl des Berichtszeitraums (1970–1996)





Screenshot für das Suchergebnis in BioLIS.

schließt BioLIS fast lückenlos an die »Biologie-Dokumentation« an. Diese umfasst die biologische Zeitschriftenliteratur von 1796 bis 1965 und liegt zurzeit nur in gedruckter Form vor.

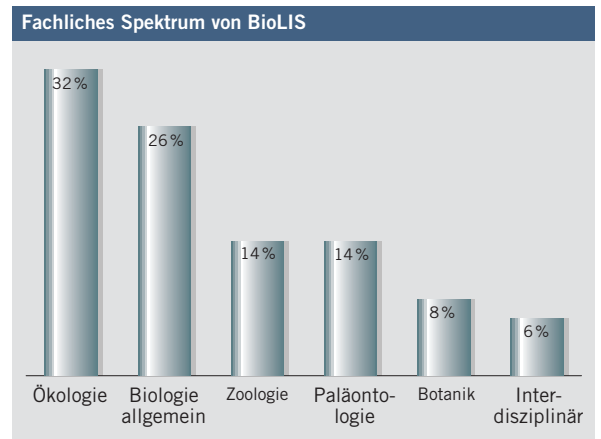
Der fachliche Schwerpunkt von BioLIS liegt in der Ökologie sowie dem Natur- und Umweltschutz. Zu jedem Artikel enthält die Datenbank neben den grundlegenden bibliographischen Angaben (Autor, Jahr, Titel, Zeitschrift, Band-/Seitenzahlen) umfassende Daten zu den wissenschaftlichen Namen der behandelten Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere, Schlagwörter (in Deutsch und Englisch) sowie eine Zuordnung zu Teildisziplinen der Biologie (ebenfalls zweisprachig).

Entstanden ist BioLIS am ehemaligen Informationszentrum für Biologie (IZB) des Forschungsinstituts Senckenberg. In den 1990er Jahren bestand die Möglichkeit, die Datenbank kostenpflichtig über DIMDI zu nutzen. Mangels einer institutionellen Verankerung war BioLIS in den vergangenen Jahren nicht mehr verfügbar. Die Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg hat nun ihr Angebot an elektronischen Ressourcen ausgebaut und auch diesen neuen Zugang zu BioLIS geschaffen. Für die Benutzer erfreulich ist, dass die meisten der in BioLIS enthaltenen Titel auch in gedruckter Form im Bestand der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg vor-

Weitere Informationen / Zugang zu BioLIS im Internet:  
<http://biolis.ub.uni-frankfurt.de/index.html>,  
<http://www.ub.uni-frankfurt.de/ssg/vifabio.html>

handen sind. Sie stehen dort zur örtlichen Benutzung, für die Fernleihe und für Dokumentlieferung über »subito« zur Verfügung.

Zukünftig wird an der Universitätsbibliothek im Rahmen des Projekts »Virtuelle Fachbibliothek Biologie« ein überregionales Portal geschaffen werden, das den Zugang zu den für die Biologie relevanten wissenschaftlichen Ressourcen in



Bibliotheken und im Internet ermöglicht. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft bewilligte bereits diesen Antrag. BioLIS ist ein erster Schritt auf diesem Weg. ♦

Anzeige



Unterwasserbild eines modernen Korallenriffs in den Malediven (oben). Unterwasserbild eines modernen Korallenriffs in der Karibik (unten). Der indo-Pazifische und Atlantische Bereich sind durch vollständig unterschiedliche Korallenarten charakterisiert.



# Das Gedächtnis der Meere

## Korallenriffe speichern Klimadaten

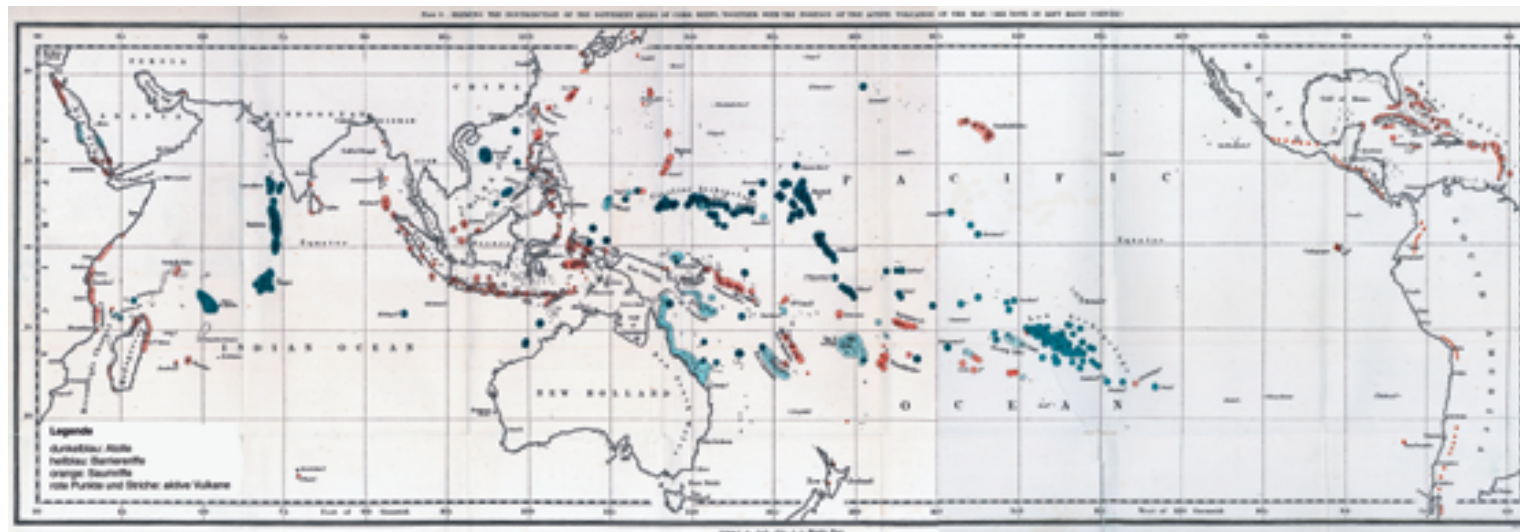
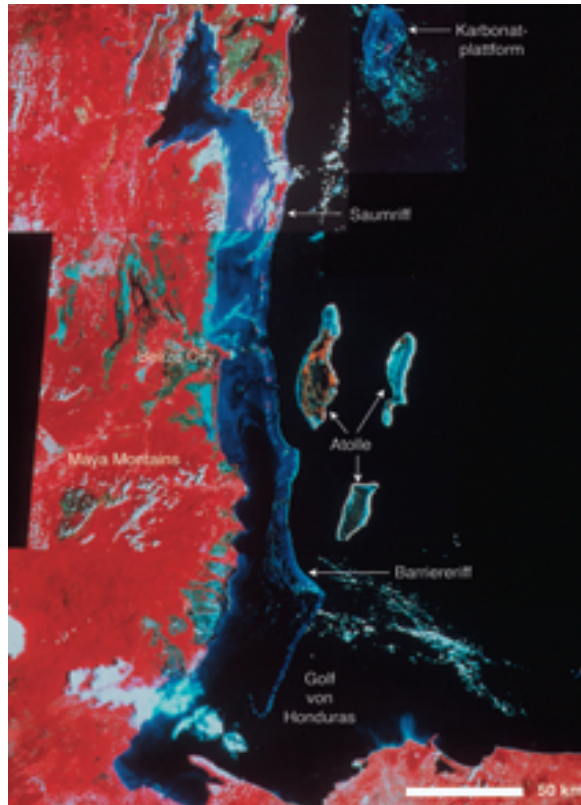
von Eberhard Gischler

Tropische Korallenriffe sind die artenreichsten Ökosysteme im Ozean. Die »tropischen Regenwälder der Meere« beherbergen zirka 800 Korallenarten und mehrere zehntausend Arten aus fast allen bekannten Tierstämmen<sup>[1]</sup>. Korallenriffe bedecken weltweit eine Fläche von 600.000 Quadratkilometern, das sind 0,17 Prozent der Erdoberfläche<sup>[2]</sup>. Sie treten als nahe der Küste gelegene Saumriffe, küstenfernere Barriereriffe, ringförmige Atolle und flache Karbonat-Plattformen auf **1** **2**. Der Begriff »Karbonat« weist darauf hin, dass Korallen als Riffbildner ein Skelett aus Kalk haben. Auch Kalkalgen und Weichtiere wie Muscheln und Schnecken sind durch die Bildung von Kalkskeletten und Kalkschalen am Riffaufbau beteiligt. Da tropische Korallenriffe nur in der Nähe der Meeresoberfläche wachsen, können Geowissenschaftler mit Hilfe fossiler Korallenfunde ermitteln, wie sich der Pegel des Meeresspiegels in vergangenen Jahrtausenden entwickelt hat. Auch andere wichtige Klimadaten wie Wassertemperatur, Sonneneinstrahlung und Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre sind in Korallenriffen »gespeichert«. Frankfurter Geowissenschaftler erschließen diese wichtigen Daten, die weit vor menschliche Messungen zurückreichen, durch systematische Bohrungen in Korallenriffen der Karibik, des Persischen Golfs und der Malediven.

Die größte gegenwärtige Riffstruktur ist das Great Barrier Reef an der Nordost-Küste von Australien mit über 2000 Kilometern Länge. Die Dicke (geologisch: Mächtigkeit) von Riffen kann mehrere Kilometer betragen, wie beispielsweise 1,5 Kilometer am Eniwetok Atoll im Pazifik oder über fünf Kilometer auf den Bahamas. Das Eniwetok Atoll begann vor 35 Millionen Jahren zu wachsen. Die Riffe der Bahamas existieren seit dem Erdzeitalter des Jura (vor zirka 180 Millionen Jahren), als der Atlantische Ozean begann, sich zu öffnen. Die geologische Geschichte von Riffen reicht noch weiter zurück. Die ältesten Riffe sind 3,5 Milliarden Jahre alt, wurden von Bakterien aufgebaut und stellen die ältesten Fossilien dar<sup>[1]</sup>. Riffe sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung für den Fischfang, den Tourismus und den Küstenschutz. Auch die Erdölindustrie hat großes Interesse an der Untersuchung von Riffen, denn fast 50 Prozent unserer Erdöl- und Erdgaslagerstätten sind in fossilen Riffgesteinen gespeichert.

Seit mehreren Jahrzehnten wird ein weltweiter Niedergang der modernen tropischen Korallenriffe beob-

**2** Satellitenbild des größten Riffkomplexes im atlantischen Ozean vor der Küste von Belize (rot), Mittelamerika. Das 250 Kilometer lange Barriereriff geht im Norden in ein küstennahes Saumriff über. Weiter östlich liegen drei Atolle. Im Nordosten ist eine flache Karbonatplattform zu sehen.

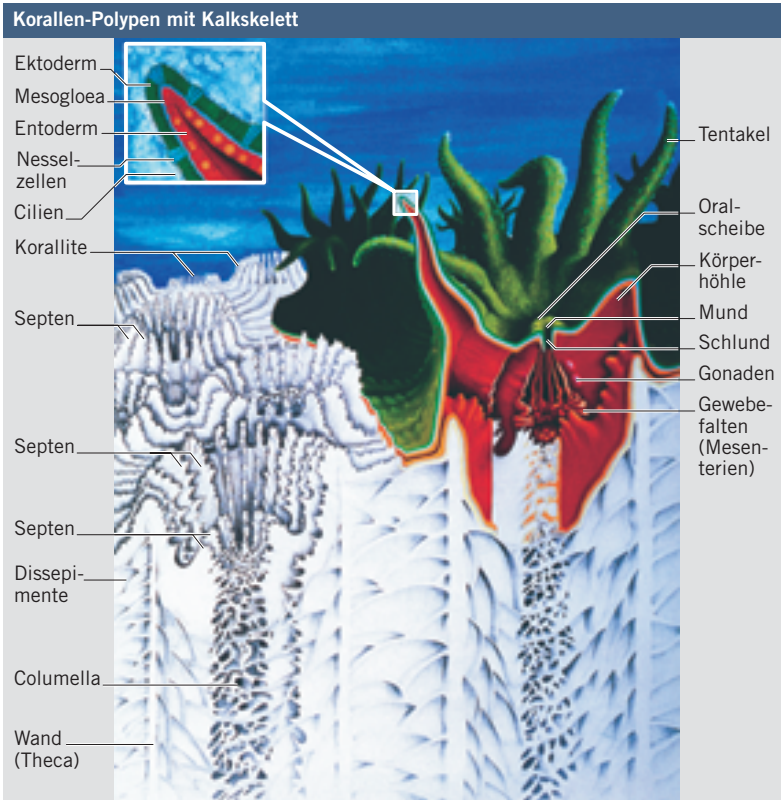


achtet<sup>[2]</sup>, wobei es häufig schwierig ist, zwischen natürlichen und von den Menschen verursachten Prozessen zu unterscheiden. Temperatur-Anstiege des Oberflächenwassers führten wiederholt zum Absterben von Korallen, wie zuletzt weltweit im Sommer 1998. Ob solche Erwärmungstrends direkt auf den Treibhauseffekt oder aber auf natürliche Schwankungen des Klimas zurückzuführen sind, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Sicher ist hingegen, dass Menschen diesen wichtigen Lebensraum durch Überfischung, Einleitung von Abwässern und physikalische Zerstörung gefährden: Immer wieder laufen Boote im seichten Wasser der Riffgebiete auf. Die Bewohner vieler Riffinseln im Indischen und Pazifischen Ozean bauen aus Riffgestein ihre Häuser **3**. Sie schlagen Kanäle in das Riffgebiet und

**3** Hauswand auf den Malediven, die aus Korallen als Baustein gebaut wurde.

**1** Karte der globalen Verbreitung tropischer Korallenriffe nach Charles Darwin. Saumriffe sind orange, Barriereriffe hellblau und Atolle dunkelblau koloriert. Die räumliche Verteilung der Korallenriffe wird zum Großteil durch die warmen Meeresströmungen beziehungsweise die Wassertemperatur gesteuert. Ein weiterer wichtiger Faktor sind Nährstoffgehalte, die in den Auftriebsgebieten in den Ostteilen der Ozeane erhöht sind.



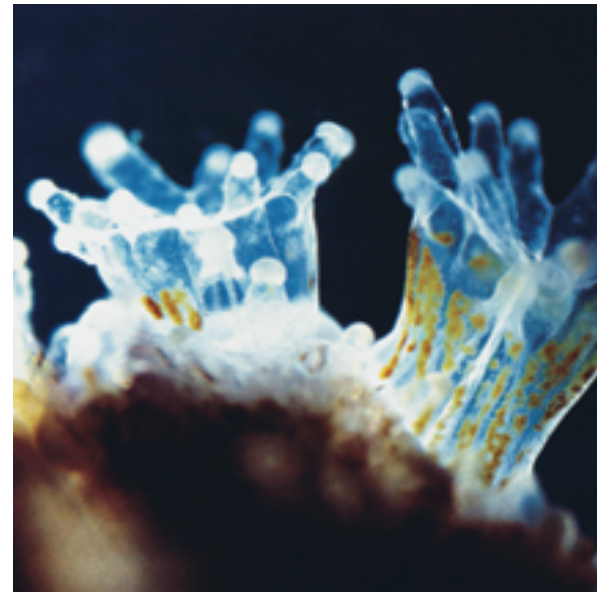


4 Das Kalkskelett der Korallen (weiß) wird von den Polypen gebildet.

Nesselzellen in den Tentakeln fangen die Polypen ihre Beute und verteidigen sich vor Fressfeinden. Riffbildende Steinkorallen sind zumeist koloniale Organismen, das heißt, viele tausend miteinander verbundene Polypen bilden eine Kolonie. Die Polypen scheiden auch das basale Kalkskelett ab, das sie mit einer nur wenige Millimeter dicken Gewebeschicht überziehen. Das Skelett wächst pro Jahr zwischen etwa einem Zentimeter bei massiven und bis zu 30 Zentimetern bei ästigen Korallen. Gleichzeitig erhöht sich die Anzahl der Polypen durch Teilung, wodurch sich die Gewebeschicht auf dem Kalkskelett vergrößert. Die meisten Riffkorallen werden auf diese Weise mehrere hundert Jahre alt. Polypen riffbildender Korallen gehen eine Symbiose mit einzelligen Algen ein, so genannte Zooxanthellen (aus der Gruppe der Dinoflagellaten), die im Gewebe der Korallen leben und Photosynthese betreiben 5. Sie verarbeiten Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser unter Lichteinfluss zu Zucker und Sauerstoff. Den Zooxanthellen verdanken die Riffkorallen auch ihre bunten Farben: Korallen ohne Zooxanthellen sehen weiß aus, da das weiße Kalkskelett durch das transparente Gewebe durchscheint. Die Symbiose zwischen Riffkoralle und Alge, das heißt Tier und Pflanze, ist für beide Partner



5 Aufsicht auf Steinkorallen-Polypen. Die Körperöffnung wird von Tentakeln umgeben.



6 Seitenansicht von Polypen mit Zooxanthellen (gelbe Punkte im transparenten Gewebe).

legen Häfen an oder schütten aus Korallenschutt Landebahnen für Flughäfen auf. Auch Taucher und Touristen tragen durch zu hohe Nutzung letztlich dazu bei, dass Flora und Fauna der Riffgebiete geschädigt werden.

### Korallen und Riffbildung

Steinkorallen (*Scleractinia*) haben den größten Anteil an der Bildung moderner tropischer Korallenriffe. Korallen sind einfach gebaute Tiere 4. Die Einzeltiere heißen Polypen und haben einen Durchmesser zwischen einigen Millimetern bis Zentimetern. Die Polypen sind becherförmig, haben eine von Tentakeln gesäumte Körperöffnung und ernähren sich von Plankton 5. Mit

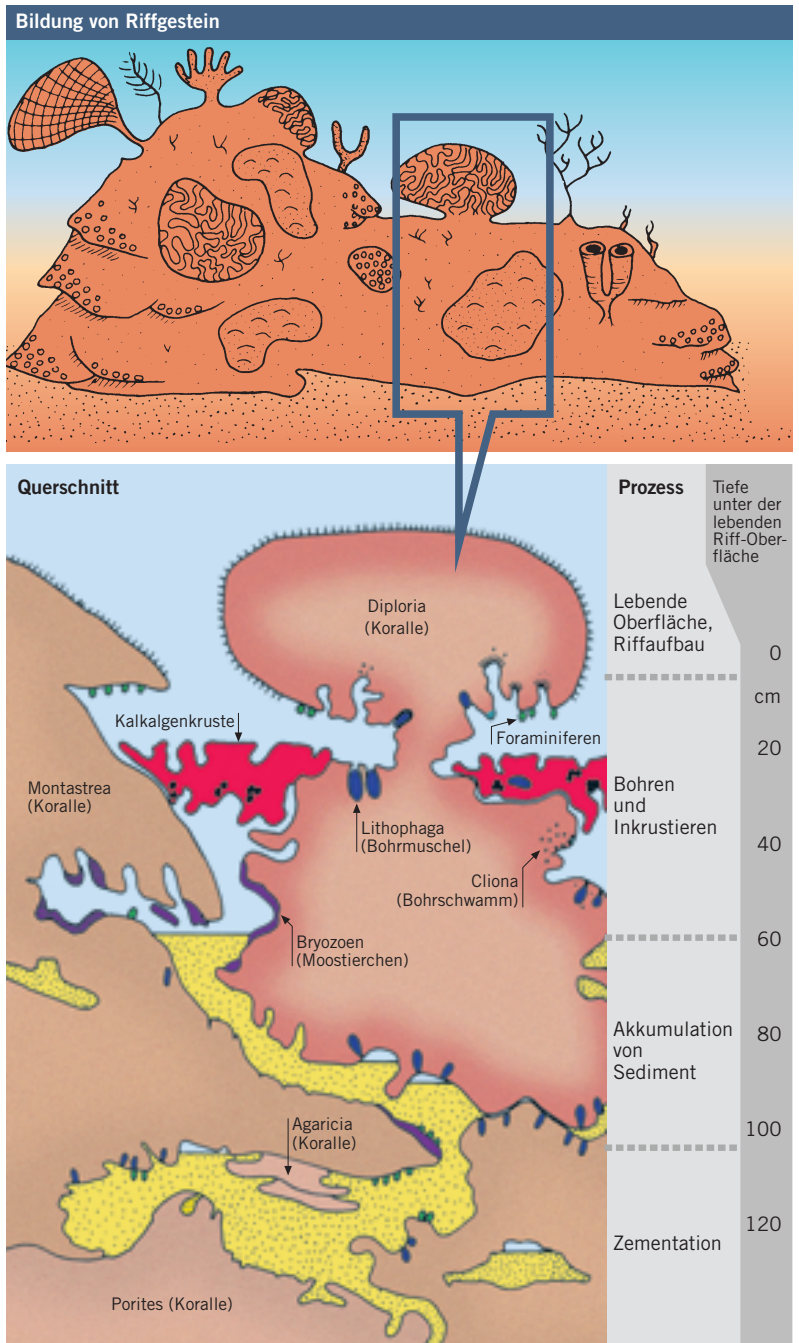
vorteilhaft, weil sie ihre Stoffwechselprodukte austauschen. Die Koralle verwertet den von der Alge ausgeschiedenen Zucker; umgekehrt profitieren die Algen von den Nährstoffen in den Ausscheidungen der Koralle. Durch die Photosynthese-Tätigkeit der Algen und den damit verbundenen Verbrauch von CO<sub>2</sub> wird weiterhin die Kalkfällung beziehungsweise die Skelettbildung der Korallen erleichtert. Der Grund dafür ist die Tatsache, dass bei der Bildung jedes Moleküls Kalk (CaCO<sub>3</sub>) ein Molekül Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt wird. Indem die Zooxanthellen bei der Photosynthese CO<sub>2</sub> aufnehmen beziehungsweise dem System entziehen, verändern sie das chemische Gleichgewicht und treiben die Kalkbildung an. Optimale Lebensbedingun-

gen finden Riffkorallen bei Wassertemperaturen von 18 bis 30 °C, bei marinen Salzgehalten von 35 Promille, klarem Wasser und geringen Nährstoffgehalten. Bei Temperaturen über 30 °C stoßen die Korallen ihre Photosymbionten (Zooxanthellen) ab und sehen gebleicht aus. Wenn das Ausbleichen weit verbreitet ist, spricht man von »bleaching events«. Bleiben die Wassertemperaturen über mehrere Wochen über 30 °C, sterben die Riffkorallen ab. Die Tatsache, dass erhöhte Nährstoffgehalte für Riffkorallen abträglich sind, erscheint zunächst als Widerspruch. Es gibt dafür aber zwei Gründe: Erhöhte Nährstoffgehalte fördern die Bildung von Grünalgen, die im Riff-Ökosystem als Licht-Konkurrenten der Korallen zu sehen sind; hohe Gehalte an Nährstoffen wie Phosphat oder Nitrat führen zur chemischen Hemmung der Kalkausscheidung beziehungsweise der Skelettbildung.

Neben den Riff-aufbauenden Organismen wie Korallen und Kalkalgen existieren auch Riff-zerstörende Organismen. Zu diesen so genannten Destruenten gehören in den Kalk bohrende Schwämme, Muscheln, Würmer und Seeigel sowie Algen, Pilze und Bakterien. Die Tätigkeit dieser Organismen wird als Bioerosion bezeichnet. Ein weiterer Faktor der Riffzerstörung sind tropische Zyklone, die Korallen zerschlagen und dabei Sediment erzeugen. Das von den Organismen herausgebohrte Sediment und der bei Stürmen erzeugte Schutt sammeln sich in Hohlräumen des Riffs an. Schließlich wird das mit Sediment gefüllte Riffgerüst aus Korallen verfestigt beziehungsweise zementiert. Diese Prozesse des Riffaufbaus, der Riffzerstörung und Verfestigung sind komplex und stellen ein empfindliches Gleichgewicht dar [7].

## Riffe als Pegel des Meeresspiegels

Aufgrund der Photosymbiose von Riffkorallen und Algen sind tropische Korallenriffe auf geringe Wassertiefen festgelegt, das heißt, sie kommen von der Wasseroberfläche, je nach Wasser-Transparenz, bis zirka 50 Meter Tiefe vor. Bestimmte Korallen, wie Formen der schnell wachsenden Gattung *Acropora*, kommen nur in flachstem Wasser nahe der Wasseroberfläche vor und sind dadurch ideale Anzeiger des Meeresspiegels. Um ehemalige Pegel des Meeres in die jüngere geologische Vergangenheit zurückzuverfolgen, müssen fossile Korallen und Korallenriffe untersucht werden. Im Falle von geologisch gehobenen Riffterrassen sind diese fossilen



[7] Unterhalb der Riffoberfläche bilden sich Algenkrusten, Korallenskelette werden von Organismen angebohrt und Sediment wird in Hohlräumen verfestigt.

## Der Autor



**Prof. Dr. Eberhard Gischler**, 42, forscht und lehrt am Institut für Geowissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Nach dem Studium der Geologie und Paläontologie an der Universität Göttingen war er als PostDoc an den Universitäten Tübingen und Miami,

Florida (USA) tätig, bevor er als Assistent an die Universität Tübingen zurückkehrte. Er wechselte 1998 als Assistent von Prof. Dr. Wolfgang Oschmann in die Paläontologie nach Frankfurt und wurde nach seiner Habilitation zum Hochschuldozenten und kürzlich zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Der Schwerpunkt seiner Arbeiten ist seit vielen Jahren die Erforschung moderner und fossiler Korallenriffe. Arbeitsgebiete liegen in der Karibik, insbesondere Belize und Florida, im Persischen Golf und in den Malediven.



8 Autor mit amerikanischen Kollegen beim Riffbohren mit Hilfe eines tragbaren pneumatischen Bohrers in Belize, Zentralamerika.

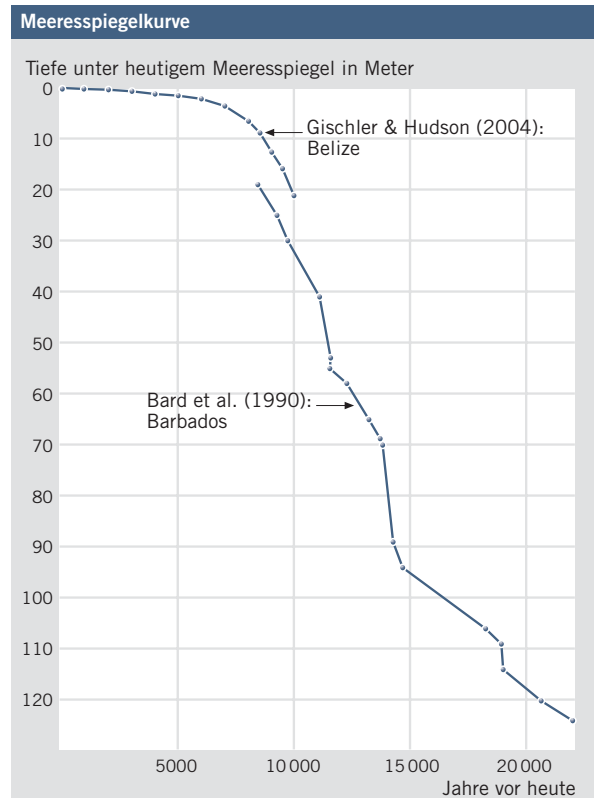
Riffe direkt an Land zugänglich. Berühmte geologische Aufschlüsse von solchen Terrassen liegen beispielsweise auf der karibischen Insel Barbados oder auf der Huon-Halbinsel an der Nordküste Neuguineas. Häufig müssen Geowissenschaftler jedoch in die Tiefe bohren, um fossile Korallenriffe zu beproben und durchgehende Abfolgen der letzten 10 000 bis 100 000 Jahre dokumentieren zu können 8 12.

Das Alter fossiler Korallen in den Bohrkernen kann mit Hilfe der Radiocarbon-Methode ermittelt werden. Aus dem Alter der Fossilien und ihrer Lage relativ zum heutigen Meeresspiegel ergibt sich ein Meeresspiegel-Datum. Mit Hilfe zahlreicher solcher Daten kann schließlich eine Meeresspiegelkurve konstruiert werden 9. Voraussetzung ist dabei, die geologische Rahmensituation der untersuchten Region zu kennen. Im Falle geologischer Hebung oder Absenkung des Untergrunds müssen die Meeresspiegeldaten um diese Veränderungen korrigiert werden. Die weltweit gesammelten Daten zeigen, dass der Meeresspiegel vor zirka 18 000 Jahren, während des Maximums der letzten Eiszeit, um 130 Meter tiefer lag als heute. Größere Mengen an Wasser als heute waren, besonders in der nördlichen Polkappe, als Eisschild gebunden. So reichte der Eisschild bis zum Nordrand der heutigen deutschen Mittelgebirge. Mit der allmählichen Erwärmung schmolz der nördliche Eis-

panzer ab, und der Meeresspiegel begann mit Raten von mehreren Metern pro 1000 Jahre zu steigen. Viele Korallenriffe folgten dem ansteigenden Meeresspiegel, indem sie nachwuchsen. Es gibt auch Beispiele für Korallenriffe, die aufgrund abträglicher Umweltbedingungen langsamer wuchsen, daher dem ansteigenden Meeresspiegel nicht folgen konnten und regelrecht »ertranken«. Wieder andere Riffe blieben zunächst hinter dem ansteigenden Meeresspiegel zurück, ohne abzusterben, und wuchsen, als das Wasser langsamer stieg, bis zum Meeresspiegel auf. Die Anstiegsrate des Meeresspiegels verlangsamte sich vor zirka 5000 Jahren. Im westlichen Atlantik und in großen Teilen des Indischen Ozeans näherte sich der Pegel allmählich dem heutigen Stand an. Im Südatlantik und in großen Teilen des Pazifiks kam es in einem Zeitraum von zirka 6000 bis 3000 Jahren vor unserer Zeit zu höheren Pegeln als heute, und der Meeresspiegel sank nachfolgend auf den heutigen Stand. Diese lokalen Unterschiede sind auf Ausgleichsbewegungen der Erdkruste zurückzuführen. Der unter der Erdkruste liegende, teilweise plastische Erdmantel wurde unter dem Eisschild eingedrückt, und außerhalb des Eisschilds nahm seine Dicke zu. Deshalb hob oder senkte sich die Erdkruste – je nach Abstand zum ehemaligen Eisschild – mit unterschiedlichen Raten.

### Riffe als Speicher hochauflösender Klimadaten

Ähnlich wie in Bäumen an Land findet man in den Skeletten von Steinkorallen jahreszeitliche Lagen beziehungsweise »Jahresringe«<sup>13/</sup>. Allerdings werden die Jahreslagen erst im Röntgenbild sichtbar. In den Sommermonaten wachsen Korallen langsamer als in den



9 Meeresspiegelkurve der letzten 21 000 Jahre. Oberer Teil nach Daten aus Belize; unterer Teil nach Daten aus Barbados.

**EUROHYPO**

Europas führende Spezialbank für  
Immobilien und Staatsfinanzierung

**Hätte es uns damals schon gegeben,  
hätten wir sie finanziert.**



Ehrgeizige Immobilienprojekte realisiert man nicht mit irgendeiner Bank. Als Spezialist für maßgeschneiderte Finanzierungslösungen bieten wir unseren Kunden in Deutschland und weltweit 21 Ländern mehr als nur Kapital. So werden aus Ihren großen Ideen wertstabile Investitionen.

| a passion for solutions.

**EURO  
HYPO**



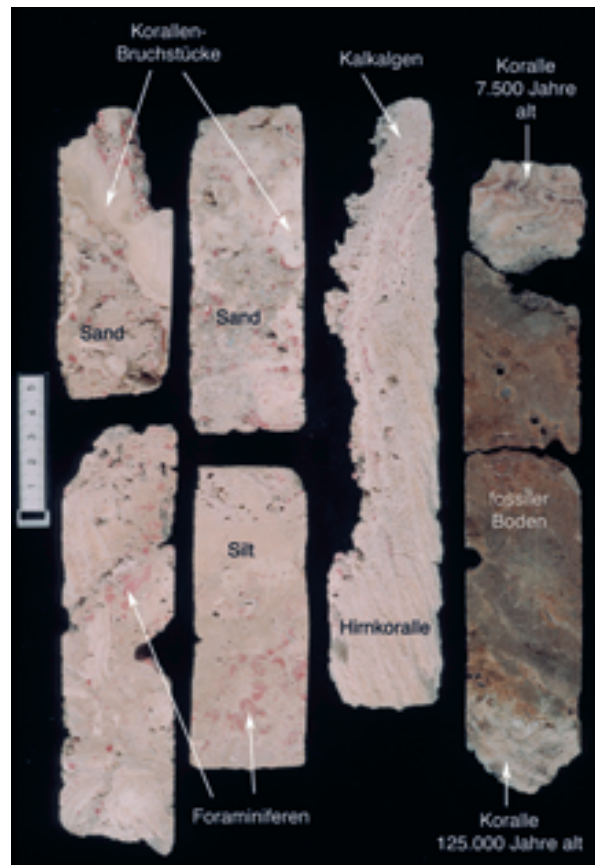
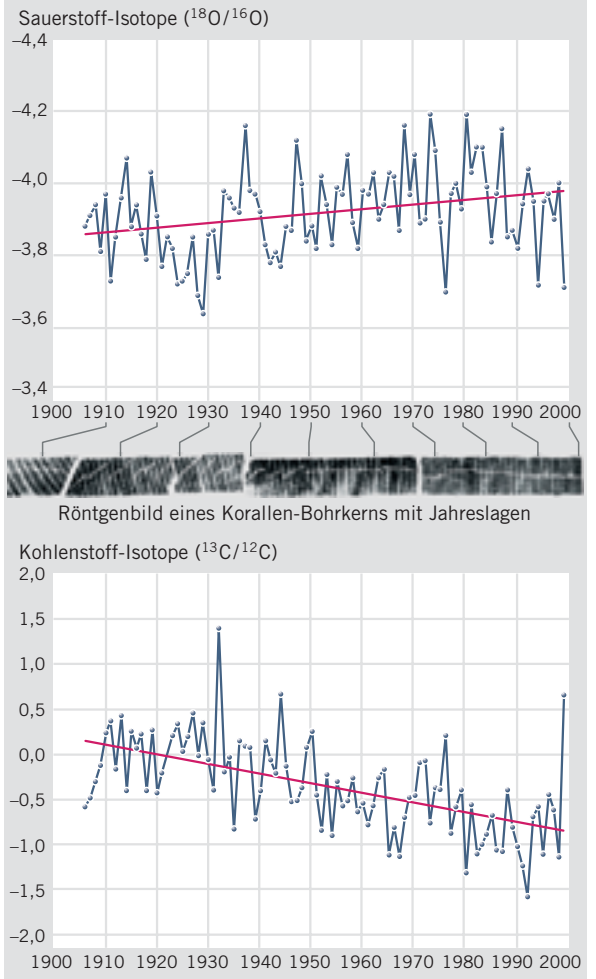
**10** Eberhard Gischler bei der Entnahme eines Bohrkerns aus einer Steinkoralle vor der Küste von Kuwait, nördlicher Persischer Golf, mit Hilfe eines pneumatischen Bohrers, der von Pressluft aus einer Tauchflasche angetrieben wird.

**11** Kurve (oben) der Sauerstoffisotopen-Verhältnisse im 20. Jahrhundert in Belize. Es ist ein genereller Erwärmungstrend um zirka 1 °C zu erkennen (0,2‰ entsprechen etwa 1 °C Temperatur). Mitte: Röntgenbild des analysierten Bohrkerns mit Jahreslagen. Helle Punkte: herausgebohrte Proben für die Analyse der Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopie. Die Kurve (unten) der Kohlenstoffisotopie zeigt einen deutlich abfallenden Trend. Diese Abnahme ist Ausdruck des Eintrags des leichten <sup>12</sup>C-Isotops in die Atmosphäre aufgrund der Verbrennung fossiler Brennstoffe durch den Menschen. Daten aus Belize. (Rot: linearer Trend. Blau: Jahresmittel.)

kälteren Zeiten des Jahres, wodurch das Skelett im Sommer dichter wird. Aus praktischen und Artenschutz-Gründen sammeln Geowissenschaftler nicht ganze Korallenkolonien, sondern entnehmen Bohrkern **10**. Durch Zurückzählen der Jahreslagen kann man im Röntgenbild eine genaue Chronologie erstellen **11**. Die Umweltbedingungen zur Zeit der Skelettbildung versucht man aus verschiedenen Parametern zu erschließen, die entlang des Bohrkerns gemessen werden. Dazu gehören zunächst die Wachstumsdicken, deren Variation jedoch häufig von einer Vielzahl von Umwelt-Parametern abhängig und daher nur schwer interpretierbar ist. Im Gegensatz dazu sind geochemische Parameter meist leichter bestimmten Umwelt-Parametern zuzuordnen. Dazu zählen die Verhältnisse der stabilen Isotope der Elemente Sauerstoff (O) und Kohlenstoff (C) im Korallenskelett aus Kalk (CaCO<sub>3</sub>). Sauerstoff kommt zu 0,2 Prozent mit der Massenzahl 18 vor (<sup>18</sup>O), und zu 99,8 Prozent mit der Massenzahl 16 (<sup>16</sup>O). Die stabilen

**12** Diese Bohrkern zeigen die Entstehungsgeschichte eines Korallenriffs. Sie lässt sich bis in die Zeit vor 125 000 Jahren zurückverfolgen.

Klimadaten aus Korallenskeletten





Isotope des Kohlenstoffs sind  $^{13}\text{C}$ , welches mit 1,1 Prozent vorkommt, und  $^{12}\text{C}$ , das zu 98,9 Prozent in der Natur vorliegt. Das Verhältnis der Isotope  $^{18}\text{O}$  und  $^{16}\text{O}$  im Korallenskelett erlaubt Rückschlüsse auf die Wassertemperatur und den Salzgehalt zur Zeit der Skelettbildung <sup>11/</sup>. Auskunft über die Sonneneinstrahlung beziehungsweise die Wolkenbedeckung gibt das Verhältnis der Isotope  $^{13}\text{C}$  und  $^{12}\text{C}$  im Korallenskelett. Mit Hilfe der Messungen der Kohlenstoff-Isotopie können Geowissenschaftler häufig auch den anthropogenen Eintrag von Kohlendioxid in die Atmosphäre nachweisen <sup>12/</sup>. Durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, das heißt Kohlenwasserstoffe wie Erdöl und Erdgas, wird beson-

ders das leichtere Kohlenstoff-Isotop  $^{12}\text{C}$  in der Atmosphäre angereichert, zum Teil im Oberflächenwasser der Meere gelöst und schließlich in das Korallenskelett eingebaut.

Die Gewinnung von Klimadaten aus Korallenskeletten ist von großer Bedeutung für die Klimaforschung, weil die Menschen erst seit wenigen Jahrzehnten mit hochauflösenden Messinstrumenten Klimadaten wie zum Beispiel Temperatur oder  $\text{CO}_2$ -Gehalte erheben. Die Analyse von Korallenskeletten kann diese Datensätze weiter in die Vergangenheit ausdehnen und hilft dadurch, die Klimaentwicklung sowohl in der Vergangenheit als auch für die Zukunft besser zu verstehen. ♦

### Literatur

<sup>11/</sup> Wood, R., 2000. Reef evolution. 414 S., University Press, Oxford.

<sup>12/</sup> Birkeland, C., Hrsg., 1997. Life and death of coral reefs. 536 S., Chapman and Hall, New York.

<sup>13/</sup> Hudson, J. H., Shinn, E. A., Halley, R. B. & Lidz, B., 1976. Sclerochronology: a tool for interpreting past environments. *Geology*, 4, S. 361–364.

<sup>14/</sup> Veron, J. E. N., 1995. Corals in space in time. 321 S., University New South Wales Press, Sydney.

<sup>15/</sup> Scoffin, T. P., 1992. Taphonomy of coral reefs: a review. *Coral Reefs*, 11, S. 57–77.

<sup>16/</sup> Gischler, E. & Hudson, J. H., 2004. Holocene development of the Belize Barrier Reef. *Sedimentary Geology*, 164, S. 229–242.

<sup>17/</sup> Bard, E., Hamelin, B. & Fairbanks, R. G., 1990. U-Th ages obtained by mass spectrometry in corals from Barbados: sea-level during the past 130,000 years. *Nature*, 346, S. 456–458.

<sup>18/</sup> Gischler, E. & Oschmann, W., 2005. Historical climate variation in Belize (Central America) as recorded in Scleractinian coral skeletons. *Palaios*, 20, S. 159–174.

<sup>19/</sup> Darwin, C. R., 1842. Structure and distribution of coral reefs. 214 S., Smith Elder, London.

### Anzeige



**UNIQUE**  
**OPMI® Pentero®**

**UNIQUE**  
Die besten Grundeigenschaften

**UNIQUE**  
Integrierte Digitale Visualisierung

**UNIQUE**  
Intraoperative Diagnostik

**UNIQUE**  
Integration in den Krankenhaus-Workflow

**UNIQUE**  
Einfach einzigartig. Einzigartig einfach.

*Einige Optionen sind noch in der Entwicklung und noch nicht erhältlich.*

**Besuchen Sie uns auf der 57. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie vom 11. – 14. Mai 2006 in Essen, Congress Center Süd, Stand Nr. 09!**

**Carl Zeiss Surgical GmbH**  
E-Mail: [surgical@zeiss.de](mailto:surgical@zeiss.de)  
Produktinformationen: [www.zeiss.de/neuro](http://www.zeiss.de/neuro)  
Ansprechpartner: [www.zeiss.de/kontakte](http://www.zeiss.de/kontakte)

**ZEISS**

We make it visible.

# Wie Religionen fundamentalistisch werden

## Über die Rolle religiöser Traditionen im interkulturellen Dialog

Von Siegfried Wiedenhofer



Der Imam aus dem dänischen Århus, Achmed Akkari, mit seinem Dänemark-Dossier – eine 43 Seiten dicke Akte, in der die Mohammed-Karikaturen aus der Zeitung »Jyllands Posten« enthalten sind. Er ist der Sprecher einer Gruppe von 27 muslimischen Organisationen, die Delegationen mit diesem Dossier in die arabische Welt schickten.

**W**as haben religiöse Traditionen, die sich begegnen, mit dem Gehirn, das denkt und entscheidet, gemeinsam? Beide stehen für menschliche Individuen, die handeln. Das Gehirn ist ein evolutiv entstandener Teil des Zentralnervensystems von Wirbeltieren. Kulturelle und religiöse Traditionen sind Objektivationen sozialen menschlichen Handelns, zum Beispiel Normen, Gewohnheiten, Rituale, Institutionen, Stile. Aber irgendeinen Sinn muss die analoge Redeweise von den sich begegnenden Traditionen und dem denkenden Gehirn haben.

Wenn die christlichen Erfahrungsmuster nicht greifen

Während eines Indienaufenthalts im Frühjahr 1994 besuchte ich zusammen mit einem Frankfurter Kollegen und einem indischen Freund auch die berühmte Tem-

Religiöser Fundamentalismus wird häufig als Reaktion auf die Dominanz der westlichen Zivilisation gedeutet – doch reicht diese Betrachtungsweise aus, um die Konfliktlinien zwischen radikalen Fanatikern und religiösen Liberalisten zu verstehen? Aus ihren jahrzehntelangen Erfahrungen mit »Theologie interkulturell« können die katholischen Theologen der Universität Frankfurt zusätzliche Denkanstöße für diese Debatte in der globalisierten Welt geben: Das religiöse Bewusstsein, ob im Christentum, Islam, Hinduismus oder in anderen Religionen, ist immer geprägt von einer unauflösbaren Dialektik – von der grundlegenden Unterscheidung zwischen Gott und der erlösungsbedürftigen Welt und von der Gegenwart des Göttlichen in der Welt. Wenn dieses sensible dialektische Gefüge gestört wird, wenn beispielsweise die eigene religiöse Welt mit der Wahrheit Gottes gleichgesetzt wird, wie Fundamentalisten aller Religionen es praktizieren, ist auch der interkulturelle Dialog in Gefahr.

pelstadt Kanchipuram in der Umgebung von Madras, eine der sieben heiligen Städte Indiens. Wir gingen dort auch in den riesigen, seit dem 16. Jahrhundert weiter ausgebauten Ekambareshwara-Tempel, der dem Hauptgott Shiva geweiht ist und in dem sich der berühmte mythische Mangobaum befindet, der 3500 Jahre alt sein soll und als Manifestation Shivas gilt. In einer der vielen Kultnischen mit einem Kultbild Shivas und seiner Gemahlin Parvati wurden wir von zwei jungen Priestern freundlichst zu einem Gottesdienst eingeladen. Unser indischer Freund nickte uns aufmunternd zu, zahlte den gewünschten Obulus, und ehe wir uns versahen, nahmen wir an einer gottesdienstlichen Handlung teil, die uns zugleich irritierte durch ihre Fremdheit, wie sie uns religiös anrührte wegen ihrer Ernsthaftigkeit, ihres Symbolreichtums und ihrer Würde. Nach Beendigung der Kulthandlung setzten wir dann – begleitet von den beiden jungen Hindu-Priestern – unseren Rundgang fort,



Jubelnde Hindus auf der Kuppel der eroberten Babri-Moschee in Ayodhya: Radikale Hindus, überwiegend angereist, zerstörten am 6. Dezember 1992 die 1528 erbaute Moschee, um an deren Stelle zu Ehren des Hindu-Gottes Rama einen Tempel zu errichten. Sie sahen ihre gewaltsame Aktion dadurch legitimiert, dass an diesem Ort vor Jahrhunderten ein Tempel an die Geburtsstätte Ramas erinnert habe, der ebenfalls zerstört worden sei – was historisch nicht belegt ist. Immer wieder wechselten Phasen von Koexistenz und Konflikt; so hatten beispielsweise im 19. Jahrhundert die britischen Kolonialmachthaber einen Kompromiss zwischen den Religionsgemeinschaften ausgehandelt: Muslime durften weiter in der Moschee beten, Hindus ihre Riten im Hof des Gotteshauses vollziehen. Die 1992 durch die Zerstörung ausgelösten Unruhen forderten in ganz Indien mehr als 2000 Menschenleben. Die Stadt Ayodhya ist seitdem ein Synonym für Hass und Gewalt zwischen den Religionsgemeinschaften auf dem Subkontinent.

Muslimische Fundamentalisten verbrennen die dänische Flagge – hier am 19. Februar 2006 in Pakistan. Die Veröffentlichung von Mohammed-Karikaturen in der dänischen Zeitung »Jyllands Posten« hat weltweit für große Spannungen gesorgt. Gewalttätige Proteste in der islamischen Welt sind die Folge, während im Westen die Veröffentlichung mit dem Argument der Pressefreiheit verteidigt wird. Die Empörung vieler Muslime stößt im säkularisierten Europa auf Unverständnis. Doch melden sich auch nachdenkliche Stimmen: Sind nicht auch die religiösen Gefühle von Andersgläubigen zu achten?

mit einem seltsam zwiespältigen Gefühl: Einerseits animiert und geradezu verwandelt, es war tatsächlich so etwas wie eine neue spirituelle Erfahrung geschehen; zugleich aber auch verunsichert und ratlos, ließ sich diese doch nicht in unsere gewohnten christlichen Erfahrungsmuster einordnen. Nun ist klar, wer einander hier begegnet ist, das waren nicht religiöse Traditionen, das waren nicht Christentum und Hinduismus, sondern bestimmte Individuen, die sich als Hindus beziehungsweise als Christen verstanden haben.

Vielleicht wäre die Begegnung anders abgelaufen, wenn andere Hindus und Christen beteiligt gewesen wären, aber auch sie hätten sich – bewusst oder unbewusst – als Mitglieder unterschiedlicher religiöser Gemeinschaften und vor dem Hintergrund unterschiedlicher religiöser Traditionen getroffen. Denn wie Gesellschaften, Kulturen und Religionen aus dem kreativen und sozialen Handeln von Individuen und Gruppen entstanden sind und sich darin auch weiter entwickeln, so werden auch einzelne Menschen zu Individuen, indem sie in einer bestimmten Gesellschaft, Kultur und Religion sozialisiert werden.

Goethe hat diese dialektische Erfahrung in einem ästhetischen Zusammenhang nach 1812 in folgenden Spruch gefasst:

»Gern wär' ich Überlieferung los  
Und ganz original;  
Doch ist das Unternehmen groß  
Und führt in manche Qual.  
Als Autochthone rechnet' ich  
Es mir zur höchsten Ehre,  
Wenn ich nicht gar zu wunderbar  
Selbst Überlieferung wäre.«



### Die Herausforderungen der Globalisierung

Im Zeitalter der Globalisierung scheint das alles insofern noch komplizierter zu werden, als nun das Nebeneinander, Gegeneinander und Miteinander von unterschiedlichen Gesellschaften, Kulturen und Religionen zu einer solchen substanziellen Gegebenheit wird, dass sich ihr keine Gesellschaft, Kultur und Religion mehr entziehen kann. Wenn ich mich als Vertreter einer westlichen Gesellschaft und Kultur verstehe, so steht damit heute unabwendbar das Verhältnis zu nicht-westlichen Gesellschaften und Kulturen zur Debatte. Und wenn ich mich als Christ bekenne, so ist das heute nicht mehr möglich, ohne mein Verhältnis zu den anderen Religionen zu klären.

Im gemeinsamen Projekt »Theologie interkulturell« ist diese komplexe Fragestellung lange vor der heutigen Globalisierungsdebatte aufgenommen worden: Zunächst ging es uns vor allem darum, wie der christliche Glaube sich in den regionalen Kulturen entwickelt und sich auf die katholische Weltkirche auswirkt – kurz gesagt: um die Frage nach einem weltkirchlichen Dialog der unterschiedlichen regionalen Theologien. Regionale Kultur und Religion müssen gemeinsam betrachtet



Geöffnete Hände – eine Gebetshaltung, die Muslime, hier in einer Moschee in Bonn, ebenso einnehmen wie Christen. Sie symbolisiert die Bereitschaft, das wahre Leben als Gabe Gottes zu empfangen.

### Das moderne »Höhlen-Gleichnis« und die Dialektik der Tradition

Selbst das Verhältnis von Religion und moderner Gesellschaft und Kultur ist längst noch nicht abschließend geklärt. Nicht nur fundamentalistische Strömungen in allen Religionen sind eine Herausforderung, die immer noch nicht hinreichend verstanden ist. Der inzwischen weltweite Konflikt um die zwölf Mohammed-Karikaturen in der dänischen Zeitung »Jyllands Posten« enthüllt gerade in der Spannung zwischen der Achtung vor religiösen Überzeugungen und den individuellen liberalen Freiheitsrechten der Moderne nur ein weiteres Mal, dass auch in den modernen Gesellschaften eine latente Grundspannung zwischen Religion und Moderne vorhanden ist, die offenbar noch nicht hinreichend aufgearbeitet ist.

Dies ist im Übrigen eng mit einer weiteren Grundspannung der Moderne verbunden – mit der Dialektik von Vernunft und Tradition. Auf der einen Seite ist die Moderne seit der Aufklärung von der Opposition zwischen dem Bloß-Überkommenen und den durch kritische und kreative Vernunft neu gestalteten Lebensverhältnissen bestimmt. Auf der anderen Seite wurde in der Moderne umgekehrt deutlich, dass die Vernunft selbst nur als geschichtliche, und das heißt, eingebettet in Traditionen, existiert. Jede noch so revolutionäre Bewegung muss sich umgehend

auch als Tradition formieren. Und keine neue menschliche Erfahrung und Erkenntnis wäre realisierbar ohne einen Bewusstseinshorizont, den geschichtliche Traditionen immer schon bereitstellen. Der polnische Philosoph Leszek Kolakowski hat diese Dialektik des Traditionsbegriffs einmal auf die einfache Formel gebracht: »Es gibt zwei Umstände, deren wir uns immer gleichzeitig erinnern sollen: Erstens, hätten nicht die neuen Generationen unaufhörlich gegen die ererbte Tradition revoltiert, würden wir noch heute in Höhlen leben; zweitens, wenn die Revolte gegen die ererbte Tradition einmal universell würde, werden wir uns wieder in den Höhlen befinden.«

### Universale Zeichensysteme und die komplexe Traditionstheorie

Das Teilprojekt von »Theologie interkulturell«, »Logik, Hermeneutik und Pragmatik religiöser Traditionen. Eine komplexe Theorie und Theologie der Tradition«, unternimmt nun ausdrücklich einen Versuch, diese Komplexität kultureller und religiöser Traditionen durch eine umfassende komplexe Traditionstheorie abzubilden, in der nicht nur der Pluralismus der Kulturen und Religio-

Segen erteilen und empfangen – auch diesen Ritus gibt es in ganz unterschiedlichen Religionen. Hier der Blasius-Segen: Er wird am Gedächtnistag des Heiligen Blasius als »Halssegen« für die Gesundheit in der katholischen Liturgie gespendet. Der Märtyrerbischof Blasius, der vorher Arzt war, soll um 300 ein Kind, das eine Fischgräte verschluckt hatte, vor dem Ersticken bewahrt haben.



werden. Da war es kein weiter Schritt, auch mit Theologen anderer Länder darüber zu debattieren, wie interkultureller und interreligiöser Dialog zu realisieren ist. Dass kulturelle und religiöse Identitäten auch immer sehr existenzielle und politische Fragen sind, zeigten unsere intensiven internationalen Begegnungen. So wurden beispielsweise mit einem unserer Kooperationspartner, dem »Institute for the Study of Religion« in Poona/Indien, vier interreligiöse Konferenzen, die in Indien stattfanden, organisiert.

Bei diesen Konferenzen machten wir eine Vielzahl interkultureller und interreligiöser Erfahrungen, ähnlich wie sie eingangs geschildert worden sind: Ahnungen eines Verstehens, Anzogenheit vom Fremden, erste Schritte einer Anerkennung des Anderen, Sich-Begegnen in einer gemeinsamen spirituellen Grunderfahrung. Aber auch das Gegensätzliche erlebten wir: Da bauten sich unerwartet unüberwindlich scheinende Differenzen in theologischen und politischen Fragen auf, Missverständnisse und wechselseitige Verdächtigungen blieben nicht aus, führten auch zu Konflikten. Diese Erfahrungen haben die ursprüngliche Ahnung bestätigt, dass religiöse Traditionen und ihre Wechselwirkungen äußerst komplex sind.

nen seinen festen Ort findet, sondern in der auch noch die verschiedenen Disziplinen und auch die verschiedenen theoretischen Ansätze so miteinander ins Gespräch gebracht und zueinander in Beziehung gesetzt werden können, dass ein umfassenderes und differenzierteres Bild von religiösen (und kulturellen) Traditionen gewonnen werden kann.

Als übergreifender Rahmen wurde ein kultursemiotischer Ansatz gewählt, der sich jedenfalls bisher sehr gut bewährt hat. Wie Sprachen als sprachliche Zeichensysteme und Zeichenprozesse in einer Zeichenlehre (Semiotik) hinsichtlich ihrer Grammatik (in Bezug auf die Regeln, nach denen Zeichen miteinander verbunden werden), hinsichtlich ihrer Semantik (in Bezug auf die Regeln, nach denen Zeichen etwas bedeuten beziehungsweise bezeichnen) und hinsichtlich ihrer Pragmatik (in Bezug auf die Regeln, nach denen Zeichenbenutzer handeln) untersucht werden können, so können auch Kulturen und Religionen beziehungsweise kulturelle und religiöse Traditionen als Zeichensysteme und Zeichenprozesse analysiert werden.

Was leistet nun eine solche semiotisch fundierte komplexe Theorie religiöser Traditionen als wechselseitige Bestimmung einer Grammatik (Logik), Semantik (Hermeneutik) und Pragmatik religiöser Traditionen? Ich möchte das nur an einem Beispiel aus dem Bereich der Logik religiöser Traditionen erläutern. Woher kommt der religiöse Fundamentalismus? Woher kommt dieser neue religiöse Fanatismus, dieser neue aggressive Absolutheitsanspruch von ganzen Gruppen von Gläubigen? In heutigen wissenschaftlichen Analysen und ihren medialen Vereinfachungen dominieren vor allem funktionale und historische Erklärungen. Dass religiöse Traditionen fundamentalistisch werden, hängt dann etwa damit zusammen, dass sie unter der Macht der modernen Gesellschaft und Kultur beziehungsweise angesichts der Dominanz der westlichen Zivilisation unter Existenzdruck geraten und sich sozusagen selbst verabsolutieren müssen, um sich retten zu können, oder auch damit, dass sie noch einer primitiven »mittelalterlichen« Entwicklungsstufe zugehören, die noch nicht zwischen Religion und Politik, Kirche und Staat unterscheiden kann. Bei allen Erklärungen dieser Art bleiben normative Aspekte, wie etwa die Unterscheidung von



Das Göttliche erfahren Menschen aller Religionen auch über sinnliche Wahrnehmungen wie Berühren, Riechen und Schmecken. Hier ein buddhistischer Mönch bei einer Tempelweihe.

wahrer und falscher Religion, authentischer und nicht-authentischer Religion ausgeklammert. Ist beispielsweise die Scientology Church eine Religion? Haben Fußballspiele einen religiösen Charakter? Was ist die authentischere Form des Christentums, Katholizismus, Protestantismus oder Orthodoxie? Solche Fragen werden üblicherweise am ehesten der Theologie zugeschoben. Als Binnenreflexion religiöser Traditionen hat sie immer schon die schwierige Aufgabe wahrgenommen, die Wahrheitsansprüche religiöser Traditionen in der doppelten Perspektive der wissenschaftlichen Vernunft und des Glaubens einer bestimmten Glaubensgemein-

## Die Autoren

**Prof. Dr. Siegfried Wiedenhofer**, 64, (links) studierte Theologie und Philosophie an den Universitäten Graz, Bonn, Münster und Tübingen, und was wissenschaftlicher Assistent in Tübingen und Regensburg. Seit 1981 lehrt und forscht er als Professor für Fundamentalthologie und Dogmatik am Fachbereich Katholische Theologie der Universität Frankfurt. Neben anderen grundagentheoretischen Fragen der Theologie gilt sein Hauptinteresse schon seit früher Zeit den Fragen einer Traditionstheorie und Traditionstheologie, zumal es dabei nicht nur um die Möglichkeit einer interdisziplinären Zusammenarbeit, sondern auch um methodologische Grundfragen der Auslegung christlicher Glaubensüberlieferung, insbesondere auch im interkulturellen und interreligiösen Kontext, geht.

**Prof. Dr. Thomas Schreijäck**, 53, studierte katholische Theologie, Philosophie und Pädagogik in Mainz, Basel, Salzburg

und Freiburg. Von 1982 bis 1992 war er wissenschaftlicher Assistent und Lehrbeauftragter an den Universitäten Salzburg, Fribourg und Tübingen; 1993 wurde er auf die Professur für Theologie und ihre Didaktik an der Universität Kiel berufen. Seit 1995 ist Schreijäck Professor für Pastoraltheologie, Religionspädagogik und Kerygmatik am Fachbereich Katholische Theologie an der Universität Frankfurt und seit 2003 erster Vorsitzender von »Theologie interkulturell«. Zu seinen Arbeits- und Forschungsschwerpunkten gehören: religionspädagogische Bildungstheorie, Theorie und Praxis religiöser Bildung und Erziehung, kontextuelle Theologien in Lateinamerika, Theologie interkulturell in praktisch-theologischer Perspektive.





Prozessionen sind rituelle Zeichenhandlungen, in denen entweder die Ankunft Gottes in der Welt gefeiert oder seine Gegenwart aus dem Inneren des Heiligtums in die profane Welt getragen wird. So tragen die Hindus auf der Insel La Reunion blumengeschmückte Altäre auf einem langen Marsch durch die Stadt. Bei der katholischen Fronleichnamsprozession wird das Altarsakrament in Gestalt der Hostie feierlich durch die Straßen getragen.



schaft zu reflektieren. Aber mit solchen normativen Fragen hängt durchaus zusammen, wie und warum religiöse Überzeugungen zu achten sind und welche Kritik, welche Satire und welche Karikaturen sich Gläubige gefallen lassen müssen.

### Das im Zeichen verborgene transzendente Geheimnis

In der Logik religiöser Traditionen geht es nicht um die Inhalte religiöser Zeichensysteme – diese sind sehr unterschiedlich –, sondern um deren Strukturen, insbesondere um die Struktur des religiösen Bewusstseins, das die religiösen Zeichenwelten hervorbringt. Wenn der Begriff »Religion« sinnvoll sein soll und etwas »Religiöses« von etwas Nicht-Religiösem abgegrenzt wer-

den soll, dann muss eine letzte Gemeinsamkeit religiöser Traditionen mindestens in der Struktur des religiösen Bewusstseins anzutreffen sein. Tatsächlich findet sich in allen authentischen religiösen Zeugnissen eine dialektische Grundbestimmung: So wird auf der einen Seite streng unterschieden zwischen Gott (dem Göttlichen, dem Heiligen, Absoluten), der allein das wahre Sein und Leben gewährt, und der erlösungsbedürftigen irdischen Welt; gleichzeitig setzen religiöse Zeugnisse aber auch eine Einheit von Gott und Welt voraus, insofern das Göttliche inmitten dieser Welt und vermittelt dieser Welt den Gläubigen zeichenhaft begegnet. Ohne solche weltlichen Zeichen wie Heilige Schriften, Riten, Normen, Institutionen, Personen, Orte, Zeiten und Bauwerke gäbe es keine Gegenwart des Göttlichen in dieser Welt – Menschen können alles Göttliche nur nach der Maßgabe ihrer menschlichen Erfahrungsfähigkeit erleben. Aber kein weltliches Zeichen ist das Göttliche. In dieser zeichenhaften Gegenwärtigkeit des Göttlichen in der Welt ist Gott im weltlichen Zeichen offenbar und erfahrbar, doch bleibt er zugleich das im Zeichen verborgene transzendente Geheimnis. Religiöser Glaube ist daher die Fähigkeit, weltliche Zeichen als Erscheinungs-gestalt göttlicher Nähe und Gegenwart zu verstehen und auf diese Weise religiöse Erfahrungen zu machen. Diese Fähigkeit wird in den einzelnen religiösen Traditionen über ihre spezifische religiöse Zeichen-, Bedeutungs- und Handlungsstruktur eingeübt. Im Hinduismus zum Beispiel geschieht dies vor allem über Haus- und Tempelrituale, im Judentum vor allem über die Weisung Gottes, im Christentum vor allem über Gottesdienst und Katechese in einer kirchlichen Gemeinschaft.

### Perverterung der Religion bei Fundamentalisten wie Liberalisten

Aber bereits diese gemeinsame dialektische Grundstruktur lässt erkennen, dass es eine doppelte strukturelle Möglichkeit für religiöse Traditionen gibt, sich selbst zu verfehlen. Einmal kann die Einheit von Gott und Welt betont und deren Differenz ausgeblendet werden, indem die eigene religiöse Welt mit der Wahrheit Gottes identifiziert wird. Aus dieser Perspektive wird sichtbar, warum die religiösen Fundamentalisten sich als die wahren Gläubigen verstehen können – sie aktivieren tatsächlich eine wesentliche Grundbedingung religiöser Erfahrung. Aber warum stellt religiöser Fundamentalismus, wenn er diese Identifikation des eigenen religiösen Zeichensystems mit seinem Inhalt – der Absolutheit des Göttlichen – extrem und exklusiv durchführt, theologisch gesprochen, die schlimmste Perverterung der Religion, nämlich Götzendienst dar? Weil er damit Gott und Welt verwechselt und die eigene religiöse Zeichengestalt vergöttlicht.

Aber auch das andere Extrem lässt sich in der Gegenwart diagnostizieren: Viele Menschen in der westlichen Welt betonen die Differenz zwischen Gott und Welt zu sehr und verdrängen damit das andere Moment, die zeichenhafte Gegenwärtigkeit Gottes in der Welt. Das ist in den verschiedenen Spielarten des religiösen Liberalismus der Fall. Auch diese strukturelle Selbstverfehlung geschieht aus einer genuin religiösen Motivation heraus: Solche Gläubigen wollen das transzendente Geheimnis des Göttlichen schützen, Gott die Ehre geben,

## 20 Jahre »Theologie interkulturell«

Gewalteskalationen, die religiös oder kulturell begründet werden, machen mit Nachdruck darauf aufmerksam, dass bislang ungekannte Globalisierungsprozesse auf allen Ebenen nach Kompetenzen im Bereich des interreligiösen und interkulturellen Dialogs verlangen. Dagegen galt es im Jahr 1985, dem Gründungsjahr von »Theologie interkulturell«, zunächst einmal, das Bewusstsein für die kulturell-kontextuelle Bedingtheit von Religion und Religiosität zu schärfen.

Selbstverständlich sieht auch die katholische Kirche trotz des weltweit gemeinsamen Bekenntnisses nicht auf der ganzen Welt gleich aus, und ebenso wird die Theologie als wissenschaftliche Disziplin nicht unabhängig von der kulturellen Perspektive betrieben. Schon das Zweite Vatikanische Konzil (1962–65) hatte von der »Weltkirche« in jenem Sinn gesprochen, dass sich Kirche in dieser Welt verortet, und zwar auf der ganzen Welt, daher auch in einer jeweiligen konkreten Umwelt und Bezugswelt. Damit versteht sich die Kirche als allumfassende Einheit in differenzierter Vielfalt. Entsprechend gehört es zum Selbstanspruch von »Theologie interkulturell«, Theologie als Gesamtheit von partikularen, kontextuellen Theologien zu verstehen, die ihren je eigenen Beitrag zu einer universalen Theologie leisten, ohne jedoch das ihnen Besondere dafür aufzugeben.

Mit dem Anliegen, Theologie im weltkirchlichen Horizont zu treiben und damit »Abschied vom Gott der Europäer« zu nehmen, das heißt, die eurozentrische Perspektive der Theologie aufzubrechen, wurde »Theologie interkulturell« am Fachbereich Katholische Theologie als Projekt in Forschung und Lehre eingerichtet. Auf diese Weise öffnete sich die wissenschaftliche Theologie für Ansätze aus dem nicht-westlichen Kontext und für theologische Verfahren, die ihre Forschung interdisziplinär betreiben.

Dies dokumentiert insbesondere die Gastprofessur von »Theologie interkulturell«: In jedem Studienjahr wird eine Theologin beziehungsweise ein Theologe aus einem außereuropäischen Kulturkreis nach Frankfurt berufen. Die Finanzierung erfolgt aus Eigen- und eingeworbenen Drittmitteln von »Theologie interkulturell«. In Form einer öffentlichen Vorlesungsreihe sowie einem begleitenden Seminar für Studierende und einem Oberseminar für Postgraduierte, die vorrangig im internationalen Promotionsprojekt »Religion im Dialog« ihre Forschungsstudien betreiben, führen die Gastprofessoren in ihren kulturellen Kontext ein und thematisieren die Inkulturation von Christentum, Theologie und Kirche. Zentrales Anliegen ist die Entwicklung einer interreligiösen und interkulturellen Kommunikations- und Handlungskompetenz im globalen Horizont.

Die Gastvorlesungen werden in einer eigens eingerichteten Schriftenreihe publiziert; zusammen mit



Collage aller Gastprofessorinnen und -professoren der Jahre 1985 bis 2005 (von links oben nach rechts unten): Bénélet Bujo (Kongo), Francis X. D'Sa (Indien), Benigno Beltran (Philippinen), John D'Arcy May (Pazifik), Juan Carlos Scannone (Argentinien), Thaddäus Tui-Chieh Hang (China), Wladimir Iwanow (Russland), Enrique Dussel (Mexiko), Louis J. Mascarenhas (Pakistan), Fernando Diaz (Chile), Haruko K. Okano (Japan), Robert Schreiter (USA), Felix Wilfred (Indien), Obiora Ike (Nigeria), Paulo Suess (Brasilien), Seemampillai Emmanuel (Sri Lanka), Luis Gutheinz (Taiwan), Nazaire Bitoto Abeng (Kamerun), Mary John Mananzan (Philippinen), Danielle Palmyre-Florigny (Mauritius).

den ebenfalls veröffentlichten Forschungsergebnissen der Symposien liegen bis Ende des Jahres insgesamt 30 Bände vor.

In den vergangenen zwei Jahrzehnten entstanden zahlreiche Kontakte und Kooperationen sowie Freundschaften mit Kolleginnen und Kollegen weltweit. Im Laufe der Jahre vertieften die Wissenschaftler ihre Zusammenarbeit, dazu zählen gegenseitige Forschungsaufenthalte und Gastvorträge sowie gemeinsame universitäre Veranstaltungen; auch Doktorarbeiten werden gemeinsam betreut.

Die langjährigen Erfahrungen mit »Theologie interkulturell« trugen maßgeblich dazu bei, dass im Oktober 2001 das internationale Promotionsprogramm »Religion im Dialog« eingerichtet werden konnte, einer der Forschungsschwerpunkte der Universität. Das Programm wird vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Thomas Schreijäck

Informationen im Internet:  
[www.theologie-interkulturell.de](http://www.theologie-interkulturell.de)  
[www.religion-in-dialogue.net](http://www.religion-in-dialogue.net)

**Jubiläumssymposium »Aufbruch in eine Welt für alle. Glaubenskommunikation in der Vielfalt der Kulturen«**

20 Jahre »Theologie interkulturell« geben Anlass zur Bestandsaufnahme und zur Formulierung weiterführender Perspektiven. Alle ehemaligen Gastprofessorinnen und -professoren werden vom 18. bis 20. Mai zu einem internationalen Forschungssymposium in Frankfurt zusammenkommen. Damit wird das zentrale Anliegen von »Theologie interkulturell«, ein Forum der Begegnung und des Dialogs zwischen Kontinenten und ihren kulturellen Kontexten im Horizont der christlichen Botschaft zu schaffen, in besonderer Weise umgesetzt. Denn im Rahmen dieser Veranstaltung treten die Kolleginnen und Kollegen aus Afrika, Asien, Nord- und Südamerika und dem Pazifik erstmals auch untereinander in den theologisch-interkulturellen Diskurs. Das Jubiläumssymposium findet unter dem programmatischen Titel statt: »Aufbruch in eine Welt für alle. Glaubenskommunikation in der Vielfalt der Kulturen.«

Als authentische Repräsentanten ihrer eigenen Kulturen werden die ehemaligen Gastprofessorinnen und

-professoren schildern, wodurch ihr jeweiliger Lebensraum heute gekennzeichnet ist und welche Herausforderungen sich aktuell stellen. Sie werden auch davon berichten, welche kultureigenen Potenziale mobilisiert werden, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Folgende Fragen werden den Diskurs bestimmen: Wie kann angesichts der häufig unmenschlichen Zustände von Gott gesprochen werden? Welche Rolle spielen Religion, Ortskirche und Theologie, wenn sie um der Menschen willen beispielsweise Einspruch gegen politische und soziale Missstände erheben und sie dennoch ihr ursprüngliches Selbstverständnis nicht in humanitärer Hilfe allein aufgehen lassen wollen? Ist die Kirche auf einem richtigen Weg, unterstützt oder hemmt sie den Aufbruch in eine Welt für alle? In welche Richtung gehen theologische Überlegungen im jeweiligen Kontext? Und schließlich: Lassen sich gemeinsame Optionen aus einer christlichen Perspektive formulieren, die kulturelle Differenzen beachten und somit dem Anspruch genügen, Theologie interkulturell zu betreiben?

Thomas Schreijäck



Vernetzung des Fachbereichs Katholische Theologie mit theologischen Forschungs- und Lehrinrichtungen an Universitäten weltweit: Auch 20 Jahre nach der Gründung ist »Theologie interkulturell« ein in Deutschland einmaliges Programm in Forschung und Lehre, das im wissenschaftlich-theologischen Diskurs untrennbar mit der Universität Frankfurt verbunden ist. Seit Beginn des Programms wurden 15 Kooperationsverträge geschlossen; zwei weitere stehen kurz vor der Unterzeichnung.



ihn nicht in unsere allzu menschlichen Vorstellungen vom Absoluten herabziehen. Wo sich diese Unterscheidung aber extrem und absolut setzt, stellt sie ebenfalls eine Pervertierung der Religion dar. Denn sie entzieht dem Göttlichen in dieser Welt jedwede Erscheinungsform und muss letztlich relativistisch auf jede Unterscheidung zwischen dem Heiligen und dem Nicht-Heiligen verzichten. Beide strukturellen Fehlformen von Religion können allein nicht existieren; sie legitimieren sich faktisch mit dem Hinweis auf die jeweils andere Fehlform: der Fundamentalist etwa mit Verweis auf die Ehrfurchtslosigkeit der westlichen Kultur und der liberale Gläubige, der Liberalist, umgekehrt etwa mit Verweis auf den blutigen Terror des Fundamentalismus. Wenn das so ist, dann hat das auch Konsequenzen politischer und pädagogischer Art. Der politische Kampf gegen den Fundamentalismus reicht dann nämlich nicht aus.

Es bedarf dann in einer pluralistischen Gesellschaft zugleich auch eines wirkungsvollen politisch-rechtlichen Schutzes dessen, was den Gläubigen heilig ist und einer öffentlichen Achtung ihrer religiösen Überzeugungen. Nicht jede antireligiöse Karikatur ist dann durch die Meinungsfreiheit legitimiert. Aber vor diesem Hintergrund wäre es mindestens möglich, dass Religionskritik und damit auch antireligiöse Karikaturen von den Gläubigen als Hinweis für die Notwendigkeit der Erneuerung von bestimmten Zeichengestalten ihrer religiösen Tradition verstanden und akzeptiert

werden. Von der Dialektik religiöser Erfahrung her gehört es ohnedies zu den unbedingten und steten Aufgaben religiöser Gemeinschaften, ihre konkreten religiösen Zeichengestalten so zu erneuern, dass sie zu einem transparenten Zeichen göttlicher Gegenwart in der Welt werden. ♦

**Weiterführende Literatur**

S. Wiedenhofer (2004): Tradition – Geschichte – Gedächtnis. Was bringt eine komplexe Traditionstheorie?, in: *Erwägungen Wissen Ethik* 15. Nr. 2, S. 229 – 240 (mit Diskussion, S. 240 – 277 und Replik »Traditionstheorie auf dem Prüfstand«, S. 277 – 284).

S. Wiedenhofer (2004a): Logik, Hermeneutik und Pragmatik des theologischen Begriffs »successio

apostolica«, in: Theodor Schneider, Gunther Wenz (Hrsg.), *Das kirchliche Amt in apostolischer Nachfolge*. Bd. I: Grundlagen und Grundfragen, Freiburg, Basel, Wien, Göttingen: Herder, Vandenhoeck & Ruprecht (Dialog der Kirchen 12/I), S. 417 – 484.

S. Wiedenhofer (1990): Tradition, Traditionalismus, in: O. Brunner, W. Conze, R. Kosel- leck (Hrsg.), *Ge-*

schichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland. Bd. 6, Stuttgart: Klett-Cotta, S. 607 – 650.

B. Schoppelreich, S. Wiedenhofer (Hrsg.) (1998): *Zur Logik religiöser Traditionen*, Frankfurt a.M.: IKO Verlag.

T. Larbig, S. Wiedenhofer (Hrsg.) (2005): *Kulturelle und religiöse Traditionen*. Beiträge zu

einer interdisziplinären Traditionstheorie und Traditionsanalyse, Münster: LIT Verlag, (Studien zur Traditionstheorie/ Studies in tradition theory 1).

T. Larbig, S. Wiedenhofer (Hrsg.) (2006): *Tradition and Tradition Theories: An International Discussion*, Münster: LIT Verlag, (Studien zur Traditionstheorie/ Studies in tradition theory 2).

Anzeige

Es gibt viele Möglichkeiten der Fürsorge – Neue Medikamente sind eine davon.



# Pathologische Veränderungen bei sporadischem Morbus Parkinson

## Induziert ein neurotropes Pathogen die Erkrankung?

Von Heiko Braak  
und Kelly Del Tredici

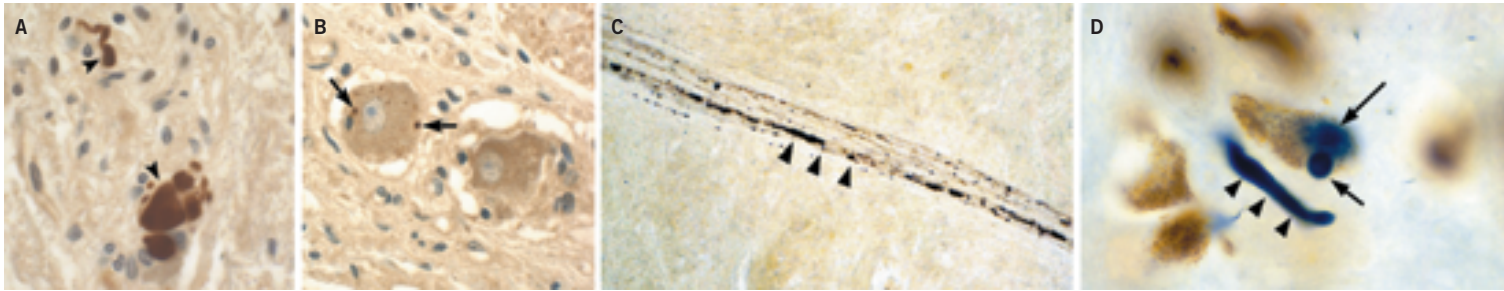
Der Morbus Parkinson tritt in der Regel sporadisch auf und ist nach dem Morbus Alzheimer die häufigste degenerative Erkrankung des menschlichen Nervensystems. Sie ist bei nicht-menschlichen Wirbeltieren unbekannt und befällt außer dem Nervensystem keine anderen Organe. Wie bei vielen anderen Krankheiten auch erkennt der Kliniker nur die späten und bereits Symptome verursachenden Stadien des Morbus Parkinson. Spezielle Fehlfunktionen der Motorik, wie Hypokinese, Rigor, Ruhetremor weisen zwar auf die Erkrankung hin, können jedoch unter dem Bild eines »Parkinsonismus« auch bei anderen Krankheiten auftreten. Kennzeichnend dagegen ist ein eigenartiger pathologischer Prozess, der sich durch die Entwicklung von

Einschlusskörpern in Nervenzellen auszeichnet. Der Prozess beschränkt sich auf wenige empfindliche Nervenzelltypen im zentralen, peripheren und enterischen Nervensystem. Die

Einschlusskörper entwickeln sich nicht spontan und erscheinen auch nicht regelmäßig im Verlauf der Alterung des Nervensystems, selbst bei über Hundertjährigen nicht. Man hat also Grund, sie als pathologische Bildungen zu betrachten, auch wenn sie anfänglich in nur geringer Dichte im Nervengewebe auftreten. Die frühen symptomfreien Stadien der Krankheit lassen sich erst nach dem Tod der Patienten nachweisen. Wesentliche Kriterien für die Stellung einer postmortalen Diagnose sind die Einschlusskörper. Wie sie sich entwickeln und in den verschiedenen Stadien der Krankheit im Nervensystem ausbreiten, beschreiben

Prof. Dr. Heiko Braak und Dr. Dr. Kelly Del Tredici.

**1** Ergebnisse postmortaler Querschnittstudien legen nahe, dass der dem sporadischen Morbus Parkinson zugrunde liegende pathologische Prozess innerhalb des zentralen Nervensystems im dorsalen motorischen Vagus Kern beginnt und sich von dort in geordneter Reihenfolge und Richtung weiter ausbreitet (blaue Pfeile).



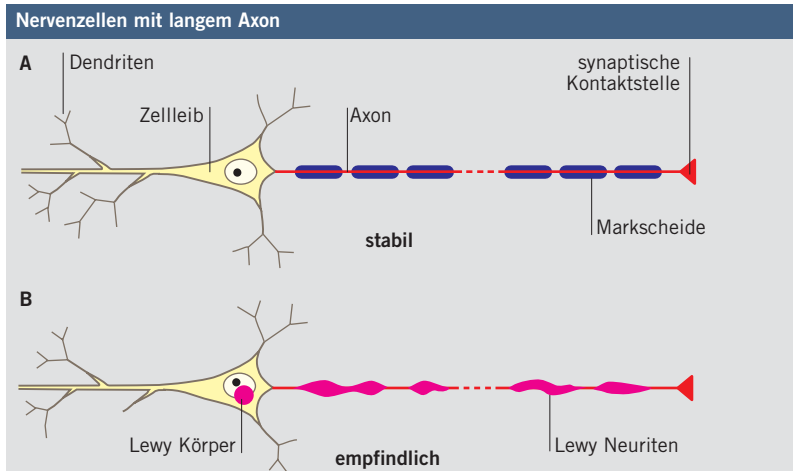
**2** Intraneuronale Einschlusskörper bei sporadischem Morbus Parkinson. Immunozytochemische Reaktionen gegen  $\alpha$ -Synuklein. A und B. Lewy Neuriten (Pfeilköpfe) und Lewy Körper (Pfeile) in Nervenzellen des enterischen Nervensystems. C und D. Lewy Neuriten in den Axonen des dorsalen motorischen Vaguskerne (Pfeilköpfe in C) sowie zwischen dopaminergen Nervenzellen der Substantia nigra (Pfeilköpfe in D). Diese Zellen enthalten in ihren Zelleibern neben Neuromelanin (feine braune Körner) auch blasse Körper als Vorstufe von Lewy Körpern (langer Pfeil in D) und reife Lewy Körper (kurzer Pfeil D).

Die Einschlusskörper bestehen zum größten Teil aus alpha-Synuklein, einem Protein, das in vielen Nervenzellen und dort überwiegend im Axon und seinen synaptischen Kontaktstellen vorkommt. Das im Zytoplasma lösliche und ungefaltete Protein bindet im Normalfall an Membranen axonaler Kontaktstellen. Das Protein ist potenziell gefährlich, weil es unter bestimmten, noch nicht ausreichend erforschten Umständen seine räumliche Struktur ändert. Dann verliert es seine Bindung an Membrane, liegt als freies Molekül im Zytoplasma vor und bildet in Teilbereichen eine starre beta-Faltblattstruktur aus. So verändert, neigt das Molekül zur Aggregation mit anderen, ebenfalls veränderten alpha-Synukleinmolekülen. Die entstehenden »Verklumpungen« (Aggregate) sind ungewöhnlich stabil, können von den zelleigenen Enzymsystemen nicht abgebaut werden und sammeln sich daher in den betroffenen Nervenzellen an. Aus kleineren Aggregaten entstehen längliche Lewy Neuriten in den Zellfortsätzen und kugelige Lewy Körper in den Zelleibern **2** **3** <sup>171</sup>.

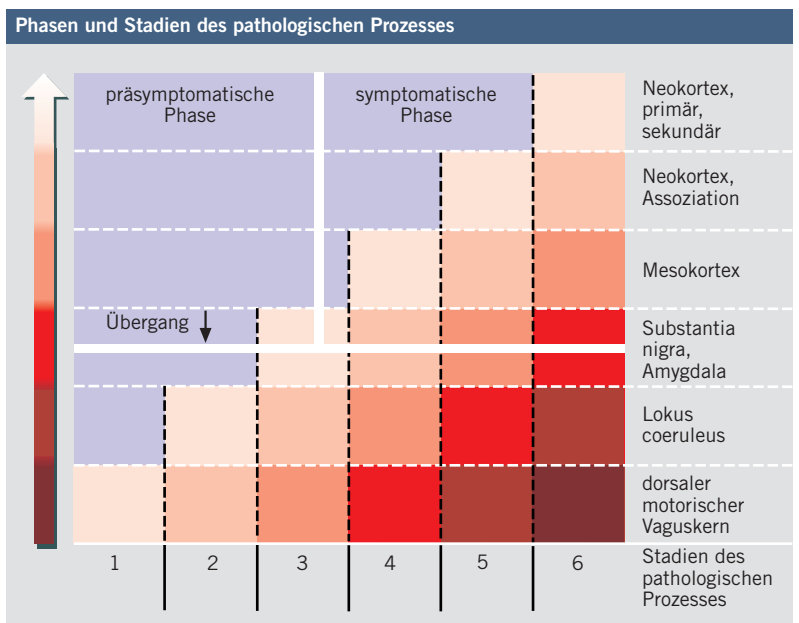
Viele Zellen überleben solche Veränderungen für eine gewisse Zeit (möglicherweise Jahre), verlieren jedoch wichtige Funktionen vorzeitig. In Teilbereichen des Nervensystems ergibt sich ein Verlust von Nervenzellen<sup>18/</sup>. Der pathologische Prozess induziert und unterhält aller Wahrscheinlichkeit nach auch die Entwicklung der klinischen Parkinson-Symptomatik. Er ist nicht nur für motorische Fehlfunktionen, sondern auch für die Ausbildung nicht-motorischer Symptome verantwortlich.

### Empfindliche Nervenzellen

Nur wenige der zahlreichen Typen von Nervenzellen, die das menschliche Nervensystem aufbauen, sind in der Lage, die speziellen Einschlusskörper zu bilden. Für den Parkinson-Prozess empfindlich sind nur Nervenzellen mit einem im Verhältnis zur Größe ihres Zelleibes langen und dünnen Axon. Zellen mit kurzem Axon bleiben dagegen über den ganzen Verlauf der Krankheit frei von Veränderungen. Eine weitere Voraussetzung für die Entstehung der Einschlusskörper ist eine schwache

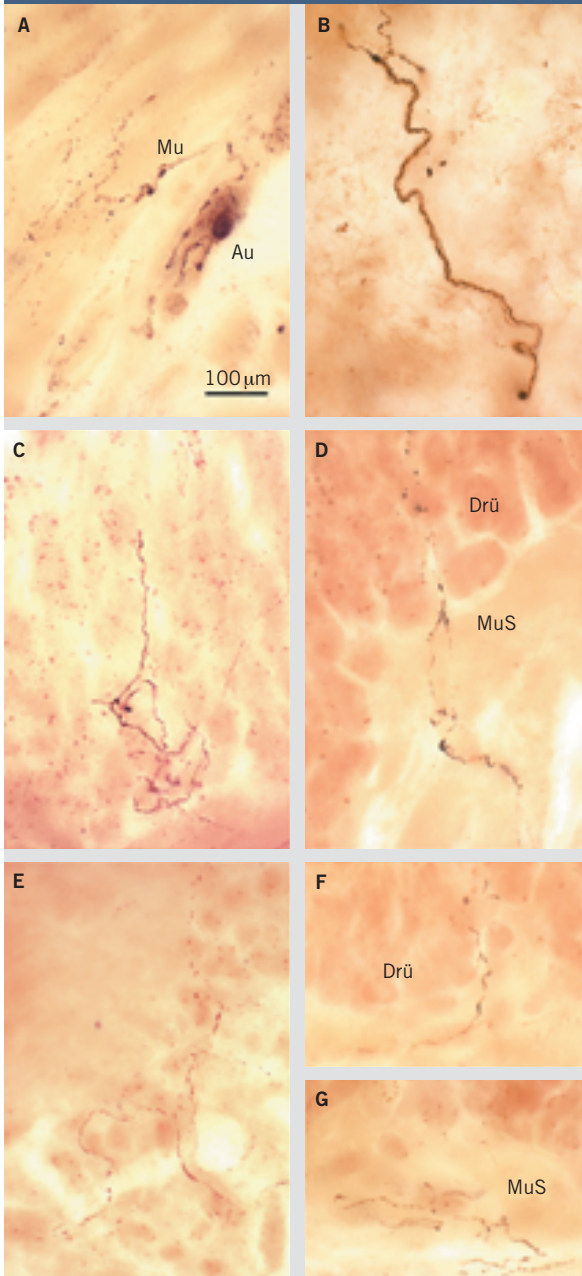


**3** Nervenzellen empfangen über den Zelleib und die von ihm ausgehenden dendritischen Zellfortsätze Informationen von anderen Nervenzellen und übertragen diese über einen speziell gebauten Fortsatz (Axon) und synaptische Kontaktstellen auf andere Nerven-, Muskel- oder Drüsenzellen (A). Viele Nervenzellen entsenden ein im Verhältnis zur Größe des Zelleibes langes Axon. Die Funktion dieser Zellen wird durch eine das Axon umhüllende Myelinscheide sehr verbessert. Im Verlauf des sporadisch auftretenden Morbus Parkinson entstehen die kennzeichnenden Einschlusskörper ausschließlich in Projektionsnervenzellen mit langem und zugleich gar nicht oder nur schwach ummarktem Axon (B). Nervenzellen mit einem kräftig ummarktem oder einem kurzen Axon bleiben verschont.



**4** In der präsymptomatischen Phase treten erstmals krankheitstypische pathologische Einschlusskörper auf. Eine klinische Diagnose ist erst in der symptomatischen Phase möglich.

Einschlusskörper im enterischen Nervensystem



**5** Immunocytochemische Darstellung von  $\alpha$ -Synuklein Aggregaten. Nervenzellen des in Magenwand liegenden Auerbachschen Geflechts (Au) enthalten Lewy Körper in ihren Zellleibern und Lewy Neuriten in ihren Axonen, die sich zwischen den äußeren Muskelzellen (Mu) der Magenwand verzweigen (A). Veränderte Axone lassen sich über weite Strecken durch die Magenwand verfolgen (B). Sie dringen bis zur Schleimhaut vor, stoßen durch die schleimhautreigene Muskelschicht (MuS) und breiten sich zwischen den Magendrüssen (Drü) aus. Hier liegen sie nur wenige Mikrometer von der Oberfläche (Außenwelt) entfernt (C–G).

oder womöglich ganz fehlende Umhüllung des Axons mit einer Markscheide **3**. Demzufolge sind alle Nervenzellen, deren Axon von einer dicken Markscheide geschützt wird **3**, resistent gegen die Entwicklung der Einschlusskörper. Eine Markscheide verbessert in vielfältiger Weise die Funktionstüchtigkeit der Nervenzelle. Unter anderem gewährt sie auch mechanischen Schutz und wirkt als Barriere gegen krankheitserregende Stoffe aus der Außenwelt wie Viren.

## Die Stadienhypothese

Frühe Stadien des pathologischen Prozesses zeigen ein noch geringes Ausmaß an Veränderungen, so dass die Erkrankung mit den derzeit zur Verfügung stehenden diagnostischen Mitteln nicht erkannt werden kann. Daher wird zwischen einer präsymptomatischen und symptomatischen Phase unterschieden **4** <sup>/9/</sup>. Der Parkinsonspezifische Prozess schweift also viele Jahre im Nervensystem, bevor Symptome auftreten.

Nach seinem Beginn, möglicherweise induziert durch einen noch unbekanntem krankheitsauslösenden und auf Nervenzellen gerichteten Stoff (ein neurotropes Pathogen), schreitet der pathologische Prozess langsam und unaufhaltsam voran. Von vorbestimmten Orten ausgehend, breitet sich die Krankheit in immer wiederkehrender Weise weiter aus **1**. Die so entstehenden Änderungen im Verteilungsmuster der Schäden unterliegen nur geringfügigen interindividuellen Schwankungen und ermöglichen daher eine Zuordnung individueller Autopsiefälle zu verschiedenen neuropathologischen Stadien **1** **4** <sup>/11/</sup>.

Bisher vorliegende, jedoch noch nicht systematisch erhobene Befunde lassen vermuten, dass der Parkinson-Prozess im enterischen Nervensystem, also in Nervengeflechten des Magen-Darm-Trakts, beginnt. Der Prozess könnte von dort das zentrale Nervensystem über den Nervus vagus erreichen und im weiteren Verlauf vom unteren Hirnstamm in basale Teile des Mittel- und Vorderhirns aufsteigen und sein Ende in der Hirnrinde finden **1** <sup>/11/</sup>, <sup>/4/</sup>.

## Das enterische Nervensystem als Schwachstelle

Von einigen Nervenzelltypen des enterischen Nervensystems ist bekannt, dass sie bei klinisch diagnostizierten Fällen von Morbus Parkinson typische Einschlusskörper entwickeln **2** <sup>/10/</sup>. In jüngster Zeit konnten wir dies auch für präsymptomatische Fälle zeigen <sup>/3/</sup>. Die Einschlusskörper lassen sich anfänglich in nur geringer Dichte in allen Teilabschnitten des Magens nachweisen. Fadenförmige Aggregate entstehen in dünnen, nicht von einer Markscheide umhüllten Axonen **5**, die sich häufig – von tiefen Schichten aus – bis in die Schleimhaut verfolgen lassen. Sie dringen durch die schleimhautreigene Muskelhaut und schicken Endäste frei in das Bindegewebe zwischen den schlauchförmigen Magendrüssen **5**. An diesem Ort liegen die Axone wenige Mikrometer von der inneren Oberfläche des Magens entfernt.

## Induziert ein neurotropes Pathogen die Veränderungen?

Die frühen Parkinson-Veränderungen an speziell diesem Ort werfen die Frage auf, ob nicht ein noch unbekanntes neurotropes Pathogen aus der Außenwelt den pathologischen Prozess auslöst **6**. Einmal in axonale Endverzweigungen aufgenommen, könnte ein solches Pathogen – im Axon aufsteigend – den Zellleib der vulnerablen Zelle erreichen. Von dort könnte es über synaptische Kontaktstellen auf Axone weiterer Nervenzellen übertragen werden **6** <sup>/2/</sup>. Im Normalfall benutzen Nervenzellen häufig diesen Weg, um Stoffe aufzuneh-

# “Join us in exploring new grounds”

## Cordis **Neurovascular** Scientific Award 2006

Cordis Neurovascular is glad to honor young scientists who contribute to the progress of **Interventional Neuroradiology**



### Submission guidelines

- ▶ Submit an **Original Work** in the field of Interventional Neuroradiology, accomplished in the 12 months before the deadline, including case reports and literature review.
- ▶ Deadline **September 30, 2006**.
- ▶ Papers should be written in English and sent in a pdf file to **[cnvscientificaward@crdbe.jnj.com](mailto:cnvscientificaward@crdbe.jnj.com)**.
- ▶ Submitters must be **35 years old** maximum at the deadline and reside in one of the following countries and regions:  
France, Belgium, Netherlands, Luxemburg, Germany, UK, Italy, Austria, Czech Republic, Egypt, Greece, Hungary, Ireland, Israel, Middle East, Poland, Portugal, Russia, Scandinavia, South Africa, South Eastern Europe, Spain, Switzerland, Turkey.

### The Jury

The scientific committee members that will tribute the award are selected among the key experts of the INR community.

### The prize

- ▶ The winner of the Award will be given the possibility to spend two months as an observer in a centre experienced in advanced Interventional Neuroradiology techniques in the above mentioned countries and in a few centres in the U.S. A list of centres is available on request.  
Please send an e-mail to **[cnvscientificaward@crdbe.jnj.com](mailto:cnvscientificaward@crdbe.jnj.com)**

### For more information

Please contact your local Cordis Neurovascular Representative or address your requests or questions to the following e-mail address:

[cnvscientificaward@crdbe.jnj.com](mailto:cnvscientificaward@crdbe.jnj.com)

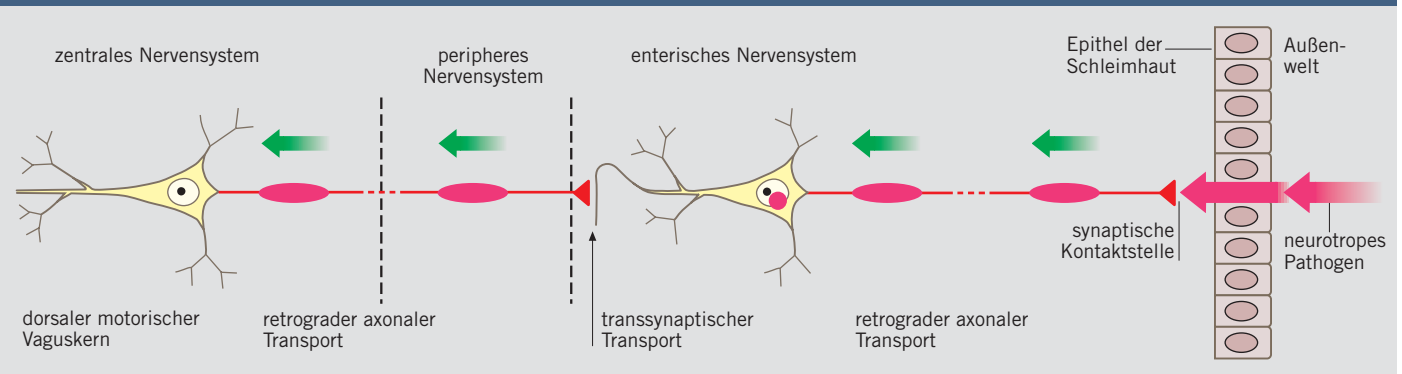
men, die für die Aufrechterhaltung vitaler Funktionen wichtig sind.

Solcherart vorgebahnte Wege machen sich jedoch auch ungebetene Gäste wie neurotrope Viren und unkonventionelle Pathogene (Prione) zunutze, um sich in einer Kette untereinander verbundener Nervenzellen auszubreiten<sup>15/</sup>. Aufgehalten werden sie unter anderem durch gut ausgebildete Markscheiden. Da die vulnerablen Nervenzellen des enterischen Nervensystems keine schützende Hüllstruktur besitzen, können neurotrope Pathogene hier leicht eindringen.

(Stadium 1 **7**). Die langen, nicht ummarkten Axone dieses Kerngebiets verbinden das zentrale Nervensystem mit peripheren Zielgebieten, unter anderem mit dem enterischen Nervensystem **8**.

Im zweiten Stadium verstärken sich die Veränderungen, und es entstehen zusätzliche Schäden in Nervenzellen der unteren Raphekerne, in großzelligen Bereichen der Formatio reticularis und im Lokus coeruleus, einem Kerngebiet mit diffusen Projektionen zu vielen Zielgebieten **7**. Alle im Stadium 2 erstmalig ergriffenen Kerngebiete entsenden auch absteigende Bahnen, die

Ausbreitungsweg eines hypothetischen neurotrophen Pathogens



**6** Möglicherweise löst ein noch unbekanntes neurotrope Pathogen aus der Außenwelt den Prozess aus. Sollte das Pathogen in der Lage sein, das Epithel der Schleimhaut zu durchbrechen, könnte es in dort liegende Axone aufgenommen werden. Von dort könnte der Faktor (den grünen Pfeilen folgend) mit rückläufigem axonalen Transport in den Zelleib verschleppt werden. Nach transsynaptischer Übertragung auf nachgeschaltete Nervenzellen könnte der Faktor dann über die langen Axone des dorsalen Vagus kerns das zentrale Nervensystem erreichen.

Sollte das postulierte Pathogen die Epithelschicht der Magen- oder Darmschleimhaut auf irgendeine Weise überwinden können, wäre also der Weg frei von Nervenzellen des enterischen Nervensystems zu denen des zentralen Nervensystems **6**. Für einen solchen Angriff käme vor allem der Magen in Betracht, weil dessen Nervenzellen besonders dicht von Axonen des motorischen Vagus kerns innerviert werden. Der Speisebrei und das möglicherweise in ihm enthaltene Pathogen verweilt für eine verhältnismäßig lange Zeit im Magen. Darüber hinaus ist die Schleimhaut des Magens häufig durch kleine Blutungen und chronische Infektionen geschwächt.

### Schäden im zentralen Nervensystem

Innerhalb des zentralen Nervensystems entstehen die ersten Einschlusskörper in der Regel an zwei Orten zugleich, nämlich im dorsalen motorischen Vagus kern im unteren Hirnstamm und im Bereich des Riechkolbens<sup>11/14/16/</sup>. In den meisten Fällen schreitet der Prozess im Bereich des Riechkolbens nur langsam voran, so dass die Zerstörungen ihren eigentlichen Ausgangspunkt vom dorsalen motorischen Vagus kern nehmen und, von hier aus aufsteigend, in immer weitere Bereiche des Gehirns eindringen **1**.

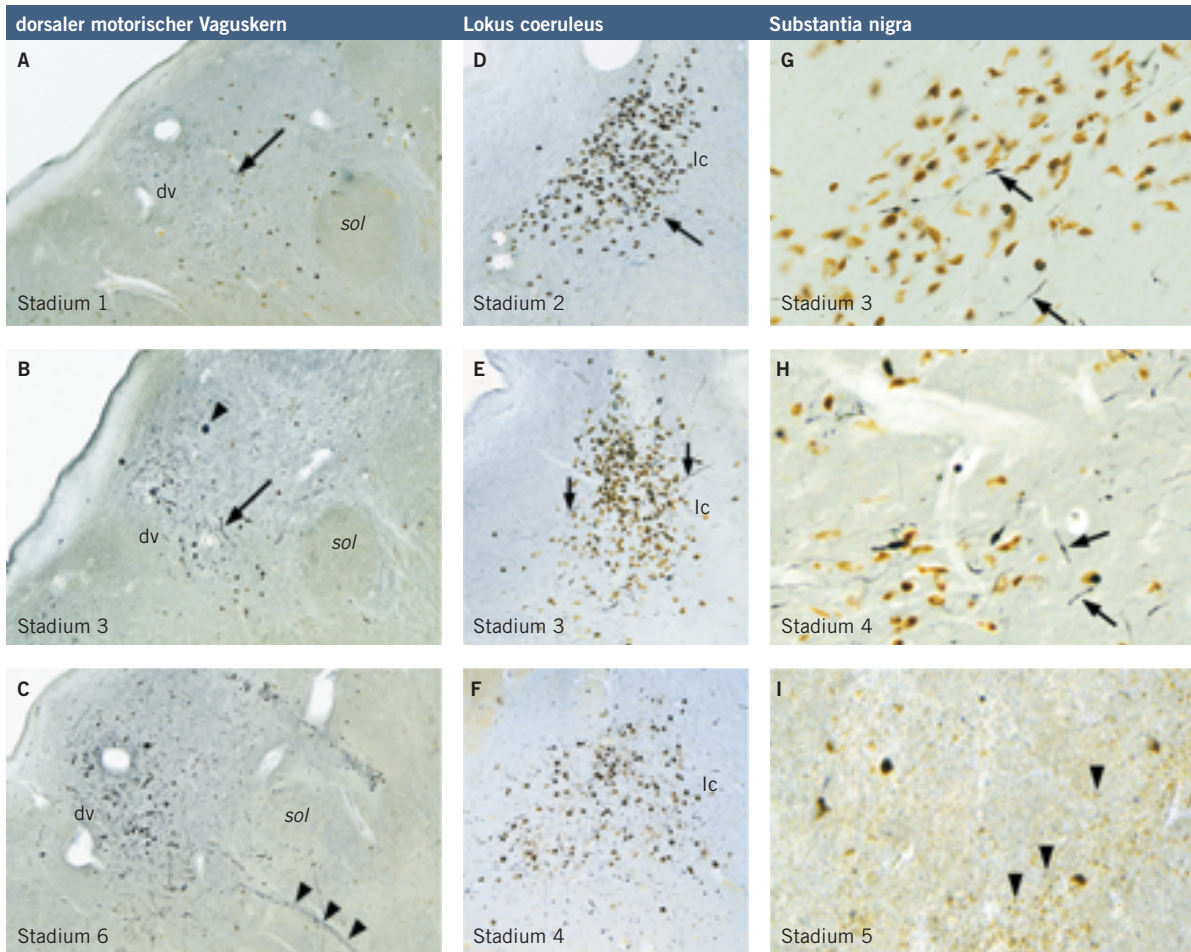
In der präsymptomatischen Phase erscheinen erste Einschlusskörper im dorsalen motorischen Vagus kern

den dorsalen motorischen Vagus kern erreichen **9**. In den ersten beiden Stadien bleibt also der pathologische Prozess auf Teile des enterischen Nervensystems und wenige Kerngebiete des unteren Hirnstamms beschränkt.

Im Stadium 3 dringt der aufsteigende Prozess in basale Teile des Mittel- und Vorderhirns vor. Es entstehen schwere Schäden im Mandelkernkomplex, insbesondere in seinem zentralen Unterkern **8**, der wiederum über absteigende, schwach ummarkte Bahnen Kontakt zu den bereits betroffenen Kerngebieten des unteren Hirnstamms aufnimmt **9**. Gleichzeitig ergreift der Prozess großzellige Kerngebiete des basalen Vorderhirns, die über diffuse Projektionen den Aktivitätszustand der Hirnrinde beeinflussen. Auch in den Dopamin produzierenden Nervenzellen der Substantia nigra entwickeln sich erste Einschlusskörper **7**. In den nachfolgenden Stadien kommt es zu einem deutlichen Verlust dieser für motorische Funktionen so wichtigen Nervenzellen **7**. Der eintretende Dopaminmangel kann für einige Zeit durch eine Substitutionstherapie ausgeglichen werden.

Im Stadium 4 erreicht der krankmachende Prozess zum ersten Mal einen vorbestimmten Einnistungsort in der Hirnrinde, nämlich den Mesokortex des Schläfenlappens **8 9**. Wie durch ein Nadelöhr werden über den Mesokortex alle aus dem sensorischen Neokortex kommenden Daten zur entorhinalen Region und Hippocampusformation und von dort aus weiter zur Stirnhirnrinde geleitet (blauer Pfeil in **9**). Beidseitige Beeinträchtigungen dieses Datenstroms schränken in der Regel die intellektuellen Fähigkeiten der Parkinson-Kranken ein. Die mangelhafte Anregung der Stirnhirnrinde führt zu Apathie.

In den intermediären Stadien 3 und 4 entstehen also schwere Schäden in basalen Teilen des Mittel- und Vorderhirns, gefolgt von ersten Veränderungen in der Hirnrinde **7 8 9**. In diesen Stadien wird in der Regel die präsymptomatische Phase durch den klinisch erkennbaren Teil der Erkrankung abgelöst **4**.



**7** Parkinson-assoziierte Einschlusskörperpathologie (immunozytochemische Reaktion gegen  $\alpha$ -Synuklein). **A–C.** Dorsaler motorischer Vagus Kern (dv). **A** Initiale Pathologie im Stadium 1. Der Pfeil weist auf einen Lewy Neuriten. **B** Deutliche Affektion im Stadium 3. Der Pfeilkopf markiert einen Lewy Körper, während der Pfeil auf einen Lewy Neuriten weist. **C** Schwere Einschlusskörperpathologie im Stadium 6. Deutlich sind Synukleinaggregate in den Axonen des motorischen Vagus Kerns zu erkennen (Pfeilköpfe) (sol – Traktus solitarius). **D–F** Lokus coeruleus (lc). **D** Erste Lewy Neuriten (Pfeil) im Stadium 2. **E** Zahlreiche Lewy Körper und Lewy Neuriten (Pfeile) im Stadium 3. **F** Deutlicher Verlust von Nervenzellen im Stadium 4. **G–I** Substantia nigra, pars compacta. **G** Erste Lewy Neuriten (Pfeile) im Stadium 3. **H** Lewy Neuriten (Pfeile) und beginnender Nervenzellverlust im Stadium 4. **I** Schwerer Nervenzellverlust im Stadium 5. Die Pfeilköpfe weisen auf extraneuronal liegende Reste abgestorbener Nervenzellen.

### Hilde-Ulrichs-Stiftung für Parkinsonforschung

Die Hilde-Ulrichs-Stiftung für Parkinsonforschung geht auf die Initiative von Hermann Terweiden zurück. Als Parkinsonkranker wollte er am ersten Welt-Parkinson-Tag, dem 11. April 1997, ein besonderes Zeichen setzen. In der Überzeugung, dass in einer Zeit immer knapper werdender öffentlicher Mittel Patienten sich unter anderem dadurch helfen können, dass sie Gelder zur Erforschung der unheilbaren Krankheit stiften, gründete er die Hilde-Ulrichs-Stiftung. Ausgehend von ganz geringen privaten Geldmitteln konnte Jahr für Jahr durch Zustiftungen das Stiftungsvermögen von 5000 Euro auf mittlerweile über 28 000 Euro gesteigert werden.

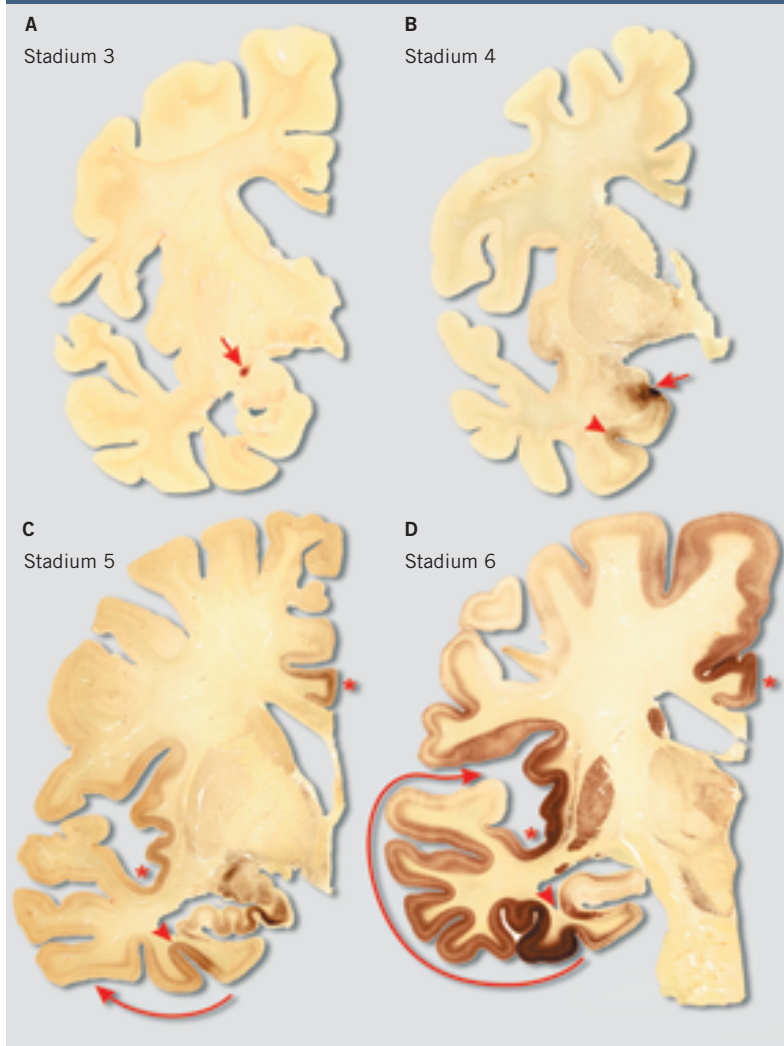
Die Stiftung fördert vor allem die Grundlagenforschung und nichtmedikamentöse Behandlungsmöglichkeiten. Hierfür wurden seit Gründung über 40 000 Euro aus Spendeneinnahmen zur Verfügung gestellt. Alle zwei Jahre vergibt die Stiftung einen Forschungspreis, der 2004 mit 5000 Euro dotiert war. Die Stiftung hat sich auch dafür eingesetzt, dass das im Insti-

tut für Sportwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität entwickelte Schwingungsgerät ZEPTOR bei Parkinsonkranken immer mehr zur Anwendung kommt. Damit können vor allem das Gleichgewicht, die Koordination und die Beweglichkeit spürbar verbessert werden.

Träger der Stiftung ist der Verein Parkinson-Selbsthilfe Schneckenhaus e. V., der 1994 von Hermann Terweiden und Hilde Ulrichs gegründet wurde. Der gemeinnützige Verein ist auch Träger der ersten Begegnungs-, Beratungs-, Informations- und Wohnstätte von Parkinsonkranken für Parkinsonkranke in Deutschland. Unter sehr schwierigen Bedingungen, gefördert mit öffentlichen Zuschüssen wurde in rund fünfjähriger Bauzeit ein marodes Fachwerkhaus im Taunus zum Modellprojekt für krankheitsgerechtes Leben und Wohnen gebaut.

Homepage: [www.parkinsonweb.com](http://www.parkinsonweb.com)

Hemisphärenschnitte mit immunocytochemischer Reaktion gegen  $\alpha$ -Synuklein ohne Gegenfärbung



**B** Das Ausmaß der Veränderungen zeigt sich bereits bei Betrachtung der Schnitte mit bloßem Auge. **A** Im Stadium 3 ist die noch relativ isolierte Erkrankung des zentralen Mandelkerns (roter Pfeil) zu erkennen. **B** Im Stadium 4 verstärken sich die Veränderungen im Mandelkernkomplex (roter Pfeil), und es treten Veränderungen im Mesokortex des Schläfenlappens hinzu (roter Pfeilkopf). **C** Die Schäden im Mesokortex verdichten sich im Stadium 5 (roter Pfeilkopf), und es treten Läsionen der Inselrinde und der Rinde oberhalb des Balkens (rote Sterne) hinzu. Der Prozess dehnt sich auf benachbarte Felder des Neokortex aus (gebogener Pfeil). **D** Im Endstadium 6 verstärken sich die kortikalen Veränderungen erheblich. Dabei bleiben Dichteunterschiede zwischen den mesokortikalen (Pfeilkopf und Sterne) und neokortikalen Veränderungen (gebogener Pfeil) erhalten.

das klinische Vollbild der Erkrankung erreicht. Zu den bereits ausgeprägten Störungen des autonomen und motorischen Systems treten rasch zunehmende Beeinträchtigungen der Hirnrinde hinzu.

### Perspektiven für die Zukunft

Entgegen der lange Zeit vertretenen Annahme, dass der pathologische Prozess bei Morbus Parkinson im wesentlichen nur Nervenzellen der Substantia nigra ergreift, zeigen unsere Analysen eine Vielzahl vulnerabler Gebiete in allen Teilen des Nervensystems. Sie weisen überdies darauf hin, dass die Krankheit im Nervensystem des Magen-Darm-Trakts ausgelöst werden könnte. Ein neurotropes Pathogen könnte von Nervenzellen des enterischen Nervensystems aufgenommen und an Zellen des dorsalen motorischen Vagus Kerns im zentralen Nervensystem weitergegeben werden. Das Pathogen könnte sich dann, anatomischen Bahnen folgend, aufsteigend ausbreiten **2**. Ziel ist es, den langsam aufsteigenden Krankheitsprozess zu unterbrechen, bevor das zentrale Nervensystem erheblich geschädigt wird. Gelänge es beispielsweise, den pathologischen Prozess bereits innerhalb der ersten beiden Stadien zu diagnostizieren und stünde darüber hinaus auch noch eine kausal wirksame Therapie zur Verfügung, könnten folgenreiche Zerstörungen der Substantia nigra und der Hirnrinde vermieden werden. ♦

Im nachfolgenden Stadium 5 wird zunächst der unmittelbar an den Mesokortex des Schläfenlappens grenzende Neokortex geschädigt **3**. Dann folgen weiter entfernte Gebiete und zuletzt – im Stadium 6 – sogar die Pri-märfelder des Neokortex **4**. In den Endstadien wird

## Die Autoren



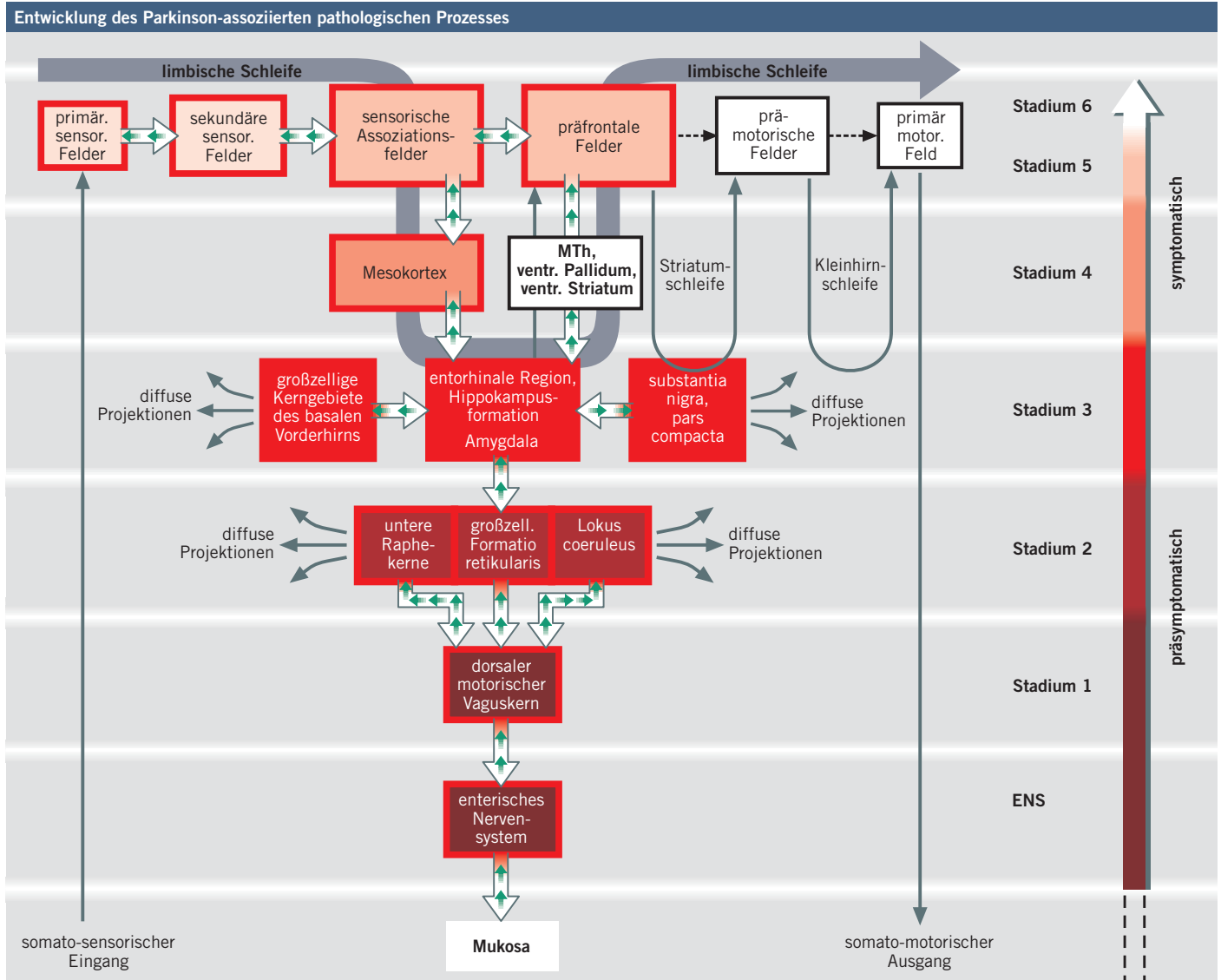
**Prof. Dr. med. Heiko Braak**, 68, Institut für Klinische Neuroanatomie, Johann Wolfgang Goethe-Universität, studierte Medizin in Hamburg, Kiel und Berlin. Nach dem Staatsexamen 1963 und der Promotion 1964 habilitierte er sich 1970 im Fach Anatomie und wurde vier Jahre später zum Professor ernannt. 1978 arbeitete er an der Harvard Medical School als

Visiting Professor of Neurology. Von 1979 bis 2002 leitete er das Institut für Klinische Neuroanatomie in Frankfurt. 2003 wurde ihm der Lundbeck Preis (Dresden) verliehen, 2005 war er Stanley Fahn Lecturer (New Orleans) und 2006 Cooper Lecturer (Mayo Clinic, Rochester, Minnesota).

**Dr. med. Dr. phil. Kelly Del Tredici**, 54, Institut für Klinische Neuroanatomie, Universität Frankfurt und Zentrum für Psychiatrie und Neurologie, Winnenden, studierte Klassische Philologie in Chicago, New York City und Rom. Nach der Promotion 1982 im Fach Klassische Philologie studierte sie Theologie und war Lehrbeauftragte für Alte Sprachen an der Harvard Divinity School. Anschließend studierte sie Medizin in Halle/Saale und Frankfurt und schloss das Studium 2004 im Fach Anatomie mit der Promotion ab.

Die gemeinsamen Forschungsarbeiten werden seit Jahren durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt. Es besteht eine fruchtbare Zusammenarbeit mit den Kollegen Dr. Jürgen Bohl (Neuropathologisches Institut der Universität Mainz), Prof. Dr. Hansjürgen Bratzke (Gerichtsmedizinisches Institut der Universität Frankfurt) und Dr. Rob de Vos (Pathologisches Institut in Enschede, Niederlande).





**9** Abnehmende Intensitäten der roten Hintergrundfarbe kennzeichnen aufeinanderfolgende Stadien (rechter Bildrand). Grüne Pfeile symbolisieren ein aus der Außenwelt aufgenommenes hypothetisches Pathogen. Über rückläufigen axonalen und transsynaptischen Transport könnte ein Pathogen von der Schleimhaut des Magen-Darm-Trakts bis zur Endhirnrinde aufsteigen. Nicht ummarkte Axone von Nervenzellen des enterischen Nervensystems dringen bis in die Schleimhaut (Mukosa) vor. Das enterische Nervensystem ist über den Nervus vagus mit dem zentralen Nervensystem verbunden. Innerhalb des zentralen Nervensystems erkranken nicht ummarkte Axone des dorsalen Vaguskerns zuerst (Stadium 1). Es folgen die auf den dorsalen Vaguskern projizierenden Kerne des unteren Hirnstamms (Stadium 2). Als nächstes reagiert der zentrale Kern des Mandelkernkomplexes sowie großzellige Kerne des basalen Vorderhirns und die Substantia nigra (Stadium 3). Der pathologische Prozess erreicht die Hirnrinde im Mesokortex des Schläfenlappens (Stadium 4). Daraufhin dehnen sich die Schäden auf angrenzende Felder des Neokortex aus (Stadium 5). Zuletzt werden Primärgebiete des Neokortex geschädigt (Stadium 6).

## Literatur

- <sup>1/1</sup> Braak H., Del Tredici K., Rüb U., de Vos R. A. I., Jansen Steur E. N. H., Braak E. Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. *Neurobiol. Aging* 2003a; 24: S. 197–210.
- <sup>1/2</sup> Braak H., Rüb U., Del Tredici K. Idiopathic Parkinson's disease: possible routes by which vulnerable neuronal types may be subject to neuroinvasion by an unknown pathogen. *J. Neural Transm.* 2003b; 110: S. 517–536.
- <sup>1/3</sup> Braak H., de Vos R. A. I., Bohl J., Del Tredici K. Gastric alpha-synuclein immunoreactive inclusions in Meissner's and Auerbach's plexuses in cases staged for Parkinson's disease-related brain pathology. *Neurosci. Lett.* 2006a; 396: S. 67–72.
- <sup>1/4</sup> Braak H., Bohl J. R., Müller C. M., Rüb U., de Vos R. A. I., Del Tredici K. Stanley Fahn lecture 2005: The staging procedure for the inclusion body pathology associated with sporadic Parkinson's disease reconsidered. *Movem. Disord.* 2006b; im Druck.
- <sup>1/5</sup> Card J. P. Exploring brain circuitry with neurotropic viruses: new horizons in neuroanatomy. *Anat. Rec.* 1998; 253: S. 176–185.
- <sup>1/6</sup> Del Tredici K., Rüb U., de Vos R. A. I., Bohl J. R. E., Braak H. Where does Parkinson disease pathology begin in the brain? *J. Neuropathol. Exp. Neurol.* 2002; 61: S. 413–426.
- <sup>1/7</sup> Jellinger K. A., Mizuno Y. (2003). Parkinson's disease. In: *Neurodegeneration: The molecular pathology of dementia and movement disorders* (ed. D.W. Dickson). ISN Neuropath Press, Basel 2003, S. 159–187.
- <sup>1/8</sup> Lang A. E., Obeso J. A. Challenges in Parkinson's disease: restoration of the nigrostriatal dopamine system is not enough. *Lancet Neurol.* 2004; 3: S. 309–316.
- <sup>1/9</sup> Thal D. R., Del Tredici K., Braak H. Neurodegeneration in normal brain aging and disease. *Sci. Aging Knowledge Environ.* 2004; 23: S. 1–13.
- <sup>1/10</sup> Wakabayashi K., Takahashi H. Neuropathology of autonomic nervous system in Parkinson's disease. *Eur. Neurol.* (Suppl. 2) 1997; 38: S. 2–7.

# David gegen Goliath

## Wie Viren das Immunsystem überlisten

Von Christian Schölz und Robert Tampé

Infektionen mit Herpesviren sind bereits seit der Antike bekannt. So beschrieb zum Beispiel schon Hippokrates in seinem »Corpus Hippocraticum« die sich auf der Haut ausbreitenden Herpes Simplex Läsionen und gab der Krankheit ihren bis heute gültigen Namen. Verbürgt ist auch, dass der römische Kaiser Tiberius vor etwa 2000 Jahren während einer auftretenden Herpes labialis-Epidemie das Küssen bei öffentlichen Zeremonien per Dekret verbat. Shakespeare war ebenfalls bestens vertraut mit den periodisch auftretenden Herpes-Bläschen; in seinem Werk »Romeo & Julia«

**1** Architektur des Herpes simplex-Virus 1 im elektronenmikroskopischen Bild (links), Schnitt durch das rekonstruierte und entrauschte Tomogramm (Mitte) und nach Segmentierung der Hauptbestandteile aus dem Tomogramm (rechts). Alle Teilabbildungen im selben Maßstab.

spricht Mercutio zu Romeo: »O'er ladies lips, who straight on kisses dream, which oft the angry Mab with blisters plagues, ...« Doch erst in den 1960er Jahren erkannte man die virale Herkunft der Erkrankung.



Heutzutage sind insgesamt acht verschiedene Vertreter der humanen Herpesviren bekannt, unter ihnen, neben dem zuvor beschriebenen Herpes Simplex Virus (HSV), das Windpocken auslösende Varizella-Zoster Virus (VZV) oder das Epstein-Barr-Virus (EBV), welches das Pfeiffersche Drüsenfieber verursacht **2**. Allen Herpesviren ist die Fähigkeit zur Ausbildung viraler Persistenz gemeinsam, das heißt das lebenslange Überleben in einem Wirt. Diese latenten Infektionen konnten in den letzten Jahren hinsichtlich ihrer molekularbiologischen Mechanismen, die es den Viren ermöglichen, sich dem Immunsystem zu entziehen, zunehmend besser charakterisiert werden.

### Zelluläre Mechanismen der Immunabwehr

Höhere Organismen sind tagtäglich der Bedrohung durch Pathogene wie Bakterien, Pilze, Parasiten oder Viren, aber auch Krebszellen, ausgesetzt. Das Immunsystem des Körpers unterliegt dabei einem scheinbar äußerst komplexen Problem: Infektionen oder Mutatio-

nen finden direkt innerhalb der jeweiligen Zielzellen statt. Um nun einen »Blick« in das Innere der betroffenen Zellen werfen zu können, hat sich ein einfacher und außerordentlich effizienter Mechanismus entwickelt. Während des gesamten Lebens einer Zelle werden fortwährend nicht mehr benötigte beziehungsweise fehlgefaltete Proteine gebildet und wieder abgebaut. Die Degradation der Proteine erfolgt dabei in einem makromolekularen Proteinkomplex, dem so genannten Proteasom. Das Proteasom bildet in der Zelle ein von der Umgebung abgeschlossenes Kompartiment, in dem für den Abbau bestimmte Proteine in kleinere Fragmente »zerlegt« werden. Um ein Abbild des gesamten Proteoms, also der Gesamtheit aller zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandenen Proteine der Zelle zu erhalten, werden stichprobenartig einzelne Proteinfragmente (Peptide) dem innerhalb der Zelle stattfindenden vollständigen Recycling der Proteine entzogen. Durch einen ausgeklügelten Transportmechanismus gelangen diese an die Zelloberfläche, wo sie von Immunzellen inspiziert werden.

Zunächst gelangen hierbei die Peptide mit Hilfe des membranständigen Transportkomplexes TAP (*transpor-*

ter associated with antigen processing) aus dem Cytosol ins Endoplasmatische Retikulum, wo sie unter Beteiligung weiterer Proteine des Peptidbeladungskomplexes (PLC)<sup>2,3/</sup> auf spezielle Cargomoleküle übertragen werden. Diese auch als Haupt-Gewebeverträglichkeitskomplexe der Klasse I (MHC-I) bezeichneten Moleküle binden spezifisch die antigenen Peptide auf ihrer Oberfläche. Stabile MHC-Peptid-Komplexe gelangen daraufhin über den sekretorischen Weg an die Zelloberfläche, wo sie von Effektorzellen des Immunsystems (natürliche Killerzellen, cytotoxische T-Lymphozyten (CTL)) auf ihre »Fracht« hin untersucht werden<sup>4/</sup>. Im Falle einer viralen Infektion oder einer bösartigen Veränderung der Zelle gelangen auf diese Weise auch große Mengen an Proteinbruchstücken an die Oberfläche, die viraler beziehungsweise Tumor-abhängiger Herkunft sind. Solche Zellen werden dann durch CTLs spezifisch erkannt und deren Zerstörung (Apoptose) eingeleitet **3**.

## Virale Persistenz

Wie das Immunsystem sich immer wieder neu den jeweiligen Verhältnissen anpassen muss, so durchlaufen auch Viren coevolutive Entwicklungen, um der vorzeitigen Entdeckung durch das Immunsystem entgehen zu können<sup>5,6/</sup>. Dabei hat sich eine Vielzahl von verschiedenen hochwirksamen molekularen Mechanismen entwickelt, von denen einige im Folgenden näher vorgestellt werden sollen.

Eine relativ simple Strategie ist die schnelle Replikation des Virus (zirka drei bis fünf Tage) innerhalb der Zielzelle, so dass hierbei eine ausreichende Antwort des adaptiven Immunsystems ausbleibt. Derartig schnell re-

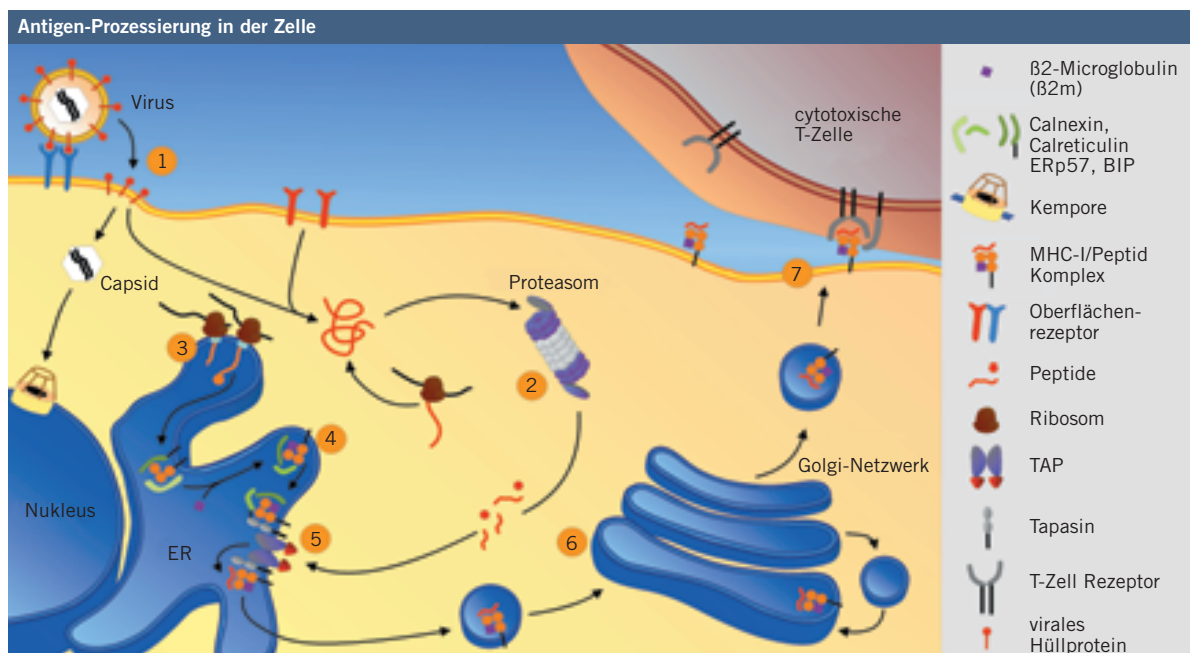
Durch Herpesviren verursachte Krankheiten			
Herpesvirus	Unterfamilie	Viraler Faktor	Krankheitsbild
HHV-1: Herpes simplex Typ 1 (HSV-1)	Alpha	ICP47	Herpes simplex, Herpes labialis, Stomatitis aphthosa
HHV-2: Herpes simplex Typ 2 (HSV-2)	Alpha	ICP47	Herpes simplex, Herpes genitalis
HHV-3: Varizella-Zoster Virus (VZV)	Alpha	ORF66, (UL49.5)	Windpocken, Gürtelrose
HHV-5: Cytomegalovirus (HCMV)	Beta	US2, US3, US6, US10, US11, UL18	CMV-Pneumonie, CMV-Sialoadenitis, Kolitis
HHV-6: Humanes Herpes-Virus-6	Beta	U90	Drei-Tage-Fieber (Exanthema subitum)
HHV-7: Humanes Herpes-Virus-7	Beta	U21	Drei-Tage-Fieber (Exanthema subitum)
HHV-4: Epstein-Barr Virus (EBV)	Gamma	EBNA-1	Pfeiffersches Drüsenfieber, Nasopharynxkarzinom, Non-Hodgkin-Lymphome
HHV-8: Humanes Herpes-Virus-8	Gamma	K3, K5	Kaposi-Sarkom

**2** Die heute bekannten Herpesviren und die durch sie verursachten Krankheiten.

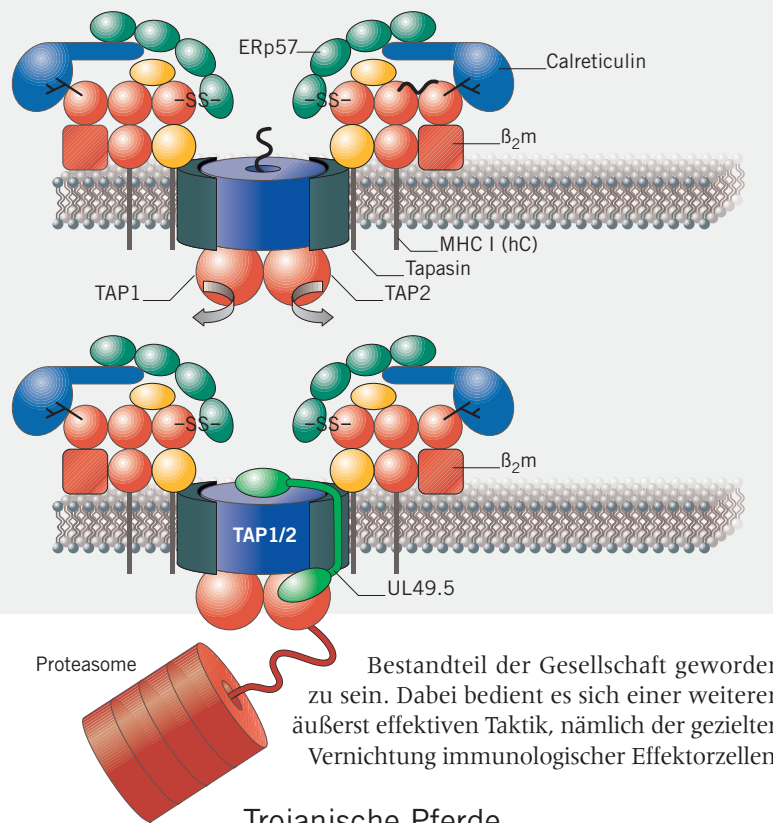
plizierende Viren besitzen meist ein verhältnismäßig kleines Genom; zu ihnen gehören Filoviren, wie Ebola oder das ebenfalls hochansteckende Marburg-Virus, welche unter anderem schwere Blutungen, so genannte Hämorrhagien, und ein multiples Organversagen bewirken. Derartige Virusinfektionen verlaufen zwar lokal gesehen meist recht heftig mit Mortalitätsraten von bis zu 90 Prozent, jedoch erreichen solche Erreger nie eine dauerhafte Durchseuchung der Bevölkerung.

Das für die Immunschwächekrankheit AIDS verantwortliche HI-Virus hingegen scheint derzeitigen Berechnungen zufolge längst in weiten Teilen der Welt fester

**3** Antigen-Prozessierung: Viren binden mittels zellspezifischer Rezeptoren an die Zielzelle (1). Nicht mehr benötigte beziehungsweise fehlgefaltete, virale oder Tumor-assoziierte Proteine werden für den Abbau gekennzeichnet (poly-ubiquitiniert) und anschließend durch das Proteasom abgebaut (2). Neu erschaffene MHC-I-Moleküle (3) werden im Endoplasmatischen Retikulum (ER) in Anwesenheit von molekularen Anstandsdamen, den so genannten Chaperonen (Calnexin, Calreticulin) gefaltet und mit Mikroglobulin ( $\beta 2m$ ) assoziiert (4). Der vorläufige Komplex lagert sich zusammen mit Tapasin an den Peptidtransporter TAP an und bildet so den makromolekularen Peptid-Beladungskomplex PLC aus (5). Peptide werden unter ATP-Verbrauch durch TAP aus dem Cytosol ins ER gepumpt und auf MHC-I-Moleküle übertragen (5). Peptid-stabilisierte MHC-I-Moleküle gelangen über den sekretorischen Weg (6) an die Zelloberfläche und werden dort von T-Zellen inspiziert (7).



Komponenten des Peptidbeladungskomplexes



Trojanische Pferde

Im Gegensatz dazu finden sich bei Viren mit einem großen Genom, wie beispielsweise Herpesviren, Adenoviren oder Retroviren andere Strategien, um sich der Kontrolle durch das Immunsystem zu entziehen. Diese beruhen auf der gezielten Interaktion mit Schlüsselstellen des MHC-I-Wegs, also der Sabotage der Präsentation endogener Peptide, um »Trojanischen Pferden« gleich innerhalb des Wirts unentdeckt verweilen zu können.

Eine erste Möglichkeit der Interaktion mit dem MHC-I-Weg besteht in der Inhibition des proteolytischen Abbaus viraler, antigener Proteine durch das Proteasom. Dieser Mechanismus liegt der Latenzphase des Epstein-Barr-Virus (EBV) zu Grunde, in welcher Proteine, die der Etablierung und Aufrechterhaltung des

4 Der Peptidbeladungskomplex (PLC). Oben: Schematische Darstellung der Komponenten des PLC, bestehend aus TAP1/TAP2, Tapasin, MHC-I, Calreticulin und Erp57. Dabei binden vermutlich jeweils vier Komplexe aus Tapasin, MHC-I, Calreticulin und Erp57 an einen TAP-Transporter (links). Unten: Virale Inhibition. Das Protein UL49.5 (BHV-1) bindet an TAP und inhibiert den Transport von antigenen Peptiden. Zusätzlich wird die proteasomale Degradation des gesamten Komplexes initiiert (rechts).

nichtproduktiven viralen Zyklus dienen, exprimiert werden. Beim EBV ist dies zum Beispiel das *Epstein-Barr-Virus nuclear antigen 1* (EBNA1). Es dient zum einen der Steuerung der episomalen Replikation, also der Vermehrung des viralen Genoms innerhalb des Wirtszell-Genoms, und zum anderen kann das aus Wiederholungen der Aminosäuren Glycin und Alanin bestehende Protein mit Hilfe dieser repetitiven Sequenzen sich selbst, aber auch andere proteasomale Substrate vor der Degradation schützen. Dies geschieht, indem es das Glycin-Alanin-Motiv auf bisher noch ungeklärte Weise auf geeignete Substrate überträgt<sup>77</sup>. Ein detaillierteres Verständnis der Epstein-Barr-Infektion könnte helfen, die Frage zu beantworten, wie Autoimmun-Krankheiten entstehen, da seit einiger Zeit unter anderem ein Zusammenhang zwischen EBV und Multipler Sklerose propagiert wird. Mittels serologischer Tests konnten nämlich bei allen MS-Patienten Antikörper gegen das Epstein-Barr-Virus nachgewiesen werden.

Blockierung des Peptidtransports

Das humane Cytomegalie-Virus (HCMV), das – insbesondere bei immunsupprimierten Patienten – zum Beispiel nach Organtransplantationen Probleme bereitet, blockiert gezielt, durch Inhibition des Transportkomplexes TAP, den Transport von antigenen Peptiden an die Zelloberfläche. Dabei bindet das während der frühen Phase des Replikationszyklus exprimierte Protein US6 (*Unique Short Region 6*) an den Peptidtransporter und sabotiert die Bindung von ATP, welches für die Energetisierung des Transports essenziell ist<sup>78</sup>. Auch das früh translatierte Genprodukt ICP47 des Herpes Simplex Virus-1 (HSV-1) interagiert gezielt mit dieser Schlüsselstelle der intrazellulären Antigen-Prozessierung, indem

Die Autoren



**Prof. Dr. Robert Tampé**, 44, studierte Chemie an der TU Darmstadt, wo er im 1989 in Biochemie promovierte. An der Stanford University forschte er zusammen mit Prof. Dr. Harden M. McConnell an der Struktur und Funktion von MHC Klasse II-Komplexen. Von 1992 bis 1998 leitete er am Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried eine Forschergruppe und betreute gleichzeitig eine Arbeitsgruppe am Institut für Biophysik der TU München, wo er 1996 in Biochemie habilitierte. Anschließend erhielt er ein Heisenberg-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft. 1997 wurde er auf den Lehrstuhl für Physiologische Chemie des Klinikums der Philipps-Universität Marburg berufen. Im Jahr 2001 folgte er dem Ruf auf eine Professur an das Institut für Biochemie der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Er ist Sprecher des

2003 gegründeten Sonderforschungsbereichs 628 »Functional Membrane Proteomics – From Membrane Transporters to Dynamic Assemblies and Networks« sowie Mitgründer und Vorstandsmitglied des »Center for Membrane Proteomics (CMP)«. Seine Hauptforschungsinteressen liegen in den Bereichen der Biochemie und Biophysik biologischer Membranen, der molekularen Immunologie, intrazellulären Transportprozesse sowie der Nanobiotechnologie.

**Christian Schölz**, 26, studierte von 2000 bis 2005 Biochemie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt. Seine Diplomarbeit bei Prof. Dr. Robert Tampé am Institut für Biochemie zum Thema »Inhibitionsmechanismus des Genproduktes UL49.5 von Herpesviren« wurde mit dem Procter&Gamble Förderpreis 2005 ausgezeichnet. In seiner Doktorarbeit widmet er sich funktionalen Aspekten der intrazellulären Antigenprozessierung.

es um die Peptidbindungsstelle konkurriert<sup>/9/</sup>. Virologen gehen davon aus, dass etwa 85 Prozent der Bevölkerung weltweit mit dem HSV-1 Erreger infiziert sind. Etwa 30 Prozent der Infizierten haben wiederkehrende Infektionen, und bei circa einem Prozent der Virusträger flammt die latente Herpesinfektion einmal pro Monat auf. Dabei verbleibt das Virus nach einer erfolgreichen Primärinfektion in sensorischen Nervenganglien, wo es durch bestimmte Einflüsse, zum Beispiel Immunsuppression, Stress, Krankheit, Hormonschwankungen, UV-Strahlung erneut aktiv wird und wiederholt Epithelzellen befällt – wodurch eine neue akute Herpeserkrankung ausgelöst wird. Da das Immunsystem nur die akute Erkrankung bekämpft, nicht aber die Viren in den Nervenzellen, verbleiben Herpesviren lebenslang im infizierten Organismus.

### Interaktion mit MHC-I-Molekülen

Auch die Interaktion mit MHC-I-Komplexen kann die erfolgreiche Präsentation viraler Antigene unterbinden. So binden beispielsweise die beiden membranständigen Glycoproteine des humanen Cytomegalie Virus (HCMV) US2 und US11 an neu synthetisierte MHC-Klasse-I-Moleküle und sabotieren deren molekularen Transport an die Zelloberfläche. Dabei werden die MHC-I-Komplexe aus dem ER ausgeschleust (Retrotranslokation) und deren proteasomale Degradation eingeleitet. Auch das HI-Virus bedient sich molekularer Faktoren, die die Observierung durch das Immunsystem unterbinden. Das Hilfsprotein nef (*negative factor*) bindet an der Zelloberfläche an MHC-Peptid-Komplexe und leitet deren Endocytose (Aufnahme in die Zelle) ein. Nef vermittelt hierbei das Einstülpen der Membran zusammen mit den MHC-I-Komplexen und ermöglicht so die Aufnahme der Moleküle in intrazelluläre Vesikel. Die so internalisierten Antigen-Komplexe werden anschließend für die Degradation gekennzeichnet (monoubiquitiniert) und in Lysosomen weitergeleitet. Innerhalb dieser mit Säure angefüllten Zellorganellen findet dann der proteolytische Abbau der MHC-I-Moleküle durch Proteasen statt.

Auch die Bildung von MHC-I-Attrappen ist ein beobachtetes Phänomen. So bildet zum Beispiel das humane

Cytomegalie Virus-Protein UL18 zusammen mit dem körpereigenen Mikroglobulin  $\beta 2m$  und zellulären Peptiden einen stabilen Komplex. Natürliche Killerzellen (NK-Zellen) verwechseln diesen mit normalen MHC-I Molekülen und greifen daher die Zelle nicht an. Dies hat gleich mehrere Vorteile: Zum einen bemerkt das Immunsystem nicht, dass eine Infektion der Zelle vorliegt, und zum anderen verhindert das Virus auf diese Weise, dass das Immunsystem Verdacht schöpft. Gelangen nämlich überhaupt keine Proteinfragmente mehr an die Zelloberfläche, so führt dies ebenfalls zur Vernichtung (Apoptose) der Zelle durch Natürliche Killer (NK)-Zellen.

### Doppelt hält besser

Erst kürzlich konnte ein weiterer bis dahin noch unbekannter viraler Inhibitor identifiziert werden. Das Genprodukt UL49.5 des bovinen Herpes-Virus-1 (BHV-1) blockiert gezielt den Transport antigener Peptide, indem es den Transportkomplex TAP in einem Zwischenschritt des Transports fixiert. Zusätzlich scheint UL49.5 den proteasomalen Abbau des gesamten Peptidbeladungskomplexes zu initiieren<sup>/10/</sup>. Bis jetzt konnte zwar noch kein humanes Funktionshomologes entdeckt werden, doch ist anzunehmen, dass nicht nur tierische Herpesviren einen solchen Mechanismus verwenden.

### Chancen und Möglichkeiten

Die Charakterisierung viraler Inhibitoren sowie ein detaillierteres Studium zum Verständnis der molekularen Mechanismen viraler immunreaktiver Moleküle bieten einen tiefen Einblick in essenzielle Stellen des intrazellulären Immunsystems. Durch Verwendung viraler Inhibitoren als biochemische Werkzeuge ist es Forschern erstmals möglich, Schlüsselpositionen des intrazellulären Proteintransports gezielt zu untersuchen. Neben dem Erkenntnisgewinn über biomolekulare Abläufe in Zellen birgt die Verwendung viraler Inhibitoren zur Entwicklung neuartiger Impfstoffe oder Behandlungstherapien noch ungeahnte neue Möglichkeiten. So ist beispielsweise die Verwendung der Inhibitoren im Bereich der Organtransplantation zur Unterdrückung von Abstoßungsreaktionen vorstellbar. ♦

### Literatur:

<sup>/1/</sup> K. Grünewald, P. Desai, D. C. Winkler, J. B. Heymann, D. M. Belnap, W. Baumeister, A. C. Steven, Three-Dimensional Structure of Herpes Simplex Virus from Cryo-Electron Tomography, <i>Science</i> 2003, 302: Seiten 1396 – 1398.	<sup>/3/</sup> J. Koch & R. Tampé, The molecular peptide-loading complex in MHC class I-dependent antigen presentation, <i>Cell. Mol. Life. Sci.</i> , 2006 Mar; 63(6): 653 – 62.	<sup>/5/</sup> H. Momburg & H. Hengel, Corking the bottleneck: the transporter associated with antigen processing as a target for immune subversion by viruses, <i>Curr. Top. Microbiol. Immunol.</i> 2002, 269: Seiten 57 – 74.	<sup>/6/</sup> S. Loch & R. Tampé, Viral evasion of the MHC class I antigen-processing machinery, <i>Pflugers Arch.</i> , 451(3): Seiten 409 – 417.	<sup>/7/</sup> J. Levitskaja, A. Sharipo, A. Leonchicks, A. Ciechanover, M. G. Masucci, Inhibition of ubiquitin/proteasome-dependent protein degradation by the Gly/Ala repeat domain of the Epstein-Barr virus nuclear antigen 1, <i>Proc. Natl. Acad. Sci. USA</i> 1997, 94: Seiten 12616 – 12621.	<sup>/9/</sup> K. Ahn, T. H. Meyer, S. Uebel, P. Sempe, H. Djabalalah, Y. Yang, P. A. Peterson, K. Früh, R. Tampé, Molecular mechanism and species specificity of TAP inhibition by herpes simplex virus ICP47, <i>EMBO J.</i> 1996, 15(13), Seiten 3247 – 3255.	D. van Leeuwen, K. Bienkowska-Szewczyk, T. C. Mettenleiter, F. A. M. Rijsewijk, R. Tampé, J. Neefjes, E. J. H. J. Wiertz, Varicelloviruses avoid T cell recognition by UL49.5-mediated inactivation of the transporter associated with antigen processing, <i>Proc. Natl. Acad. Sci. USA</i> 2005, 102(14): Seiten 5144 – 5149.
<sup>/2/</sup> R. Abele & R. Tampé, The ABCs of immunology: structure and function of TAP, the transporter as-	<sup>/4/</sup> M. Gromme & J. Neefjes, Antigen degradation or presentation by MHC			<sup>/8/</sup> C. Kyritsis, S. Gorbulev, S. Huttschenreiter, K. Pawlitschko, R. Abele, R. Tampé, Molecular mechanism and structural aspects of TAP inhibition by the cytomegalovirus protein US6, <i>J. Biol. Chem.</i> 2001, 51, Seiten 48031 – 48039.	<sup>/10/</sup> D. Koppers-Lalic, E. A. J. Reits, M. E. Rensing, A. D. Lipinska, R. Abele, J. Koch, M. M. Rezzende, P. Admiraal,	

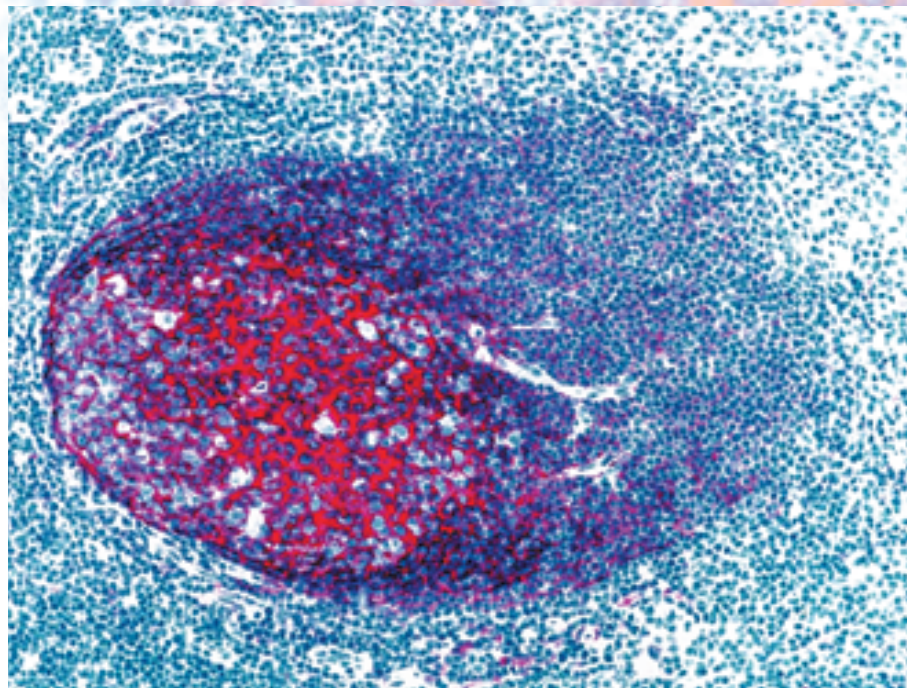
# Immunologische Experimente am Computer

## Theoretische Immunologie schließt Wissenslücken

Von Michael Meyer-Hermann

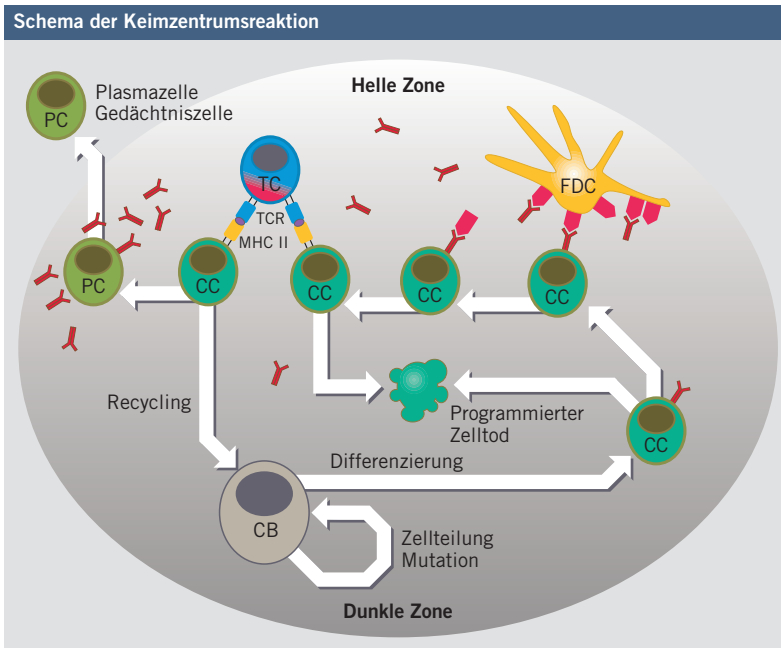
Mathematische Methoden in der Biologie haben sich in den vergangenen 25 Jahren zunehmend etabliert. Etwa in den Bereichen der Entwicklung von Organen und Organismen sind große Anstrengungen in der Mathematik unternommen worden, die grundlegenden Mechanismen der Entwicklung aufzudecken. Der einfache Gedanke, auf dem diese Methode aufbaut, ist ein reduktionistischer: Man verwendet einen minimalen Satz von in der Biologie beobachteten Wechselwirkungen – etwa zwischen den Zellen, die das betrachtete Gewebe aufbauen –, übersetzt sie in ein mathematisches System von dynamischen Gleichungen, löst diese auf dem Computer und prüft, ob sich in der Lösung die erwartete Struktur zeigt. Wenn dies allein aufgrund experimenteller Daten aus der Biologie nicht möglich ist, ergibt sich der größte Nutzen der mathematischen Beschreibung: Dann sind neue Hypothesen im mathematischen Modell notwendig, um das reale System beschreiben zu können. Damit sagen die Theoretiker Zusammenhänge voraus, die aus der Biologie alleine nicht ableitbar sind. Diese können durch neue gezielte Experimente verifiziert werden. Ein ähnlicher Ansatz wurde in jüngerer Zeit von unserer Gruppe am Frankfurter Institute for Advanced Studies (FIAS) in der Immunologie verwendet.

**E**in konstruktives Gespräch zwischen der experimentellen und der theoretischen Biologie ist bisher sehr selten realisiert worden; eine Ausnahme sind zum Beispiel Theorien für AIDS und Vorschläge für die Therapie. Dies liegt einerseits an der molekularen Komplexität der Systeme, die Vorhersagen der mathematischen Modelle sehr wenig konkret machen. Der Theoretiker kommt zu Aussagen wie: »es müsse ein Molekül existieren, das die Adhäsion zwischen Immunzellen und Gefäßwänden verstärkt«. Der Immunologe will seinerseits wissen, ob nun das Molekül LFA-1 oder VLA-4 diese Wechselwirkung vermittelt, worauf die Mathematik in der Regel keine Antwort geben kann.



**1** Ein Keimzentrum in menschlichen Mandeln, aufgenommen von der experimentell arbeitenden Gruppe von Immunologen um Kai-Michael Toellner, Birmingham. Die Zellkerne sind unabhängig von der Art der Zelle blau gefärbt. Man erkennt in Dunkelblau eine hohe Dichte von nicht aktivierten B-Zellen, die die so genannte Mantelzone bilden und das aktive Keimzentrum nach außen begrenzen. In Rot kann man die helle Zone des Keimzentrums erkennen, in dem das follikuläre dendritische Zell-Netzwerk lokalisiert ist, das auch Fragmente des Krankheitserregers enthält. Diese stellen die Basis der Selektion von B-Zellen dar. Ein kleinerer Bereich des Keimzentrums (links) enthält kein oder nur wenig Netzwerk und bildet die dunkle Zone, in der eine große Zahl von B-Zellen sich teilen und mutieren. In der hellen Zone befinden sich auch Zellen mit viel Zytoplasma. Es handelt sich um Makrophagen, die die Aufgabe haben, die Reste von toten Zellen zu beseitigen.

Man erkennt schnell, dass die theoretische Immunologie in den Kinderschuhen steckt und derzeit an einem Verständigungsproblem krankt: Es erfordert eine Anstrengung sowohl der Theoretiker als auch der Experimentatoren, sich jeweils auf die Sprache der anderen einzustellen und diese zu erlernen. Es ist aber auch klar, dass die Komplexität der experimentellen und mathematischen Methoden keine universellen Biologen zulässt, die beide Disziplinen beherrschen. Vielmehr entsteht eine die experimentelle ergänzende, eigene Disziplin der Theoretischen Immunologie, die, ähnlich wie die etablierte theoretische Physik gegenüber der experimentellen Physik, formal anspruchsvolle und immuno-



Der Ausgangspunkt der Keimzentrumsreaktion sind wenige B-Zellen (CB), die mit Hilfe von anderen Zellen aktiviert wurden (nicht gezeigt). Dabei spielen die Fragmente des Krankheitserregers (magenta) bereits eine Rolle, so dass die aktivierten B-Zellen Antikörper kodieren, die eine Mindestaffinität zum Krankheitserreger haben. Die aktivierten B-Zellen vermehren sich zunächst, ohne zu mutieren, und aus anfänglich etwa drei Zellen entstehen nach drei Tagen etwa 10 000 Zellen. Diese Zellteilungsrate ist ungewöhnlich hoch. Nach den drei Tagen kommt zur Zellteilung die Mutation der kodierten Antikörper hinzu. Es wird gezielt die Krankheitserreger erkennende Sequenz zufällig mutiert. Die neuen Antikörper werden nun auf ihre Bindungsfähigkeit hin getestet. Dazu zeigen die B-Zellen den neuen Antikörper auf ihrer Oberfläche (CC). Alle CCs, die nicht innerhalb von etwa sechs bis zehn Stunden ein Fragment des Krankheitserregers gebunden haben, sterben durch programmierten Zelltod. Es überleben also nur solche Zellen, deren Antikörper erfolgreich den Krankheitserreger (magenta) auf den follikulären dendritischen Zellen (FDC) bindet. Im Prinzip ist es jedoch möglich, dass die überlebenden Zellen nicht nur den Krankheitserreger, sondern auch Moleküle des eigenen Organismus binden. Dies würde zu einer Autoimmunerkrankung führen, so dass solche Zellen im Keimzentrum von T-Zellen (TC) erkannt und aktiv eliminiert werden müssen. Die verbliebenen B-Zellen entwickeln sich weiter zu Antikörper produzierenden Zellen, den Plasmazellen (PC) und zu B-Gedächtniszellen, die im Organismus auf der Lauer liegen und nach erneuter Erkennung des Krankheitserregers schnell und effektiv zu Plasmazellen werden. Die selektierten B-Zellen können auch zu sich teilenden Zellen (CB) recycelt werden.

logisch relevante Theorien entwickelt. Entgegen einer unter experimentellen Immunologen weit verbreiteten Meinung sind es gerade die Theorien, die experimentell noch nicht bewiesen sind, die für die Immunologie interessant sind. Die Funktion der theoretischen Immunologie ist es also, Vorschläge zu machen, wie es auch sein könnte und wonach man suchen sollte.

### Das Keimzentrum: Waffenschmiede des Immunsystems

Im Folgenden wird das Potenzial der Theoretischen Immunologie am Beispiel des Keimzentrums erläutert. Keimzentrumsreaktionen finden in lymphoiden Organen wie Lymphknoten, Milz oder Mandeln statt, die

eine Begegnungsstätte von Krankheitserregern und Zellen des Immunsystems sind. In diesen Organen befinden sich Ansammlungen von B-Zellen, die darauf warten, durch einen Krankheitserreger aktiviert zu werden. Die aktivierten B-Zellen bilden dann den Ursprung der Keimzentrumsreaktion, die etwa drei Wochen anhält und verschiedene Phasen durchläuft. Es können in einem Organismus viele Keimzentrumsreaktionen gleichzeitig und in verschiedenen Organen auftreten. Dies erlaubt es, Krankheitserreger direkt dort zu bekämpfen, wo sie zuerst gefunden wurden. Eine Schaltzentrale wird nicht benötigt. Das Immunsystem ist ein verteiltes System.

Im Keimzentrum werden die Waffen des Immunsystems im Hinblick auf einen bestimmten Krankheitserreger geschmiedet. In der Evolution des Immunsystems ist die Keimzentrumsreaktion eine relativ neue Entwicklung, die wegen der damit verbundenen intensiven Mutation von Zellen auch gleichzeitig zum Erscheinen von neuen Krebsarten (dem Lymphom) geführt hat. Aber dennoch hat sich dieser Optimierungsapparat evolutionär durchgesetzt. Was optimiert wird, sind die Antikörper, mit denen kranke Zellen markiert werden, um dann von Zellen des Immunsystems eliminiert oder unschädlich gemacht zu werden. Durch die Keimzentrumsreaktion kann der Körper nach Impfungen ein Gedächtnis für den Krankheitserreger bilden. Dies erlaubt es dem Organismus, schneller zu reagieren, wenn der gleiche oder ein verwandter Krankheitserreger ihn erneut befällt.

### Das Keimzentrum ist eine evolutionäre Maschine

Es wird sofort klar, dass diese Generierung von Gedächtnis mit der Generierung von neuen Antikörpern zusammenhängt, die bisher nicht existente Spezifitäten (spezifische Eigenschaften) besitzen. Sie können also spezifisch auf einen Krankheitserreger reagieren, der dem Körper bisher nicht bekannt war. Doch wie kann das Immunsystem Antikörper mit neuen Eigenschaften produzieren? Der Schlüssel liegt in der Mutation von B-Zellen in der Keimzentrumsreaktion. Sie sind die Vorläufer der so genannten Plasmazellen, die Antikörper erzeugen. Da jedoch zufällige Mutationen einerseits nicht notwendig zu einer Verbesserung der Spezifität für den Krankheitserreger führen und andererseits sogar gefährlich für den eigenen Organismus sein können, muss es weiterhin einen ausgeklügelten Selektionsapparat geben, der nur die optimierten Zellen in den Organismus entlässt und die anderen Zellen noch im Keimzentrum eliminiert.

Aus der Kenntnis der Aufgabe des Keimzentrums kann man also bereits einige seiner Hauptmerkmale herleiten. Allerdings musste diese Aufgabe erst einmal herausgefunden werden. Das ist ein Ergebnis von mehr als 40 Jahren komplizierter Experimente. Bis heute hat man noch nie ein Keimzentrum dynamisch beobachten oder *in vitro* generieren können. Die Erkenntnisse, die man experimentell über das Keimzentrum gewonnen hat, basieren auf Schnitten von Organen wie der Milz oder Lymphknoten in Mäusen und Ratten und von Mandeln im Menschen. Durch Färbungen werden molekulare Eigenschaften sowie spezifische Zelleigenschaften sichtbar gemacht. Die räumliche Verteilung von

Zellen und Signalmolekülen kann so in Schnappschüssen betrachtet werden, allerdings ohne die immense Dynamik des Keimzentrums erkennen zu können. Dazu sind identische Mäuse identisch zu immunisieren und zu verschiedenen Zeitpunkten der typischerweise drei Wochen anhaltenden Keimzentrumsreaktion zu analysieren. Daraus ist ein fragmentarisches Bild von der Entwicklung der Morphologie des Keimzentrums und der aktiven Mechanismen entstanden, was letztlich zu der Identifikation der Aufgabe des Keimzentrums und seiner Funktionsweise geführt hat [2] (MacLennan 1994, Manser 2004).

### Eine Herausforderung für die Theoretiker

Dieses Bild ist jedoch in vielerlei Hinsicht unvollständig. So ist bis heute nicht verstanden, welche zellulären Wechselwirkungen den Selektionsapparat ausmachen, der die optimalen Antikörper produzierenden B-Zellen auswählt. Daher haben theoretische Immunologen versucht, das Bild zu vervollständigen. Ein grundsätzliches Problem, das dabei entsteht, ist die Repräsentation der Spezifität und Bindewahrscheinlichkeit von Antikörpern für beziehungsweise zu Fragmenten von Krankheitserregern. Wenn man das genau machen möchte, müsste man auf den molekularen Level gehen und die Wechselwirkung der Antikörper, von denen es Milliarden verschiedene gibt, mit den unendlich vielen Fragmenten von Krankheitserregern untersuchen. Selbst wenn man sich auf einzelne Paare beschränkt, ist eine Vorhersage der Bindewahrscheinlichkeiten sehr schwierig. Daher haben die theoretischen Immunologen einen abstrakten Raum eingeführt, der die Eigenschaften der Antikörper auf wenige charakteristische reduziert. Unter diesen Eigenschaften kann man sich die Form des bindenden Bereichs des Antikörpers oder seine elektrischen und chemischen Eigenschaften vorstellen. Irgendwo in diesem abstrakten Raum liegt der optimale Antikörper für einen bestimmten Krankheitserreger. Eine Mutation entspricht dann einer Bewegung in diesem Raum. Mit zufälligen Mutationen kann man den Raum durchforsten, bis man einen B-Zell-Klon gefunden hat, der dem optimalen Antikörper nahe kommt.

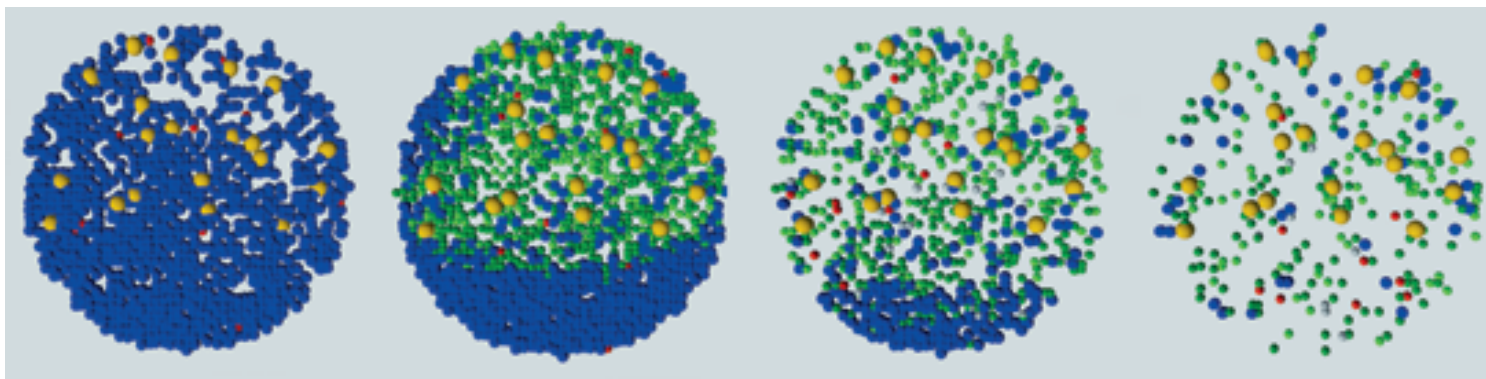
### Die Recycling-Hypothese

Mit Hilfe dieses »Formenraums« (Perelson und Oster 1979) konnte man nun den Prozess der Affinitätsreifung im Keimzentrum, also der erfolgreichen Verbesserung der Bindeeigenschaften des Antikörpers, qualitativ

beschreiben. Dazu haben Theoretische-Immunologie-Gruppen in Los Alamos (USA), Utrecht (Niederlande) und die Frankfurter Gruppe am FIAS das aus der experimentellen Immunologie stammende Bild der Keimzentrumsreaktion in mathematische Gleichungen umgesetzt und festgestellt, dass eine Affinitätsreifung unmöglich ist. Das zufällige Finden eines Antikörpers mit hoher Affinität zu dem Krankheitserreger ist so unwahrscheinlich, dass nur einzelne Plasmazellen (wenn überhaupt eine) aus dem Keimzentrum hervorgehen würden. Die theoretischen Immunologen beließen es jedoch nicht bei dieser Feststellung, sondern machten Vorschläge, wie das Bild von der Keimzentrumsreaktion zu modifizieren sei, um die Generierung von hochaffinen Antikörpern möglich zu machen: Sie formulierten die so genannte Recycling-Hypothese (Kepler und Perelson 1993). Diese Hypothese ist also eine aus der Theorie abgeleitete Notwendigkeit, die der Selektion der Zellen im Keimzentrum zugrunde liegen muss.

Die Recycling-Hypothese geht davon aus, dass B-Zellen, die schon einmal erfolgreich durch den Selektionsprozess des Keimzentrums durchgekommen sind, nicht sofort in das Blut-Lymph-System entlassen werden. Vielmehr bleiben diese erfolgreichen Zellen im Keimzentrum und starten den gesamten Zellteilungs-, Mutations- und Selektionsprozess von Neuem. Diese erneute Zellteilung und Mutation ist experimentell bis heute schwer nachweisbar, ist aber in die Standardliteratur der experimentellen Immunologie eingegangen. Und tatsächlich gibt es indirekte Hinweise dafür bei Mäusen. Um diese zu verstehen, muss man wissen, dass B-Zellen im Keimzentrum grundsätzlich sterben, es sei denn, sie werden aktiv vor dem Zelltod gerettet. Damit basiert die Optimierung der Antikörper auf einem Konkurrenzkampf um Überlebenssignale. Wenn man eine Keimzentrumsreaktion mit einem Krankheitserreger startet und nach einer Weile einen zweiten Krankheitserreger hinzufügt, beginnt im Keimzentrum ein Massensterben von B-Zellen, da die meisten B-Zellen für den falschen (den ersten) Krankheitserreger spezifisch sind. Eine

[3] Eine Simulation der Keimzentrumsreaktion. Mit einem mathematischen Modell kann der Verlauf der Keimzentrumsreaktion nachgestellt und verstanden werden. Dargestellt sind die Tage 3 (nach der monoklonalen Expansion), 5 (mit heller und dunkler Zone), 8 (mit Produktion von Plasmazellen) und 11 (in der abklingenden Phase der Reaktion) (von links nach rechts). Die verschiedenen Zellen sind durch unterschiedliche Farben kodiert: Follikuläre dendritische Zellen mit Fragmenten des Krankheitserregers (gelb), sich teilende und mutierende B-Zellen (blau), im Selektionsprozess befindliche B-Zellen (dunkelgrün), selektierte B-Zellen (hellgrün), T-Helfer-Zellen (rot), Plasma- und Gedächtniszellen (grau). Man kann am Tag 9 gut erkennen, wie die B-Zellen (grün) an die follikulären dendritischen Zellen (gelb) binden, um Selektionssignale zu erhalten.





quantitative mathematische Auswertung dieses Experiments ergibt, dass die Recycling-Hypothese kein Randeffekt ist, sondern ein zentraler Bestandteil der Keimzentrumsreaktion sein muss (Meyer-Hermann und andere 2001): Vier von fünf überlebenden und selektierten B-Zellen werden nicht das Keimzentrum verlassen, sondern sich erneut teilen, mutieren und müssen auch erneut selektiert werden. Dies erlaubt es den Zellen, von einem bereits verbesserten Antikörper auszugehen und diesen weiter zu optimieren. Die Folge ist ein mehrstufiger Optimierungsprozess, der der Affinitätsreifung zugrunde liegt. An diesem Beispiel lässt sich unschwer erkennen, dass das Verständnis von Experimenten in der Immunologie von mathematischen Methoden profitieren kann.

### Die Dynamik der räumlichen Verteilung verstehen

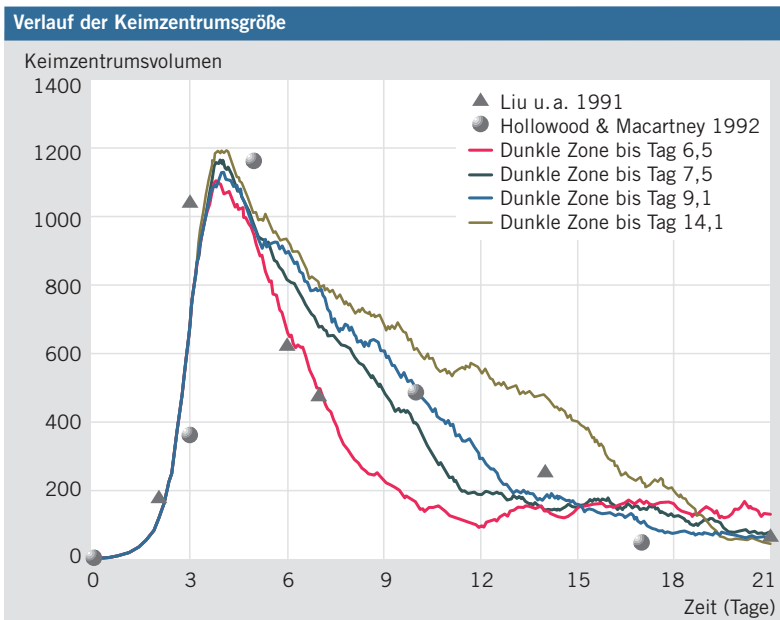
Die mathematische Analyse der Affinitätsreifung ist gänzlich ohne Kenntnis der räumlichen Organisation von Keimzentren geschehen. Tatsächlich weisen Keim-

zentren jedoch eine sehr markante Morphologie auf **1**, die durch zwei Zonen charakterisiert ist und deren Entstehung und Funktion ohne mathematische Analyse nicht zu erklären ist. Experimentell sieht man, dass sich in der so genannten dunklen Zone (der Name ist nur historisch begründet) in erster Linie sich teilende und mutierende B-Zellen befinden, während in der hellen Zone die im Selektionsprozess befindlichen B-Zellen und andere an der Selektion beteiligten Zellen dominant sind. Durch die Zonen des Keimzentrums wird der Selektionsprozess räumlich von der Vermehrung der Zellen getrennt.

Die Entstehung dieser Zonen ist schwer mit den beschriebenen Schnappschüssen zu begreifen, und es ist außer Reichweite, zu verstehen, welchen Sinn die räumliche Aufteilung des Keimzentrums für die Erzeugung hoch affiner B-Zellen hat. Mathematische Modelle, in denen die Zellen als individuelle Objekte eingehen, können genau diese Lücke schließen und die Frage beantworten, durch welche Art der Wechselwirkung diese Aufteilung in Zonen entstehen kann und welche Vorteile sich daraus für die Funktionalität des Keimzentrums ergeben. Die von experimentellen Immunologen favorisierte Hypothese ist eine Trennung der Zellen durch Chemotaxis: Wenn ein Chemokin (löslicher Botenstoff) inhomogen verteilt ist, laufen einige Zellen, die dieses Chemokin mit auf ihrer Membran gebundenen Molekülen »sehen« können, aktiv in die Richtung der größten Konzentration des Chemokins. Mathematische Modelle haben gezeigt, dass dies tatsächlich funktionieren kann, wenn auch die Morphologie der Zonen im Modell nur in einigen Spezies korrekt wiedergegeben wird (Beyer und andere 2002). Realistischere Zonen erhält man unter der Annahme eines löslichen Differenzierungssignals, das den Selektionsprozess der B-Zellen einleitet **2**. Die Theoretische Immunologie ist also in der Lage, Vorschläge zu machen, wie eine bestimmte Morphologie entstehen könnte.

### Schnell und schmerzlos: Die Computersimulation

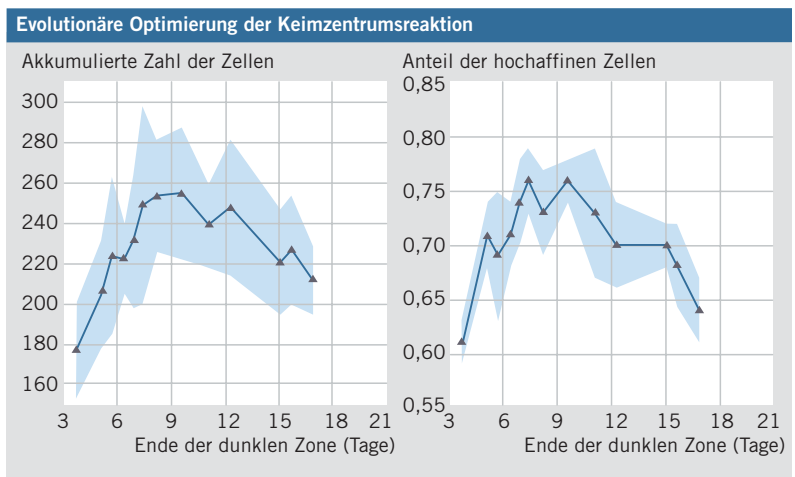
Das Potenzial, das mathematische Methoden in der Immunologie besitzen, lässt sich gut verdeutlichen, wenn man bedenkt, wie kompliziert Tier-Experimente sind – von den ethischen Aspekten einmal abgesehen. In einem mathematischen Modell des Keimzentrums kann man mit Computer-Simulationen in einer Stunde einen zellulären Mechanismus variieren und ausprobieren, wie sich dadurch das Keimzentrum verändert. Nun ist



**4** Der Verlauf der Keimzentrumsgröße theoretisch (farbige Linien) und experimentell (Punkte und Dreiecke). Es ist die Zahl der Zellen in einem Schnitt von einer Dicke einer Zelle (etwa 10 Mikrometer) durch die Mitte des Keimzentrums dargestellt. Der Verlauf der simulierten Keimzentrumsreaktion hängt von der Dauer der Trennung von heller und dunkler Zone ab. Die beste Übereinstimmung mit den Daten erhält man für eine Zonentrennung, die nach neun Tagen der Reaktion aufgehoben wird.

#### Literatur

Beyer, T., Meyer-Hermann, M., Soff, G. (2002). A possible role of chemotaxis in germinal center formation. <i>Int. Immunol.</i> 14, S. 1369–1381.	center reaction – a stathokinetic study. <i>Eur. J. Immunol.</i> 22, S. 261–266.	Liu, Y.J., Zhang, J., Lane, P.J., Chan, E.Y., MacLennan, I.C. (1991). Sites of specific B cell activation in primary and secondary responses to T cell-dependent and T cell-independent antigens. <i>Eur. J. Immunol.</i> 21, S. 2951–2962.	MacLennan, I.C.M. (1994). Germinal centres. <i>Annu. Rev. Immunol.</i> 12, S. 117–139.	Recycling probability and dynamical properties of germinal center reactions. <i>J. Theor. Biol.</i> 210, S. 265–285.	Perelson, A. S., Oster, G. F. (1979). Theoretical studies of clonal selection: Minimal antibody repertoire size and reliability of self-non-self discrimination. <i>J. Theor. Biol.</i> 81, S. 645–670.
Hollowood, K., Macartney, J. (1992). Cell kinetics of the germinal	Kepler, T.B., Perelson, A. S. (1993). Cyclic re-entry of germinal centre B cells and the efficiency of affinity maturation. <i>Immunol. Today</i> 14, S. 412–415.		Manser, T. (2004). Textbook germinal centres. <i>J. Immunol.</i> 172, S. 3369–3375.	Meyer-Hermann, M., Maini, P.K. (2005). Back to »one-way« germinal centers. <i>J. Immunol.</i> 174, S. 2489–2493.	



**5** Erfolgreiche Optimierung durch Evolution. Die Keimzentrumsreaktion ist durch eine Trennung von heller und dunkler Zone charakterisiert, die sich zwischen Tag 8 und 10 der Reaktion auflöst. Mathematische Simulationen erlauben es, die Dauer der Zonentrennung zu variieren. Erstaunlicherweise wird sowohl die Menge als auch die Qualität (im Sinne der Affinität zum Krankheitserreger) der generierten Plasma- und Gedächtnis-Zellen genau für die experimentell beobachtete Dauer der Zonentrennung optimiert (Meyer-Hermann 2002).

das Keimzentrum kein statisches Gebilde, sondern unterliegt einer dynamischen Entwicklung. Typische Volumina von Keimzentren in verschiedenen Phasen der Reaktion sind gemessen worden und können dazu dienen, die Simulationen der Reaktion zu validieren. Dabei stellt man fest, dass die dunkle Zone nach acht bis zehn Tagen der Reaktion verschwinden muss **4**, was sich mit der Analyse von histologisch gefärbten Schnitten von Lymphknoten deckt. Danach findet man eine homogene Durchmischung der Zellen.

In den Simulationen kann man die Dauer der dunklen Zone variieren und stellt dabei fest, dass die Qualität und die Quantität der resultierenden Plasma- und Gedächtniszellen gerade optimal ist, wenn die dunkle Zone nach neun Tagen verschwindet (Meyer-Hermann 2002, **5**). Dieses Resultat belegt eindrucksvoll, dass unsere Keimzentren durch die Evolution sehr präzise eingestellt wurden. Die mathematischen Modelle erlauben es auch, den Grund für den evolutionären Vorteil einer Auflösung der dunklen Zone zu verstehen: Die Antikörperoptimierung schreitet in der dunklen Zone, die hauptsächlich für die Vermehrung der B-Zellen und weniger für ihre Selektion zuständig ist, langsamer voran als in der hellen Zone. Würde die dunkle Zone zu lange existieren, so würde die Optimierung durch die weniger geeigneten Zellen in der dunklen Zone verlangsamt.

**Zur Wanderlust der Zellen**

Wie hängen nun die Recycling-Hypothese und die Morphologie des Keimzentrums miteinander zusammen? Es wurde angenommen, dass die Zellen, die einen Durchlauf im Keimzentrum überlebt haben und recycelt werden (sich also erneut teilen), zu diesem Zweck in die dunkle Zone wandern. In mathematischen Modellen, die die räumliche Struktur des Keimzentrums dynamisch auflösen, zeigt sich jedoch, dass die sich erneut teilenden B-Zellen in der hellen Zone bleiben (Meyer-Hermann und Maini 2005). Und tatsächlich findet man

auch im Experiment in der hellen Zone in späteren Phasen des Keimzentrums zunehmend sich teilende Zellen. Das Bild von dem komplizierten Fluss der B-Zellen durch das Keimzentrum muss also neu überdacht werden, da es von der Theorie her gesehen keinen Grund für die bisher angenommene komplizierte Wanderung der Zellen zwischen den Zonen gibt.


**Ein Plädoyer für die Theoretische Immunologie**

Die Frage, wozu man theoretische Immunologie braucht, lässt sich nach den obigen Beispielen auf einen einfachen Nenner bringen: Mathematische Modelle können das tun, was Experimentatoren nicht zugänglich ist. Erstens: Das Verständnis des Immunsystems, das auf Experimenten aufbaut, kann mit mathematischen Methoden auf seine widerspruchsfreie Möglichkeit überprüft und gegebenenfalls durch Alternativen korrigiert werden. Zweitens: Simulationen können den dynamischen Verlauf eines Prozesses im Immunsystem beschreiben, der experimentell mit immunhistologischen Methoden nicht zugänglich ist. Drittens: In der theoretischen Immunologie kann man Systeme ausprobieren, die gegenüber den lebenden Organismen verändert sind, und dadurch die Relevanz der Teile für das Funktionieren des Ganzen aufdecken.

Mögliche medizinische Anwendungsgebiete der Theoretischen Immunologie sind sowohl die Optimierung der Art der Verabreichung von Impfungen als auch die Optimierung von Therapien bei Autoimmunerkrankungen. Mathematische Modelle des Immunsystems können zum Verständnis von Krebs im Lymphsystem eingesetzt werden, um etwa die Entwicklung von Lymphomen zu untersuchen. Allgemeiner sind mathematische Modelle im Bereich der Wechselwirkung zwischen malignen Tumoren und dem Immunsystem dringend notwendig, um einer individualisierten Patientenbehandlung dazu näher zu kommen. Doch in erster Linie brauchen wir dazu mehr theoretische Immunologen. ♦

**Der Autor**

**Dr. Michael Meyer-Hermann**, 38, ist ALTANA-Fellow am Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS). Der Forscher hat Physik, Mathematik und Philosophie in Frankfurt und in Paris studiert und promovierte über Theoretische Elementarteilchenphysik. Er baute dann in Dresden, Oxford und zuletzt am FIAS eine Arbeitsgruppe zur Theoretischen Immunologie auf und kooperiert mit Zellbiologen und Immunologen in verschiedenen europäischen Städten, unter anderem in Frankfurt. Seine Forschung zielt neben der Entwicklung von neuen Methoden in der Theoretischen Zellbiologie auf grundsätzliche Fragen zur Funktionsweise des adaptiven Immunsystems sowie zur Entstehung, Entwicklung und Therapie von Krebs.



## »Kulturelle Kannibalen«?

Videoclips prägen inzwischen zunehmend Erscheinungsbild und Ästhetik unserer Kunst- und Alltagskultur



Gute Musikvideoclips weisen bei aller Ästhetisierung zuweilen ein durchaus kritisches Potenzial auf: Das 1993 von Regisseur

Marcus Nispel zu George Michaels Stück »Killer/Papa was a rolling stone« gedrehte Video greift überwiegend auf Haushaltsartikel, deren Firmenlogos und Werbespots zurück, die uns aus dem Alltag bekannt sind, ersetzt die Namen der Artikel jedoch durch einzelne Worte, die dem Liedtext entstammen. So ergibt sich eine den Glücksversprechen der Konsumindustrie gegenüber provokante Aussage, denn die zu Logos und Produktnamen umfunktionierten Begriffe bezeichnen gerade menschliche Grunderfahrungen und Tugenden wie »Freiheit«, »Leben«, »Wahrheit« und »Sterben«, die somit als dem Ausverkauf anheim gegeben dargestellt werden.

**V**ideo killed the Radio Star«: Fast keine Auseinandersetzung mit Musikvideoclips schien an diesem Zitat vorbeizukommen, seit die Popgruppe »The Buggles« das gleichnamige Lied 1979 einspielte. Nicht zufällig hatte der amerikanische Sender MTV (MusicTelevision) just diesen Titel und den von Regisseur Russel Mulcahy dazu gedrehten Clip gewählt, um am 1. August 1981 die Ausstrahlung seines sich dann bald in alle Welt ausdehnenden Programms aufzunehmen: Song und Video sollten den Anspruch des Senders akustisch und visuell vorführen, eine neue Ära einzuläuten, in der das alte, bilderradio von einem neuen Medium abge-

löst würde, das hör- und sehbar war. Und das Motto sollte sich als tatsächlich so schlagkräftig erweisen, dass in der Folge Medienwissenschaftler und Musikjournalisten immer wieder den angeblichen Tod des »Radio Star« beklagten, dem durch die Protagonisten des »Video« der Garaus gemacht worden sei: Die Musikszene sei dadurch oberflächlicher geworden, denn durchsetzungsfähig sei nun nur noch, wer sich auch optisch attraktiv präsentieren könne – in letzter Instanz entscheide nur noch das »Image« eines Interpreten, weniger dessen tatsächliche musikalische Qualitäten.

Bei eingehender Betrachtung überrascht diese simple Konfrontation von (gutem) »Radio«-Interpreten hier und (schlechtem) »Video«-Star dort, denn der Musikclip wurde schließlich zu keinem anderen Zweck produziert, als um die Verkaufszahlen der Plattenindustrie weiter zu steigern. Radio und Musikfernsehen arbeiteten deshalb

nicht wirklich gegen-, als vielmehr miteinander: Denn was erfolgreich im Radio gelaufen war, fand auch bald seinen Weg ins Musikfernsehen und umgekehrt. Und dies hatte niemand anders so schnell erkannt wie die Gruppe »The Buggles«, die schließlich selbst zu ihrem vermeintlich Video-kritischen Song einen Clip drehen ließ. »Video thrills the Radio Star« müsste es demzufolge richtiger heißen. Zugleich setzte schon bald unter den Musikern ein bis heute andauerndes Wettstreben um möglichst originelle und ästhetisch beziehungsweise konzeptuell möglichst herausragende Clips ein.

### Die frühe Allianz von Musik und Film: Visuelle Jukeboxes

Diese Allianz von Musik und Film (abgesehen einmal von der ohnehin etablierten Gattung des Musicals) hatte sich bereits in den späten 1940er Jahren und Mitte der 1960er Jahre als vorübergehend ausgesprochen erfolgreich erwiesen, als in Chicago ansässige Firmen visuelle Jukeboxes produzierten und weltweit vertrieben; später zu Filmruhm gekommene Regisseure wie Francis Ford Coppola und Claude Lelouch waren übrigens an diesen Unternehmen beteiligt. Während diese auf klangvolle Namen wie »Soundies«, »Panorams« und »Scopitones« getauften Maschinen **1** und Kurzfilme jedoch nach wenigen Jahren wieder verschwanden, vermochte es der Anfang der 1980er Jahre in Mode gekommene Videoclip, sich bis in unsere Zeiten zu behaupten, ja: Er erlebte sogar in zwei Schüben verlaufende Blütezeiten, in denen den jeweiligen Regis-

**1** Diese von der in Chicago ansässigen Firma »Scopitone Inc.« hergestellten Geräte bestanden im wesentlichen aus einer Musicbox und einem darauf montierten Bildschirm. Wie bei einer Jukebox auch konnte man durch Geldeinwurf anschließend aus einer Liste von Titeln auswählen und bekam sodann einen Kurzfilm vorgespielt, der das entsprechende Musikstück begleitete. Diese Filme sind insofern die direkten Vorgänger des heutigen Videoclips.



seuren Budgets bis zu 2,5 Millionen Dollar pro Video zur Verfügung standen, so zum Beispiel Regisseur Mark Romanek für Michael Jacksons 1995 gedrehten, knapp fünfminütigen Clip zu »Scream«.

Allerdings scheint dieser Boom nun vorbei zu sein: Insbesondere die ökonomischen Einbrüche innerhalb der Musikindustrie haben die Plattenfirmen zu drastischen Sparmaßnahmen greifen lassen, die speziell den Werbesektor und damit auch die Produktion von Musikvideos betreffen. Der damit einsetzende Kahlschlag hat jedoch immerhin den positiven Effekt, dass man sich zunehmend mit der Gattung des Videoclips auseinander zu setzen beginnt: Das Bewusstsein, dass diese in eine Krise geraten und möglicherweise im Aussterben begriffen ist, hat den Anstoß dazu gegeben, eine Art Resümee ihrer Entwicklungsgeschichte zu ziehen und nach den technischen wie künstlerischen Errungenschaften und Qualitäten des Musikvideos zu fragen. Symptomatisch hierfür ist beispielsweise, dass seit Ende 2003 jährlich ausgewählte Werke der einflussreichsten Clip-Regisseure in einer DVD-Reihe verfügbar gemacht werden, oder, dass der Kultursender ARTE der Gattung des Musikvideos zum Jahresausklang 2005 gleich einen ganzen Themenabend widmete, an dem auch deren (Vor-)Geschichte ausführlich in den Blick genommen wurde.

#### Neue Märkte für Videoclips: Internet und optische Klingeltöne

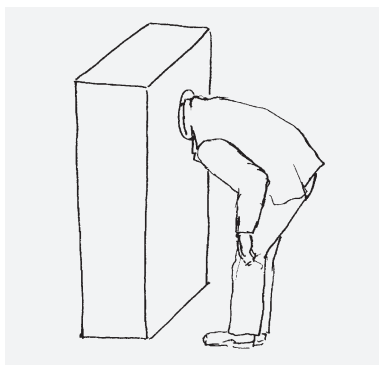
Doch auch wenn der Clip im Musikfernsehen immer weniger Gewicht hat, so ist er doch keineswegs vollständig verschwunden; er ist vielmehr im Begriff, sich in verschiedene Varianten und Spielformen auszudifferenzieren. Fernsehsender wie MTV und VIVA haben zwar nun kein Monopol mehr, dafür durchziehen und prägen Videoclips nun zunehmend Bereiche unserer Alltagskultur: Im Internet kann sie sich jeder gezielt auswählen, anschauen und herunterladen, als optische Klingeltöne tauchen Clips auf Handys auf und ebenso auf tragbaren Musikgeräten (wie dem iPod). Diese Medien präsentieren Videoclips noch halbwegs in ihrer bekannten Form; in Werbung, Film, bildender Kunst und Literatur

treten einem die Clips indes sehr viel vermittelter entgegen. Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dass die in der Clipbranche zu Erfolg gekommenen Regisseure angesichts der wirtschaftlichen Situation neue Betätigungsfelder suchen: vom Werbespot (Josh Melnik und Xander Charity) über Kinofilme (Michel Gondry, Spike Jonze) bis zur etablierten Kunstszene (Chris Cunningham, Jonas Akerlund).



#### »High« und »Low«?

Damit hat sich der Prozess umgekehrt, der dem Populärmedium Musikvideo von den Vertretern der so genannten »Hochkunst« lange Zeit vorgehalten wurde. Sie merken kritisch an, dass sich die Macher der Clips in scheinbar rücksichtsloser Gier an dem schadlos hielten, was unsere Kultur an Bildern, Zeichen und Verweissystemen aufzubieten habe **2** **3**. Diese würden von den Clip-Produzenten zu leicht konsumierbaren Handlungshäppchen und oberflächlichen Reizen herabgewürdigt **4** **5**, um den Zuschauer mit einem schnell verständlichen und zugleich fesselnden Diskurs für sich zu gewinnen **6** **7**:



**4** »One Minute Sculpture« von dem österreichischen Künstler Erwin Wurm.

»Das Musikvideo stellt eine bestimmte Ausprägung kultureller Kannibalisierung dar«, spitzte 1993 die amerikanische Medienwissenschaftlerin Jody Berland diese Kritik zu.



**2** Still aus: Stanley Kubrick, »2001 – A Space Odyssey«, 1968.

**3** Mark Romanek/Michael und Janet Jackson, »Scream«, 1995. Der Wunsch, Filmregisseur zu werden, wurde bei Mark Romanek geweckt, als er im Alter von neun Jahren Kubricks Film »2001– Odyssee im Weltraum« sah. Der Clip zu »Scream« führt immer wieder Szenen vor, die deutlich an »2001« geschult sind: Lläuft in Kubricks Film zum Beispiel eine Weltraum-Stewardess in der Schwerelosigkeit des Alls eine Wand hoch, so lässt Romanek in seinem Clip Popstar Michael Jackson das Gleiche tun. Musikvideos rekurren immer wieder auf solche Momente innerhalb der Film- und Kunstgeschichte.

Mit dem Vorwurf der Plünderung und verflachenden Wiedergabe der »Hochkultur« im Videoclip geht auch die Verurteilung der Vertreter von Film und Kunst einher, die scheinbar oder tatsächlich Elemente des Musikvideos rezipierten: »Videoclip-Ästhetik« lautet das tadelnde Schlagwort, das noch heute immer dann zu hören ist, wenn zum Beispiel ein Film ein höheres Erzähltempo und schnelle Schnitte aufweist oder aber die Bilder einer Videoinstallation mit Popmusik unterlegt werden.

Dass zu Berühmtheit gelangte Musikvideos irgendwann einmal selbst ein Bestandteil des kulturellen Fundus sein würden, aus dem



**5** Mark Romanek/»Red Hot Chili Peppers«, »Can't stop«, 2003. In seinem Clip für die »Red Hot Chili Peppers« zitiert Romanek nicht nur Werke des zeitgenössischen österreichischen Konzeptkünstlers Erwin Wurm, sondern er reflektiert und denkt Wurms Kunstprinzip weiter: Da dieser seine Werke oft auch als Fotografien und Videoarbeiten ausstellt, nutzt Romanek das Medium des Clips, um die in den »One Minute Sculptures« Wurms geforderten Leistungen ins physikalisch Unmögliche zu steigern. Romanek dreht inzwischen erfolgreich Spielfilme, wie sein 2002 in die Kinos gekommenes und preisgekröntes Werk »One hour photo«.

sich nachfolgende Clips wiederum versorgen würden, überrascht vielleicht nicht; aber inzwischen stellen die Videos selbst einen nicht unwesentlichen Anteil eines Vorrats dar, aus dem sich nun sowohl die Werbung als auch »Hoch«-Gattungen wie bildende Kunst, Film und Literatur bedienen. Neben den Aktivitäten ehemaliger Clip-Regisseure im Kunstbetrieb ist auch zu beobachten, dass immer mehr Museen dazu übergehen, es dem Museum of Modern Art in New York gleichzutun und Werbe- und insbesondere Videoclips in ihre ständige Sammlung aufzunehmen.

### Sprunghafte Wechsel zwischen Szenen und Zeiten

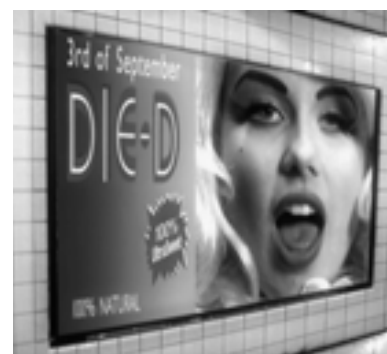
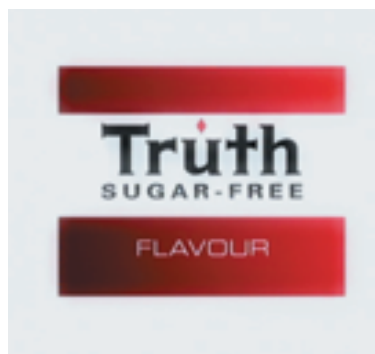
Damit aber wird das Musikvideo auch zu einem eigenen Referenz-

Computerfirma anschaut, ohne zu bemerken, dass dieser in seinen wesentlichen Szenen auf einen drei Jahre zuvor gedrehten Videoclip für die Popgruppe »The Postal Service« zurückgeht **8 9 10 11 12 13**, kann nicht verstehen, wieso diese Werbung für solches Aufsehen erst bei Popfans und Musikjournalisten, dann auch in der allgemeinen Presse sorgte. Tatsächlich waren Regisseur und Produzent in beiden Fällen identisch. Im Kino wird, wer die Videoclips von David Fincher, Michel Gondry, Spike Jonze, Mark Romanek und Lasse Hallström nicht kennt, Schwierigkeiten haben, sowohl deren zum Teil preisgekrönte Filme (zum Beispiel »Sieben«, »Vergissmeinnicht«, »Adaptation« oder »Chocolat«) als auch die dadurch geprägten Werke ihrer

re zuvor für die Rockgruppe »Metallica« gedrehten Clip basierte.

Schließlich sind die Beteiligten von Videoproduktionen inzwischen auch im Bereich der Literatur angekommen – zum einen als Protagonisten, wie zum Beispiel in William Gibsons 2004 erschienenem Roman »Mustererkennung«, wo die verschlüsselte Figur eines Clipregisseurs und seiner besonderen Ästhetik nur zu identifizieren vermag, wer die Person und das Werk Chris Cunninghams kennt; zum anderen jedoch auch als Autoren: Der englische Autor Jasper Fforde erzählt in seiner seit 2001 veröffentlichten, inzwischen auch ins Deutsche übersetzten »Thursday Next«-Tetralogie zwar nicht von Musikvideos, sondern von Büchern. Dort vermögen es die Protagonisten seiner Roma-

**6 7** Marcus Nispel/George Michael, »Killer/Papa was a rolling stone«, 1993. Um das Interesse und die Aufmerksamkeit des Zuschauers für sich zu gewinnen und zu sichern, greifen Videoclips einerseits auf vertraute Dinge zurück, verfremden diese andererseits jedoch gerne durch ungewohnte und überraschende Zusammenhänge. Nispels Video zeigt aus Werbung und Alltagsgebrauch bekannte Logos von Haushaltsgegenständen, die nun jedoch dazu dienen, einzelne Wendungen des Liedtextes aufzunehmen. Auch der – übrigens in Frankfurt am Main geborene – Regisseur Marcus Nispel dreht inzwischen erfolgreich Kinofilme in Hollywood – gegenwärtig arbeitet er an einem Film, in dem das Leben der Titelfigur aus Lewis Carrolls »Alice im Wunderland« nach ihrer Rückkehr aus dem Märchenreich geschildert wird.



system, das bei der Besprechung von zeitgenössischen Schöpfungen in Werbung, bildender Kunst, Kino und Literatur gekannt und mitbedacht werden will: Wer sich beispielsweise einen im Januar 2006 veröffentlichten Werbespot für eine

Kollegen adäquat einzuordnen. Videoregisseur Jonas Akerlund wiederum war auf der im September 2004 in der Frankfurter Schirn eröffneten Ausstellung »3'« mit einem Kurzfilm vertreten, der im Wesentlichen auf seinem sechs Jah-

ne, sich dergestalt in berühmte literarische Werke wie Charlotte Brontës »Jane Eyre« hinein- und wieder hinauszulesen, dass sie sich auf deren Wirklichkeitsebene begeben und mit den Figuren der Handlungen interagieren können. Zugleich

## Der Videoclip und seine Wechselwirkungen



Ursprünglich nur dazu gedacht, mit einer kurzen Bilderfolge für Pop- und Rock-Songs zu werben, haben sich Musikvideos inzwischen zu einer eigenen Gattung entwickelt. Schnell wetteiferten die Regisseure und Produzenten um möglichst originelle und avancierte Clips und strebten bei deren Realisierung zunehmend danach, Bezüge zu den unterschiedlichsten Bereichen der Kunst- und Alltagskultur zu stiften. Da sich die Musikvideos immer wieder auch als ideale Gelegenheit für technische wie ästhetische Experimente anboten, gingen und gehen von ihnen wiederholt innovative Impulse für andere Medien aus. Das Buch analysiert zum einen die eigene Ästhetik der Videos und demonstriert anhand ausgewählter Clips, wie Musik, Text und Bild zu einem ungemein dichten und vielschichtigen Diskurs verwoben werden. Zum anderen führt der Band in die Vor- und Frühgeschichte dieser Gattung ein und

zeigt, welche vielfältigen Wechselwirkungen die Clips mit Kunst, Kino, Unterhaltungskultur, Werbung und Momenten der Zeitpolitik eingegangen sind.

Auf die Idee, das Buch zu schreiben, kamen die beiden Wissenschaftler bei den Vorbereitungen zu einem Hauptseminar über Videoclips, das sie im Wintersemester 2003/2004 am Kunstgeschichtlichen Institut der Universität Frankfurt abhielten. Dabei fiel ihnen auf, dass es keine entsprechende Studie gibt, die sich systematisch mit der Entwicklungsgeschichte, Ästhetik und Rezeption von Musikvideos auseinandersetzt.

Henry Keazor, Thorsten Wübbena **Video thrills the Radio Star. Musikvideos: Geschichte, Themen, Analysen** transcript-Verlag, Bielefeld 2005, ISBN: 3-89942-383-6, 478 Seiten, 31,80 Euro. Siehe auch [www.vttrs.de](http://www.vttrs.de)

## Und es gibt sie doch: die Verbindung von Video und Song

Ein besonders interessanter Aspekt der Musikvideos ist das dort gestaltete Verhältnis zwischen Musik, Text und Bild: Zuweilen scheinen die gezeigten Szenen nichts mit dem erklingenden Lied zu tun zu haben. Erst bei genauerer Betrachtung erweist sich, dass die Bilder tatsächlich in einer komplexeren Beziehung zu Ton und Wort stehen, die sich zum Beispiel auf den Albumkontext, aus dem der einzelne Song ausgekoppelt ist, beziehen können, oder aber auch auf Herkunft und Art der Musik. Ein gutes Beispiel hierfür stellt das 2003 von Bryan Barber gedrehte Video zu dem Titel »Deliverance« des Rappers Bubba Sparxxx dar. Der Clip **1** zeigt den Interpreten als Gefangenen, wie er zusammen mit zwei weiteren Häftlingen in einer typischen Südstaaten-Szenerie der 1930er Jahre ausbrechen und fliehen kann. Auf den ersten Blick haben Schauplatz und Handlung weder etwas mit

dem vorgetragenen Text noch der zu hörenden Musik zu tun. Auch dass der Interpret aus den Südstaaten stammt, wäre noch kein erschöpfender Grund für die Wahl des sehr spezifischen Szenarios. Tatsächlich aber liegen dem Stück »Deliverance« Elemente des für die Südstaaten so typischen Folkblues zugrunde, den der Musiker T-Bone Burnett im Rahmen des Soundtracks zu dem 2000 von Joel und Ethan Coen gedrehten Film »O Brother, Where Art Thou?« **2** international wieder populär gemacht hatte. Der Film erzählt von der Flucht und Odyssee dreier Häftlinge in den Südstaaten während der 1930er Jahre: Barbers Clip verneigt sich mit-hin visuell vor dem Film, dank dessen der in »Deliverance« zu hörende Musikstil zu Ehren kam; zugleich gewinnt das Video daraus seinen Schauplatz und seinen Handlungsfaden.



**1** Bryan Barber/Bubba Sparxxx, »Deliverance«, 2003.



**2** Still aus: Joel und Ethan Coen, »O Brother, Where Art Thou?«, 2000, mit (von links nach rechts) John Turturro, Tim Blake Nelson und George Clooney.

sind sie in der Lage, den Schauplatz jederzeit wieder zu verlassen und abrupt gegen einen anderen in einem anderen Kapitel desselben oder eines ganz anderen Buchs einzutauschen. Eben solche sprunghaften Wechsel zwischen Szenen, Zeiten und Welten wurden von jeher als typisch für den Videoclip erachtet: Ein zwischen verschiedenen Orten und Kulturen hin- und herspringender Michael Jackson führte dies bereits 1991 in dem von Hollywood-Regisseur John Landis gedrehten Video zu »Black or white« in Perfektion vor. Und so überrascht es fast nicht, dass der Schriftsteller Fforde seine künstlerische Prägung als Kameramann erfahren hat.

Wie immer man es folglich auch dreht: Die »kulturellen Kannibalen« von einst nähren jetzt unsere Kunst- und Alltagskultur. ◆

**8 9 10 11 12 13** Gegenüberstellung des Werbespots für Apple, 2006, und des Clips zu »Such great heights« der Gruppe »The Postal Service« aus dem Jahre 2003 (beide von dem Regisseurtteam Josh [Melnik] und Xander [Charity]). Der umgekehrte Fall zu Nispels Video: Eine Computerfirma vollzieht einen für sie spektakulären Schritt – sie nutzt Chips, die bisher mit ihrem Konkurrenten assoziiert wurden und bewirbt diesen Wechsel mit einem Werbespot (links), der auf einen drei Jahre zuvor gedrehten Videoclip für die Popgruppe »The Postal Service« (rechts) zurückgeht.



### Die Autoren

**Privatdozent Dr. Henry Keazor**, 41, studierte Kunstgeschichte, Germanistik, Musikwissenschaft und Philosophie in Heidelberg und Paris. Nach seiner Promotion arbeitete er am kunsthistorischen Institut in Florenz und war ab 1999 wissenschaftlicher Assistent am Kunstgeschichtlichen Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, wo er sich 2005 am Fachbereich Sprach- und Kulturwissenschaften habilitiert hat. Gegenwärtig lehrt er als Gastprofessor am Institut für Kunstgeschichte der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Schwerpunkte seiner Forschung sind die italienische und französische Malerei des 16. und 17. Jahrhunderts, (Habilitation über »Die Malereireform der Carracci«), die Illustrationsgeschichte der Entdeckung Amerikas, zeitgenössische Architektur (Jean Nouvel) sowie Medien (z. B. Kunst und Film bei »The Simpsons«).

**Thorsten Wübbena, M. A.**, 34, arbeitet im Zentrum für Kunst und Medientechnologie in Karlsruhe; der Kulturwissenschaftler ist derzeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kunstgeschichtlichen Institut der Universität Frankfurt tätig. Schwerpunkte seiner Arbeit liegen im Bereich der Architektur der 1920er Jahre (»Volks- und Gewerkschaftshäuser«), den Neuen Medien (»Musikvideoclips«) sowie der Informationstechnologie (Bild-datenbanksystem »DILPS – Distributed Image Library Processing System«).

# Zwischen Kulturindustrie und autonomer Kunst

Das Subversive im Werk Bob Dylans



Ob als Dichter, Musiker oder Performer – Bob Dylan ist bis heute ein Rätsel geblieben. Er gilt als »Mann der Masken«, der sich in immer neuen Anläufen selbst erfindet und sich so allen festen Zuschreibungen entzieht.

nen angesehen würde. Die These liegt daher nahe, dass sich im Werke Dylans die subversive Verwandlung der Rockmusik in eine besondere Form der autonomen Kunst vollzieht.

## Zur widersprüchlichen Wirkungsgeschichte

Dylans Werk hat eine besonders komplexe und auch widersprüchliche Wirkungsgeschichte hinter sich. Von Anfang an war es auf Deutungen angewiesen, zitierte sie förmlich herbei und stieß sie nicht weniger zurück. Im Gegensatz zu anderen Produkten der Popbranche machen Dylan-Songs Auslegungen und Interpretationen notwendig – und das, obwohl sie sich auch als ein Ereignis begreifen, das »in den Wind geschrieben« wird, das heißt als ein unwiederholbares Live-Geschehen, dem eine Repräsentanz in der Schrift fehlt.

Die interpretatorische Auseinandersetzung mit Bob Dylan setzt bereits in den ersten Jahren seines öffentlichen Auftretens ein. Zwischen 1963 und 1966 sind Dylans Lieder vorrangig Gegenstand eines ästhetischen und ideologischen Grundsatztstreits, der in verschiedenen Facetten um das Verhältnis von Politik und Kunst, Authentizität und Showbusiness kreist, um die vermeintliche oder wirkliche Zugehörigkeit zur Folkbewegung und um deren »Verrat« durch Liebeslieder, moderne Lyrik und den Schritt zum elektrischen Rock (McGregor 1990). Seit den 1970er Jahren lassen sich etwa fünf Linien der Dylan-Literatur unterscheiden: Biografien, Titel, die sich mit der Lyrik auseinandersetzen und deren »politische Botschaften« sowie historische Kontexte verfolgen, Bücher, die Dylan pri-

Seit den späten 1960er Jahren ist das Werk von Bob Dylan in seinem lyrischen Gehalt, seiner kompositorischen Eigenart und seiner öffentlichen Inszenierung Gegenstand zahlloser Analysen und Interpretationen gewesen. Ob auf dem Gebiet der Ästhetik, der Literaturwissenschaft oder der soziologischen Medientheorie, seine Texte, Kompositionen und Aufführungen sind zur Quelle weit gefächerter internationaler Debatten über das Verhältnis von Popmusik und moderner Kunst geworden. Wie kein zweiter Sänger und Songwriter der Popgeneration hat Bob Dylan die eingespielten Grenzziehungen zwischen bloßer Unterhaltungsmusik und autonomer Kunst infrage gestellt. Zwar wird er im Allgemeinen als eine zentrale Repräsentationsfigur der Rockmusik betrachtet, aber seine Songs sind zu komplex, seine Aufführungspraxis ist zu reflexiv, als dass er nicht zugleich auch von vielen Interpreten als ein Künstler mit eigenständigen Kunstintentionen



Wie kaum ein zweiter Songwriter der Popgeneration hat Bob Dylan es mit seinem musikalischen Œuvre vermocht, die eingespielten Grenzziehungen zwischen Unterhaltungsmusik und ernsthafter Kunst infrage zu stellen.

mär als Live-Musiker wahrnehmen, und solche, die seine musikalische Entwicklung anhand der Plattenalben und CDs nachzeichnen.

Schließlich lassen sich davon noch einmal solche Texte unterscheiden, die sich mit Einzelaspekten des Dylanschen Werks beschäftigen, seiner Stimme, seinem Frauen- und Männerbild, seinem Verhältnis zu Christentum und Judentum, seiner Verwurzelung in der amerikanischen Musikkultur und seiner Wirkungs- und Rezeptionsgeschichte.

Nach unserer Kenntnis gibt es bislang nur ein einziges größeres Werk eines Musikwissenschaftlers zu Bob Dylan: »A Darker Shade Of Pale. A Backdrop To Bob Dylan« von Wilfried Mellers. Der Autor von Büchern über Bach, Beethoven und die Beatles geht dort auf spezifische Fragen der amerikanischen Musikgeschichte ein; so weist er das Fortwirken dieser Tradition in Dylans Werk als auch dessen Unabhängigkeit von ihr nach, liefert eine Reihe von bedeutenden Details zu Dylans musikalischem und poetischem Schaffen und analysiert vor allem seine Songs als eine Form der »autonomen« Musik unter den Bedingungen der Popkultur. Die Autonomie-These findet sich der Sache nach auch in dem von seinen Intuitionen her wegweisenden Buch von Greil Marcus. Marcus sieht die ästhetische Autonomie Dylans in seinem Verhältnis zur amerikanischen Tradition: in dem künstlerischen Anspruch nämlich, mit dem er sich von der Liedkultur der Vergangenheit, ob Folk, Blues oder Country, unterscheidet – es ist gerade dieses musikalische Autonomiebestreben, an dem sich für Marcus der Protest gegen Dylan in den Jahren 1964 bis 1966 entzündet. Stephen Scobie, der wichtige Erkenntnisse zum literarischen Gehalt von Dylans Werk beisteuert, beobachtet den veränderten Stellenwert der Lyrik im Spätwerk: Gegenüber der Orientierung an komplexer symbolistischer Poesie in den 1960er Jahren entsteht zunehmend – und in den 1990er Jahren auf allen Ebenen – ein allegorisches Verfahren, durch das Dylan sprachliches Alltagsmaterial, Redewendungen, Klischees und Binsenweisheiten kombiniert, die durch eben diese Kombination bedeutungslos gemacht werden. Dementsprechend

bringt Dylan in dieser Phase nach Scobie nicht mehr unmittelbar Erfahrungsgehalte zum Ausdruck, sondern platziert sie nur noch indirekt in den Leerstellen seiner Texte, also zwischen den Formeln und Allgemeinplätzen.

Die Arbeiten, die primär um die Texte kreisen, zeigen sich zumeist von einem »bildungsethischen« Interesse geleitet. Sie versuchen, Dylan aus der Popsphäre herauszulösen und für die Hochkultur zu vereinnahmen. So erscheint etwa Dylans Rezeption der symbolistischen Poesie (Rimbaud, Verlaine) in den 1960er Jahren als Gründungsakt par excellence, durch den er seine »primitiven« Anfänge in der Folk- und Protestbewegung zugunsten der Artikulation genuin künstlerischer Ansprüche hinter sich zu lassen versucht. Michael Grays Wort über »The Lonesome Death Of Hattie Carroll« als »rhetoric, not art« bringt diese Einstellung, die dezidiert den Songwriter gegenüber dem Sänger favorisiert, auf den Punkt. Zu ihr gehört wie ein Leitmotiv, Dylan alljährlich für den Literaturnobelpreis vorzuschlagen. Die Position steht spiegelverkehrt zu der älteren Sichtweise, für die allein der frühe, politische Protestsänger der authentische Dylan ist, während sich dessen späteres Werk dem »Kommerz« und eben auch »bürgerlichen Kunstvorstellungen« ergeben habe (Liederschmitt 1992).

#### Unterwanderung der herkömmlichen Grenze von Kunst und Popkultur

Die subversive Rolle, die das Werk Dylans heute in dem Sinne spielt, dass es die herkömmliche Unterscheidung von autonomer Kunst und Popkultur unterwandert, lässt sich anhand von drei im Folgenden vertieften Themenfeldern veranschaulichen, die sein Schaffen und Wirken von Anfang an bestimmen:

- Wie kaum ein zweiter Songwriter seiner Generation hat Dylan es vermocht, in seinen Liedern den spezifischen Erfahrungsgehalt seiner Zeit poetisch und musikalisch zu artikulieren.
- Es ist die besondere Art der sprachlichen, musikalischen und inszenatorischen Bearbeitung des vorliegenden, weitgehend aus der Massenkultur stammenden Materials, durch die Dylan



»Bringing It All Back Home«: Das Album aus dem Jahr 1965 markiert den Beginn von Bob Dylans Folk-Rock-Revolution, hier das Cover der offiziellen Tonbandausgabe aus dem Jahr 1972. Während desillusionierte Songs wie »Subterranean Homesick Blues« oder »Maggies Farm« als elektrisch aufgeheizte Rocknummern daherkommen, ist die zweite Albumseite rein akustisch. Sie endet mit einem Klassiker, dem bittersüßen »It's All Over Now, Baby Blue«.

eine Unterwanderung der herkömmlichen Unterscheidung zustande bringt. Dylan bearbeitet sein aus der Massenkultur stammendes Material sprachlich, mu-



sikalisch und gestalterisch so, dass er den Gegensatz zwischen Popkultur und Kunst unterwandert.

- Dylan vermag es – durch einen eigentümlichen, immer wieder verwirrenden Gestus der Verweigerung –, mit eingespielten Klassifikationen spielerisch umzugehen und dadurch einen neuen Typus des autonomen Künstlers in der Kulturindustrie zu schaffen.

Bob Dylan verkörpert bis heute den Typus des emphatischen Singer-Songwriters.



Rockmusik als geschichtliche Erfahrung

Die These John Deweys, nach der die Kunst der synthetisierenden Artikulation zeitgeschichtlich prägenden Erfahrungen dient, spielt eine zentrale Rolle bei dem Versuch, die lebensgeschichtliche und historische Dimension am Werk Dylans herauszuarbeiten. Zunächst einmal scheint Popmusik viel stärker als

»klassische« Musik lebenspraktisch und lebensgeschichtlich verwurzelt zu sein. Die Musik von Beethoven, Wagner oder Schönberg fordert von vornherein eine viel größere Distanz gegenüber dem eigenen biografischen Selbstverständnis als Popmusik. Gleichzeitig galt Popmusik lange Zeit als geschichtslos. Ihr wurde ein rein biografischer Sinn zugeschrieben, der allein an die Phase der Adoleszenz gebunden schien –

sie kenne, so heißt es, Wechsel, Trends und Moden, aber kein historisches Bewusstsein. In ihr scheint es nur um Aktionen und Vollzüge in purer Präsenz zu gehen, die von ekstatischen Gefühlen und physischen Vibrationen begleitet werden.

Daher wird auch die Popmusik selbst als transzendenzlos und den Mechanismen der »Kulturindustrie« unterworfen verstanden. Die frühen musikwissenschaftlichen Pu-

**Frankfurter Bob Dylan-Symposium »Bringing It All Back Home« – Zum kritischen Gehalt von Bob Dylans Werk«**

**Internationaler Bob Dylan-Kongress Frankfurt am Main**  
**11.-13. Mai 2006**  
**Vorträge Diskussionen Konzerte**

**Bringing It All Back Home**  
 Zum kritischen Gehalt von Bob Dylans Werk

**Bob DYLAN**

**hr2 kultur**

**IFS INSTITUT FÜR SOZIALFORSCHUNG**

**Gesellschaft für Musik und Ästhetik**

**hr2 - anregend anders**

**www.ifs.uni-frankfurt.de/veranstaltungen/2005/dylan\_prog.htm**

**www.hr2.de**

Unter dem Titel »Bringing It All Back Home« – Zum kritischen Gehalt von Bob Dylans Werk« wird vom 11. bis 13. Mai in Frankfurt ein Bob Dylan-Kongress veranstaltet. Eingeladen sind weltweit renommierte Experten aus verschiedenen Disziplinen, wie Stephen Scobie, Betsy Bowden und Michael Gray. Weitere Beiträge kommen unter anderem von Jean-Martin Bütt-

ner, Susan Neiman, Heinrich Detering, Klaus Theweleit und von den Initiatoren Axel Honneth, Peter Kemper und Richard Klein selbst. Die Tagung behandelt eingehend drei Themenbereiche: Rockmusik als geschichtliche Erfahrung, Kulturindustrie als autonome Kunst und Verweigerung als Messianismus.

Veranstalter sind das Institut für Sozialforschung, die Redaktion der Fachzeitschrift »Musik & Ästhetik« sowie der Hessische Rundfunk (hr2), der neben einer Podiumsdiskussion über »Dylan in Deutschland« in einer »Großen Bob Dylan-Nacht« mit Gesprächen, Filmen und Konzerten ganz unterschiedliche »Annäherungen an den Singer-Songwriter« versucht. In der Podiumsdiskussion unter dem Titel »Don't Look Back« nehmen unter anderem Pop-Experten wie Günter Amendt, Diedrich Diederichsen und Siegfried Schmidt-Joos teil. Anstelle eines affirmativen Weihfestspiels sucht die Dylan-Nacht im Sendesaal des Hessischen Rundfunks unter dem Motto »Dylan On The Edge« unorthodoxe Annäherungen an ein gefeiertes Idol.

Dass der Kongress seinen Ort in der Universität, einem Kino und einem Sendesaal des Rundfunks hat, verweist auf einen programmatischen Anspruch. Die Veranstaltung versucht, eine Brücke zwischen Universität und Lebenswelt, zwischen strenger Wissenschaft, Popkultur und Medien zu schlagen. Zu diesem Zwecke versammelt sie nicht nur Literatur-, Musik- und Sozialwissenschaftler, sondern auch Philosophen, Musiker, Literaten und Journalisten. Die Veranstalter versprechen sich von diesem Symposium eine interdisziplinäre, sowohl die Ästhetik als auch die Musiktheorie und Kultursoziologie einbeziehende Auseinandersetzung mit der Frage, ob sich im Werk von Bob Dylan paradigmatisch eine Tendenz der Transformation von Rockmusik in autonome Kunst abzeichnet. Da die klassische, bis heute vorherrschende Entgegensetzung von Kulturindustrie und moderner Kunst in den Schriften von Adorno und Horkheimer am Institut für Sozialforschung entstanden ist, scheint Frankfurt der angemessene Ort, um einen solchen internationalen Kongress durchzuführen.

Informationen im Internet:  
[www.ifs.uni-frankfurt.de/veranstaltungen/2005/dylan\\_prog.htm](http://www.ifs.uni-frankfurt.de/veranstaltungen/2005/dylan_prog.htm)  
[www.hr2.de](http://www.hr2.de)

blikationen über »Rock« haben zwar versucht, diesen Sachverhalt in gezielt antiakademischer Geste ins Positive zu wenden, ihn aber als Faktum nicht einen Moment lang angezweifelt. Es scheint, dass gerade Dylan dazu nötigt, diesen Standpunkt insofern zu revidieren, als seine Musik eigene Formen von Geschichtlichkeit, von Gedächtnis- und Erinnerungsbildung entwickelt.

Es lässt sich so zunächst die Frage stellen, in welchem Sinne sich Dylans Musik als Artikulation eines spezifischen Lebenszusammenhangs verständlich machen ließe: Wie ist der konventionelle Topos zu begreifen, Dylan sei Ausdruck, Sprachrohr und Projektionsfläche einer »Generation«, wenn seine Konzerte doch eine ständige geschichtliche Arbeit am eigenen Songrepertoire vollziehen? Offenkundig geht es nicht bloß um die Funktion von Musik im Alltag, sondern mehr noch um ihre lebensgeschichtliche, lebenszeitliche Bedeutung. Und dies betrifft nicht bloß »Psychologisches« oder »Politisches«, sondern stets auch konkrete musikalische Mittel und Phänomene. Sodann wäre zu fragen, ob die Geschichtlichkeit, die Bob Dylan in seinen Songs entwickelt hat, nicht eine Form von Universalität im Verhältnis zur populären amerikanischen Musik zur Folge hat: eine Universalität nämlich, die sozusagen den Raum zur Zeit hin transzendiert, das heißt, die geschichtlich wird, indem sie einzelne, lokale Traditionsstränge hinter sich lässt und den gesamten Radius der Liedkultur dieses Landes ausschreitet.

#### Kulturindustrie als autonome Kunst

Mit »ästhetischer Autonomie« verbinden wir heute mehr oder minder feste Vorstellungen über die Eigenarten eines künstlerischen Werks: der schriftlichen Repräsentanz, der klaren Differenz von Komposition und Interpretation, ein sich eher ausschließendes Verhältnis von ästhetischer Qualität und sozialer Wirkung. Dass all dies für Dylan zumindest nicht direkt zutrifft, liegt auf der Hand, verdankt sich seine Musik doch, wie Rock- und Popmusik überhaupt, primär mündlichen Traditionen auf der einen Seite und der modernen Reproduktionstechnik auf der anderen. So ist sie von vornherein ein Element



»No Direction Home«: Die Doppel-CD, hier das Cover des Booklets, enthält seltene und unveröffentlichte Aufnahmen Dylans aus den Jahre 1961 bis 1966, die während der Dreharbeiten zu Martin Scorseses Film entdeckt wurden.

dessen, was Adorno »Kulturindustrie« genannt und der Sphäre der Autonomie des Kunstwerks entgegengesetzt hat.

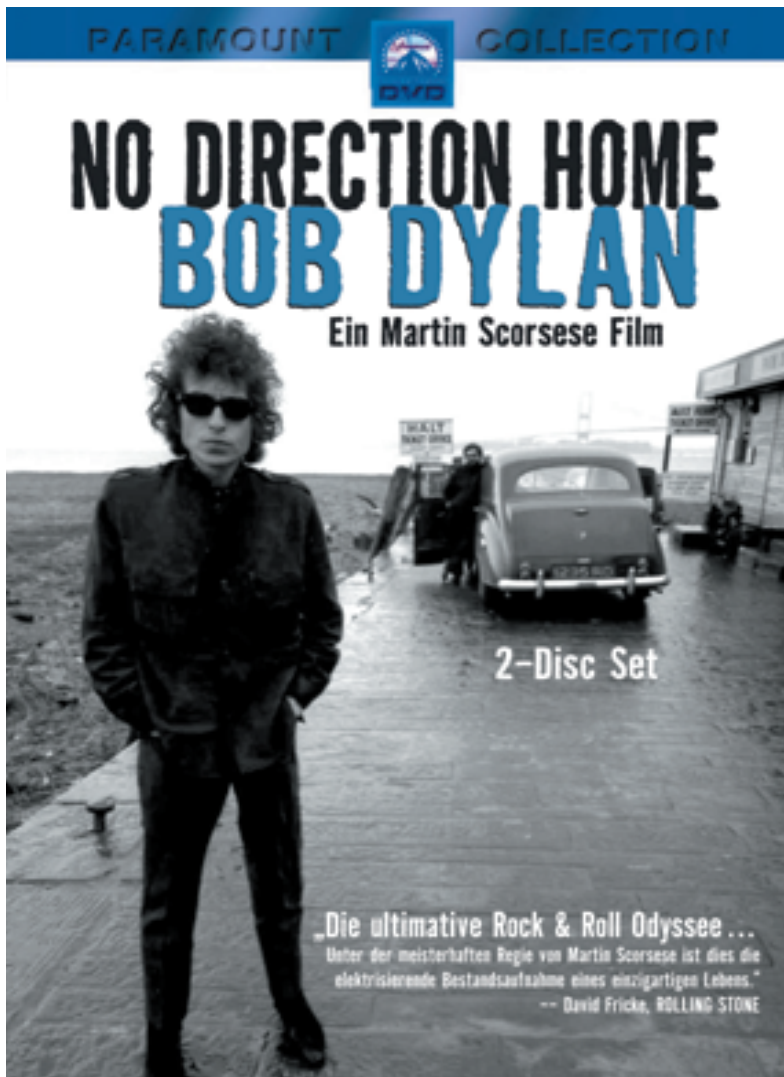
In einem Brief an Walter Benjamin vom 18. März 1936 klagt Adorno allerdings gegen diesen eine »Dialektik« von autonomem Werk und Reproduktionstechnik ein: Er insistiert darauf, dass der Verfall der Aura und die damit einhergehende Zerstreuung der Wahrnehmungsformen, die Benjamin erst beim Film beobachten will, sich bereits durch die »Erfüllung des eigenen ›autonomen‹ Formgesetzes« der »großen« Kunst vollzieht. Dann heißt es: »Les extrêmes me touchent, so gut wie Sie: aber nur wenn der Dialektik des Untersten die des Obersten äquivalent ist, nicht dieses einfach verfällt. Beide tragen die Wundmale des Kapitalismus, beide enthalten Elemente der Veränderung.«

Nun denkt Adorno aber die »Dialektik des Untersten und des Obersten« allein vom Obersten her. In vielen Analysen zeigt er, dass noch die esoterischste autonome Kunst von den Mechanismen der kapitalistischen Massenkultur nicht unabhängig sein kann. Hingegen hat er sich für die umgekehrte Fragestellung, ob es nicht auch in den Produkten der Massenkultur *Möglichkeiten* eines autonomen künstlerischen Gestaltens gibt, nie interes-

siert, obwohl sein gegenüber Benjamin vorgetragener Ansatz sie enthält und zulässt. Der Dialektik des Obersten sollte aber wohl auch die des Untersten adäquat sein. In diesem Sinne eines veränderten Autonomiebegriffs gewinnt die Musik Dylans als ein von der Kulturindustrie *ausgehendes* Produkt eine beson-



Szene aus »Pat Garrett & Billy the Kid«: Ursprünglich sollte Dylan nur eine Reihe von Songs für den Sam Peckinpah-Film schreiben, doch dann übernahm er auch die Nebenrolle des rätselhaften Alias – Mitglied in Billy's Band aus Gesetzlosen. Mit »Knockin' On Heaven's Door« enthält der Film einen der bis heute größten Dylan-Hits.



Martin Scorseses Film »No Direction Home – Bob Dylan« aus dem Jahr 2005 gilt schon jetzt als die ultimative »Rock'n' Roll-Odysee«. Er erzählt mit einer Fülle bisher unveröffentlichten Materials die Geschichte einer Reise von Bob Dylans Wurzeln in Minnesota über das New Yorker Greenwich Village bis zu seinem turbulenten Aufstieg als Popstar ab Mitte der Sechziger. Das Foto der DVD und der CD »No Direction Home« ist identisch und zeigt einen stoischen und zugleich erschöpften Sänger. Es vermittelt – wie viele Dylan-Songs – den diffusen Eindruck, als nehme die Leere kein Ende.

dere Bedeutung; sie betrifft Fragen der Inszenierung der musikalischen Präsentation nicht minder als solche des Verhältnisses von Musik und Lyrik, vor allem aber auch eine eingehende Analyse von Dylans Stimme, seinem Gesang. Die reiche Diskussion des Phänomens der Stim-

me in der neueren Literatur- und Medienwissenschaft kann hier viele Anregungen bieten.

#### Verweigerung als Messianismus

Es liegt in der Struktur des menschlichen Begehrens, das Objekt der

Begierde zu »vergöttern«: Je mehr es erhöht und vergrößert wird, um so wertvoller auch der eigene Einsatz und die Opferbereitschaft. Dieser Mechanismus trifft in herausragender Weise auf die Rockmusik-kultur zu. Sänger und Musiker werden zu Idolen, für die »Fans« alles zu tun imstande sind. Aber tendenziell müssen alle Erwartungen, die sie haben, enttäuscht werden. Dass die Stars dem Ansinnen, ihren Verehrern eine »höhere Welt« zu eröffnen, nicht entsprechen können, führt zu einer hochgradigen Ambivalenz in der Verehrung selbst: Diese kann jederzeit in rasende Entwertung, Verkleinerung oder Hass umschlagen.

Dass diese Problematik bei Dylan virulent wird, hat zwei Gründe. Erstens hat er die Verehrung seiner Person stets, zuweilen phobisch, bekämpft und sich jeder Zuschreibung von außen verweigert. Zweitens ist durch die Art, wie er mit den eigenen Liedern auf der Bühne umgeht, ein Reflexionsniveau in die Rockmusik hineingetragen worden, das Erwartungen notwendigerweise und systematisch zerstört. Im einen Fall wird ein Masken- und auch Possenspiel inszeniert, das die Person vor der Dynamik kollektiver Identifikationen zu schützen sucht und die Devise »It ain't me babe« gegenüber dem Publikum wie einen Bannstrahl einsetzt. Im anderen Fall ist es der Autonomieanspruch des Künstlers, der darauf besteht, mit den eigenen Liedern und Stilmodellen kreativ zu arbeiten, ihnen Veränderungs- und Verfremdungsprozesse zuzumuten, statt einfach nur zu reproduzieren, was bereits auf käuflichen Konserven vorliegt. Insofern verlangt Bob Dylan von seinem Publikum, sich auf das Ereignis einzulassen, das hier und jetzt stattfindet und es nicht vorab mit Bedeutungen zu überformen, die längst festgelegt sind. ◆

#### Die Autoren

**Prof. Dr. Axel Honneth**, 56, ist Professor für Sozialphilosophie an der Universität Frankfurt und geschäftsführender Direktor des Instituts für Sozialforschung. Er beschäftigt sich seit seinem 16. Lebensjahr mit dem Werk Bob Dylans.

**Dr. Richard Klein**, 52, ist Musikwissenschaftler in kritischem Anschluss an Adorno; er lehrt an der Pädagogischen Hochschule in Freiburg und bereitet gerade die Veröffentlichung eines Buchs über Bob Dylan vor.

#### Literatur

Michael Gray, Song & Dance Man III. The Art Of Bob Dylan, London/New York 2000.

Richard Klein, Die Herausforderung Bob Dylan, in: Merkur. Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken,

November 2002. Richard Klein, Dylan in Manchester 1966. Ästhetisch-politische Hintergründe eines Ekklats, in: Musik & Ästhetik, Juli 2003. Walter Liederschmitt, Bob Dylan – alles in allem, Trier 1992.

Greil Marcus, Basement Blues. Bob Dylan und das alte, unheimliche Amerika, Hamburg 2001.

Craig McGregor (Hrsg.), Bob Dylan. The Early Years. A Retrospective, New York 1990.

Wilfried Mellers, A Darker Shade Of Pale. A Backdrop To Bob Dylan, London 1984.

Stephen Scobies, The Captain's Tower. Bob Dylan und die Lyrik, in: Parking Meter, April 1999.

# Gesang als Lebenselixier

Die verborgene Musikkultur in den Frauenklöstern des Mittelalters und der Frühen Neuzeit

Frauen und Musik: ein Thema, das in Musikleben und Musikforschung seit einigen Jahrzehnten zunehmend auf Interesse stößt – und doch ein schwieriges Thema bleibt. Beklagt wird die geringe Zahl an Komponistinnen in der Musikgeschichte; Versuche, das musikalische Œuvre von Frauen des 19. Jahrhunderts bekannt zu machen, ernten schnell nachsichtiges Lächeln, da diese Komponistinnen eben doch nicht mit den »großen Meistern« mithalten können. Und auch nie die Chance dazu erhalten haben – grundsätzlich war für Frauen im professionellen Musikleben bis ins späte 17. Jahrhundert kein Raum, und noch im 19. Jahrhundert füllten sie die niederen Ränge begabter und schnell vergessener Wunderkinder, leicht anrühiger Opersängerinnen und fleißiger Klavierlehrerinnen. Abseits der offiziellen Musikinstitutionen aber waren Frauen in vielfältiger Weise am Musikleben beteiligt.

Ein besonders reiches Wirkungsfeld stellen die Frauenklöster dar, die in Spätmittelalter und Früher Neuzeit trotz Klausur häufig einen besonderen Freiraum für die Entfaltung weiblicher Kreativität boten. Bis jetzt wurde dieses Gebiet weder in der Musikwissenschaft noch in der Ordensgeschichte in seiner Breite untersucht. Meine Studie gibt unter anderem einige Einblicke in die reiche Kultur klösterlicher Musikpraxis, die ein ganz anderes Bild der Ordensfrauen in Mittelalter und Früher Neuzeit entstehen lassen.

Subversiv: Engeltaler Schwestern sangen in deutscher Sprache

Im Advent 1248 kam es im Kloster Engental bei Nürnberg zu einem außergewöhnlichen Ereignis. Im Rückblick notiert die Dominikanerin und Mystikerin Christine Ebner (1277 – 1356) folgenden Vorfall: »In der ersten Adventszeit [nach der Inkorporierung des Klosters im Jahr 1248], da sie nach der Liturgie

des Ordens sangen – und ihre erste Sangmeisterin, die hieß Hailrat, die war unmenschlich schön und sang außer Maßen wohl und lernte dazu gar wohl und hatte unsern Herrn gar lieb. Da sie nun kamen zum Vierten Sonntag im Advent, da sie die Matutin sangen, und zum fünften Responsorium ›Virgo Israel‹ kamen und zum Vers ›In caritate perpetua‹, das sang Hailrat deutsch, und sie sang so übermenschlich wohl, dass man glaubte, sie sänge mit der Stimme eines Engels. Der Vers bedeutet: ›Ich habe dich geliebt mit ewiger Liebe, darum habe ich dich zu mir gezogen mit meiner Barmherzigkeit.‹ Den Vers hat unser Herr gesprochen durch den Mund des Propheten zum menschlichen Geschlecht. Der heilig Konvent wurde vor großer Andacht wie von Sinnen, die Frauen fielen nieder wie die Toten und lagen also, bis sie alle wieder zu sich kamen: da sangen sie ihre Mette mit großer Andacht zu Ende.« /1/

Was die Mystikerin hier im Gewande einer »historisch«-chronologischen Darstellung der Klostergeschichte bietet, ist nichts anderes als die Schilderung liturgischer Subversivität von Frauen. In einer Zeit höchster liturgischer Spannung (am vierten Adventssonntag, das heißt in unmittelbarer Erwartung der Geburt des Heilands) beginnt die »unmenschlich schöne« Cantrix Hailrat »in Zungen« zu singen, nämlich in ihrer eigenen Sprache. Bewegt wird sie dazu von der musikalisch gefassten »Liebeserklärung« Gottes. Angesichts dieser Liebeserklärung, verkündet in der Muttersprache und nicht im distanzierenden Latein, kommt der Heilige Geist auch über die Mitschwester: Sie geraten in Ekstase und verlieren die Besinnung – nur um nach dem Aufwachen die lateinische Matutin zu Ende zu singen, als sei nichts geschehen.

Hinter dem Ineinanderfließen von historischer Schilderung (mit genauer Datumsangabe) und mystisch geprägtem Wunderbericht steht jedoch noch etwas anderes:



1 Die Guidonische Hand, ein pädagogisches Hilfsmittel, mit dem Klosterschülerinnen und Novizinnen eine Vorstellung vom Tonraum und der Lage der verschiedenen Töne gewannen. Die Musiklehre in Frauenklöstern war in erster Linie auf Fasslichkeit und die unmittelbare musikalische Anwendung ausgerichtet. Um die Hand hat die Ebstorfer Schreiberin Erläuterungen und Abbildungen aus dem klösterlichen Musikleben eingefügt.

Die freie Gemeinschaft der Schwestern von Engental war erst kürzlich in den Dominikanerorden inkorporiert worden. Insofern war die lateinische Liturgie mit ihren geregelten Gebetszeiten und komplexen Gesängen den Engeltaler Ordensfrauen noch nicht vertraut. Christine Ebner bietet mit ihrer Schilderung eine geradezu virtuose Rechtfertigung, weshalb die Schwestern von der streng lateinischen Liturgie abweichen: Wie am Tag, als das Pfingstwunder geschah und die Menschen, vom Heiligen Geist erfüllt, in ihrer eigenen Sprache re-



2 Die mittelalterliche Notenskala in Form übereinander geschichteter Türme, ein weiteres Hilfsmittel für den klösterlichen Musikunterricht.

deten, kann auch die Engeltaler Cantrix in einer besonderen liturgischen Situation gegen die Vorschriften der Liturgie in ihrer Muttersprache singen und ihre Mitschwester damit in religiöse Ekstase versetzen. Dass sie von den liturgischen Vorschriften im Gesang und nicht etwa in einer Lesung oder einem Gebet abweicht, ist bezeichnend – die transzendierende Wirkung der Musik trägt hier wesentlich zum Verlassen von Raum und Zeit, eben des geordneten liturgischen Rahmens, bei.

Der Bericht aus Engeltal gilt als eines der frühesten Zeugnisse dafür, wie bedeutsam der liturgische Gesang in den deutschen Frauenklöstern des Mittelalters und der Frühen Neuzeit war. Paradoxerweise ist es sehr schwer, dieser Musikpraxis nachzuspüren: Dass in den Klöstern jeder Tag von Gottesdienst, Gebet und Gesang strukturiert wurde und der liturgische Gesang dabei bis zu sechs Stunden des klösterlichen Tagesablaufs ausfüllte, ist so selbstverständlich, dass es in den Quellen kaum je erwähnt wird. Wie die Ordensfrauen die Gesänge erlernten, wie sie die Aufgaben zwischen Chorsängerinnen und Solistinnen

aufteilten, auf welche Weise sie die Gesänge ausführten, ob sie eigene Gesänge und Lieder schufen – solche Details wurden nur in Ausnahmefällen aufgezeichnet. Erst die vergleichende Lektüre von zahlreichen Chroniken, Schwesternbüchern und -viten, geistlichen Schriften, Lehrtraktaten, Tagebüchern, Korrespondenzen, Visitationsberichten und weiteren Quellen aus Frauenklöstern ermöglicht eine Rekonstruktion der Musikpflege, wie sie in den Frauenklöstern des Mittelalters und der Frühen Neuzeit üblich gewesen sein dürfte – stets mit der Einschränkung, dass große lokale Unterschiede bestanden, im Extremfall in manchen Klöstern sogar gar nicht gesungen wurde.

#### Kloster als Freiraum für musikbeflissene Frauen

Zu den gemeinsamen Kriterien gehört zunächst das Amt der Cantrix (Sangmeisterin), das ja auch im Kloster Engeltal von Anbeginn etabliert war. Die Cantrix trug die Gesamtverantwortung für den Gesang im Gottesdienst. Sie hatte, gemeinsam mit ihrer Stellvertreterin (Succentrix), auf die korrekte Ausführung der Gesänge, wie auch



3 Kloster Medingen, ehemaliges Zisterzienserinnenkloster, seit dem 16. Jahrhundert evangelisches Damenstift. Das Brauhaus (rechts) ist das einzige noch aus dem Mittelalter erhaltene Gebäude. Aus Medingen stammen die frühesten Belege, dass bereits in vorreformatorischer Zeit an besonderen Festen volkssprachliche Lieder in die lateinische Liturgie eingefügt wurden.

auf das korrekte liturgische Verhalten der Chorschwestern und den reibungslosen Ablauf des musikalischen Anteils innerhalb des liturgischen Geschehens zu achten. Darüber hinaus pflegte die Sangmeisterin die Chorbücher und richtete sie für den jeweiligen Gottesdienst her. Vor allem kam ihr aber die Aufgabe der Musiklehrerin zu: Die Cantrix führte die Novizinnen in die komplexen liturgischen Gesänge ein und vermittelte ihnen die notwendigen Kenntnisse in Latein, Liturgie und Gesang, die für das tägliche Leben im Kloster unabdingbar sind. Dadurch übernahmen Frauen eine Funktion, die ihnen bis ins 18. Jahrhundert grundsätzlich verwehrt war. Selbst musikalisch gebildet (auch das im allgemeinen Musikleben ein seltener Fall), vermittelten sie musikalische Kenntnisse an jüngere Frauen 1 2. Klöster konnten Frauen auf diese Weise Freiräume eröffnen, die ihnen »in der Welt« nicht zugänglich waren.

Auch das Orgel- und Instrumentalspiel gehörte zur klösterlichen Musikpflege, ebenso der Gesang von volkssprachlichen und lateinischen geistlichen Liedern, die in der Regel nicht Teil der Liturgie waren, sondern bei der Arbeit, in der Rekreation (Erholungszeit) und bei der persönlichen Andacht gesungen wurden. Mehrere Liederhandschriften des 15. Jahrhunderts, die aus Frauenklöstern und religiösen Frauengemeinschaften stammen, lassen vermuten, dass das Sammeln und die Pflege solcher geistlichen Lieder ein spezifisches Merkmal von Frauengemeinschaften war. Vielsagend sind die Inhalte dieser Liedsammlungen: Neben lateinischen Gesängen für die Hof feste des Kirchenjahrs (vor allem Weihnachten und Ostern) stehen hier volkssprachliche geistliche Lieder, die von der mystisch geprägten Spiritualität, der tiefen Gottes- und Christusliebe der Ordensfrauen zeugen. Auch weibliche Heilige spielen eine große Rolle, allen voran Maria, demütige Magd des Herrn und Himmelskönigin, die den Ordensfrauen als Vorbild und jungfräuliches Identifikationsmodell diente. Doch auch humoristische und sogar weltliche Lieder – den Kirchenoberen stets ein Dorn im Auge – sind in den Liederbüchern enthalten. So dürften die Kleriker über das spöttische Eselslied »Asellus in de mola« im

Wienhäuser Liederbuch nicht gerade erfreut gewesen sein, nahmen die singenden Ordensfrauen hier doch die Halbbildung und Arroganz ihrer geistlichen Vorgesetzten mit spitzer Zunge aufs Korn.<sup>1/</sup>

#### Im Wandel: Musik als Ausdruck von Affekten

Im 17. Jahrhundert schließlich wandelte sich das Musikverständnis grundlegend – das wirkte sich auf die Kompositionsweise und die Musikpflege in ganz Europa aus und beeinflusste damit auch das Musikleben in den Frauenklöstern. Musik galt nicht mehr als Handwerk, das einem strengen Korsett von Regeln unterworfen war, vielmehr diente sie dem Ausdruck von Affekten, von menschlichen Gefühlen. Ergebnis war ein Kompositionsstil, der größere Freiheiten erlaubte, gleichzeitig aber eng an die Affekte gebunden war – damit hatte die Geburtsstunde der Oper geschlagen. Auch in der Kirchenmusik setzte sich der neue, »konzertierende« Stil durch und fand somit Eingang in die Klöster. Die Folgen waren bahnbrechend – und führten in den Frauenklöstern paradoxerweise, im Verein mit einschränkenden kirchlichen Bestimmungen, zu einer Blüte der klösterlichen Musik.

Denn nach Maßgabe des Konzils von Trient (1545 – 1563), dem Ausgangspunkt einschneidender Reformen innerhalb der katholischen Kirche, wurde die Klausur in den Frauenklöstern verschärft – so weit, dass es professionellen männlichen Musikern, die bislang den Orgeldienst sowie weitere musikalische Funktionen in Frauenklöstern versehen hatten, nicht mehr erlaubt war, das Kloster zu betreten. Damit



4 Kloster Walsrode, ehemaliges Benediktinerinnenkloster, heute evangelisches Damenstift. Hier entstand im 17. Jahrhundert das Gebetbuch von Walsrode, das davon zeugt, wie dringend die evangelischen Stiftsdamen deutsche Lieder für den lutherischen Gottesdienst benötigten.

wurde es notwendig, dass die Ordensfrauen diese Ämter selbst übernahmen und so – unter den Vorzeichen des neuen Stils – eine fundierte Ausbildung zu Virtuosinnen in

#### Anmerkungen

<sup>1/</sup> Christine Ebner, *Der Nonne von Engelthal Büchlein von der Genaden Überlast*, hrsg. von Karl Schröder, Tübingen 1871 (= Bibliothek des Litterarischen Vereins in Stuttgart 108), Seite 6f (Übertragung ins Hochdeutsche durch die Autorin).

<sup>2/</sup> Abdruck des niederdeutsch-la-

teinischen Textes bei Peter Kaufhold, *Das Wienhäuser Liederbuch*, Wienhausen 2002 (= Kloster Wienhausen 6), Seiten 75–77.

<sup>3/</sup> Johann Ludolf Lyßmann, *Historische Nachricht von dem Ursprunge, Anwachs und Schicksalen des im Lüneburgischen Herzogthum bele-*

genen Closters Meding, dessen Präbsten, Priorinnen und Abbatissinnen, auch fürnehmsten Gebräuchen und Lutherischen Predigern etc. nebst dazu gehörigen Urkunden und Anmerkungen bis auf das Jahr 1769 fortgesetzt, Halle 1772, Seite 112.



der Vokal- und Instrumentalmusik erhielten. In vielen Klöstern bildeten sich eigene Orchester, Ordensfrauen wirkten als Kapellmeisterinnen und Komponistinnen – und das weit früher als »in der Welt«, wo sich der Beruf der professionel-

Die Autorin

**Privatdozentin Dr. Linda Maria Koldau**, 34, lehrt und forscht seit 2004 als wissenschaftliche Assistentin am Institut für Musikwissenschaft der Universität Frankfurt. Zudem war sie als Musikjournalistin für die Frankfurter Allgemeine Zeitung und verschiedene Radiosender tätig; seit 2000 tritt sie auch regelmäßig als Gesangssolistin auf. Zu ihren Buchveröffentlichungen zählen »Die venezianische Kirchenmusik von Claudio Monteverdi« und das jüngst erschienene Handbuch »Frauen – Musik – Kultur. Ein Handbuch zum deutschen Sprachgebiet der Frühen Neuzeit«, in dem sie auch einen 400-seitigen Teil zu »Musik in Frauenklöstern und religiösen Frauengemeinschaften« verfasst hat. Für diese Habilitationsschrift wurde Koldau im Dezember 2005 mit dem Cornelia Goethe Preis der Universität Frankfurt ausgezeichnet. [siehe auch Buchtipps, Seite 97]

5 Kloster Wienhausen, ehemaliges Zisterzienserinnenkloster, heute evangelisches Damenstift. Wienhausen ist das künstlerisch am reichsten ausgestattete Kloster unter den Heideklöstern; der Großteil der mittelalterlichen Anlage ist erhalten. Hier wird das Wienhäuser Liederbuch (spätes 15. Jahrhundert) aufbewahrt, eine umfangreiche Sammlung mit geistlichen Liedern in Latein und Niederdeutsch.

len Sängerin erst im Laufe des 17. Jahrhunderts durchsetzte und Frauen noch bis weit ins 18. Jahrhundert nicht als Instrumentalistinnen auftreten durften. Von dieser blühenden musikalischen Klosterkultur in Deutschland sind leider nur noch rudimentäre Belege zu finden. Die musikalischen Bestände aus Frauenklöstern wurden durch Kriege und Plünderungen weitgehend zerstört, die Reste wurden im Zuge der Säkularisation auseinander gerissen – nur noch wenige, meist anonyme Musikalien lassen erahnen, dass viele Ordensfrauen im 18. Jahrhundert als virtuose Sängerinnen, Instrumentalistinnen und Komponistinnen wirkten.

#### Nach der Reformation: Engagierter Einsatz für vertraute Gesänge

Zahlreiche Quellen belegen, dass die liturgische Musik den Ordensfrauen weit mehr bedeutete als ein obligatorischer Bestandteil des Gottesdienstes: Vor allem in Krisensituationen und Zeiten der Not griffen die Nonnen häufig auf Gesänge der Liturgie zurück, die ihnen zu tiefst vertraut waren, ihnen inneren Halt und Trost gaben. Als das Zisterzienserinnenkloster Medingen 3 1519 von brandschatzenden Braunschweigischen Truppen bedroht wurde, flohen die Konventualinnen überstürzt nach Lüneburg – »und nahmen (weil sie zu Fusse giengen) in der Eile und Confusion nichts mit sich, als etwa jedwede ihren besten Ordenshabit und ein täglich Gesangbuch.«<sup>13/</sup> Wenige Jahre später wurde Medingen, wie auch die anderen Klöster im Herrschaftsgebiet von Herzog Ernst von Braunschweig-Lüneburg, mit Gewalt reformiert. Aus den Briefen der bedrängten Äbtissinnen, die bei ihren Amtskolleginnen Rat und Unterstützung suchten, geht hervor, wie sehr es den Ordensfrauen am Herzen lag, die Liturgie und ihre Gesänge beizubehalten: In Lüne und Medingen wichen die Nonnen, denen vom Herzog ein evangelischer Prediger aufgedrängt worden war, zur Feier ihrer Gottesdienste auf den Kornspeicher aus.

Die hartnäckige – in manchen Fällen über Jahrzehnte andauernde – Gegenwehr half den altgläubigen Ordensfrauen wenig: Die nordwestdeutschen Frauenklöster wurden, wenn nicht aufgelöst, so in evangelische Damenstifte umgewandelt. Den Konventualinnen stand es fortan frei, das Stift wieder zu verlassen, um zu heiraten, die Gottesdienste richteten sich nach der lutherischen Agenda, das Stundengebet wurde auf drei Gebetszeiten am Tag reduziert, bei denen deutsche Texte gebetet und gesungen wurden. Dadurch entstand eine Musikkultur, die auf die neuen Bedürfnisse abgestimmt war: In Walsrode, das ebenfalls zu den Lüneburger Klöstern zählt, zeichneten die Stiftsdamen »Auff begehren und Anordnung der Wohl-Ehrwürdigen Dominae« (der Äbtissin Anna Magdalena von Jettebrock) ein eigenes Gebetsbuch mit liturgischen Texten, Gebeten und Liedtexten in ihrer Muttersprache auf, da es zu dieser Zeit im Herzogtum Lüneburg noch kein offizielles gedrucktes Gesangbuch gab, aus dem sie ihre gottesdienstlichen Texte und Lieder hätten entnehmen können.

Walsrode 4 besteht noch heute, wie auch Medingen, Lüne, Wienhausen, Ebstorf und Isenhagen, die sechs »Heideklöster« 5 südlich von Lüneburg. Und noch heute sind diese »evangelischen Klöster« Damenstifte, in denen die Konventualinnen ihre eigenen Andachten gestalten und sonntags in Ordens-tracht den Gottesdienst feiern. Die evangelischen Lieder, die im 16. Jahrhundert von den Reformatoren eingeführt wurden und zum Teil auf das vorreformatorische Liedgut zurückgehen, wie es in den liturgischen Handschriften des Zisterzienserinnenklosters Medingen und in den Liederbüchern von Wienhausen und Ebstorf bezeugt ist, machen noch immer einen wichtigen Teil ihrer Gottesdienste aus – eine Kontinuität der Musikübung, wie sie nur in wenigen Lebensbereichen besteht und die weit mehr von Frauen getragen wurde, als die traditionelle Musikgeschichte es glauben lässt. ◆

# Vom Abfall zum Kraftstoff

## Neuer Hefetyp synthetisiert Biosprit aus Pflanzenabfällen

Sie können zwar nicht Stroh zu Gold spinnen, aber sie machen aus wertlosen pflanzlichen Abfällen hochwertigen Biokraftstoff: Die vielseitigen Hefezellen aus dem Labor unserer Frankfurter Arbeitsgruppe sind wahre Allesfresser. Während herkömmliche Hefe nur bestimmte Zuckerarten zu Ethanol vergären kann, zerlegt der hochgezüchtete Frankfurter Hefestamm auch schwer verdauliche Zucker, die in Weizenstroh, Maisresten, Holzabfällen oder Sägespänen enthalten sind. Damit eröffnen sich der Produktion von nachwachsenden, umweltfreundlichen Biotreibstoffen völlig neue Perspektiven. War man bisher darauf angewiesen, hochwertige Nutzpflanzen wie Zuckerrohr, Mais, Getreide oder Zuckerrüben zur Gewinnung von Biokraftstoffen anzubauen, lassen sich nun auch billige und massenhaft anfallende Pflanzenabfälle nutzen. Möglich ist dies durch gentechnisch veränderte Hefen. Dank zusätzlicher Gene können sie Enzyme produzieren, die es ihnen erlauben, schwer verdauliche Zuckerarten in Ethanol zu vergären.

In einer Zeit immer knapper werdender fossiler Erdölressourcen und steigender Benzinpreise wird Bioethanol zu einer wichtigen alternativen Energiequelle. Auch die Umwelt profitiert von Biokraftstoffen wie Biodiesel, Pflanzenöl und Ethanol: Pflanzen wachsen prak-

tisch unbegrenzt nach und verbrennen »sauber«, das heißt, es wird nur solches Kohlendioxid freigesetzt, das zuvor beim Pflanzenwachstum gebunden wurde. Auf diese Weise verhindert Biosprit eine weitere Verstärkung des Treibhauseffekts. Während Pflanzenöl und Biodiesel für Dieselmotoren geeignet sind, kann Bioethanol Benzin und Superkraftstoffe ersetzen. Bioethanol ist hinter Biodiesel zurzeit der am meisten genutzte biologisch hergestellte Autokraftstoff. Zulässig ist eine fünfprozentige Beimischung zu Ottokraftstoffen. Mittelfristig soll dieser Anteil steigen. So legt der Aktionsplan der Europäischen Union fest, den Anteil Biokraftstoff am gesamten Kraftstoffverbrauch bis zum Jahr 2010 auf 5,75 Prozent zu erhöhen. Als Technik der Zukunft gelten allerdings die so genannten Flexible-Fuels-Vehicles (FFV) – Fahrzeuge, die sowohl mit reinem Benzin fahren als auch mit einer Benzin-Ethanol-Mischung, die bis zu 85 Prozent Ethanol (E 85) enthalten kann. Die Fahrzeuge müssen dabei nur minimal modifiziert werden.

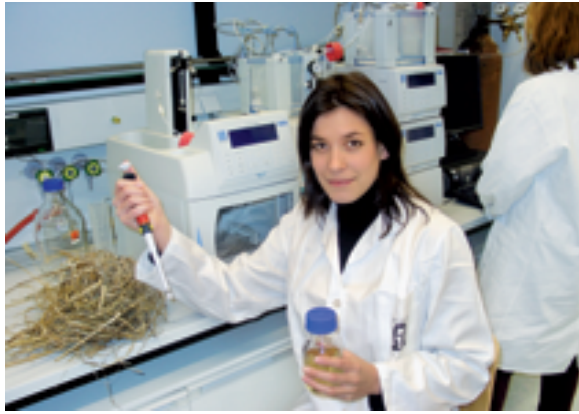
Bioethanol wird durch mikrobiologische Vergärung von Zuckern hergestellt, die in pflanzlichen Rohstoffen enthalten sind. Man gewinnt es heute weitgehend aus speziell dafür angebauten stärke- oder zuckerhaltigen Nutzpflanzen wie Zuckerrohr, Mais, Getreide oder Zu-

ckerrüben. Zur Vergärung verwendet man Hefen, die Zucker in Ethanol und CO<sub>2</sub> umsetzen können. Bei stärkehaltigen Rohstoffen sind vor der eigentlichen alkoholischen Gärung noch vorbereitende Schritte notwendig: So muss die Stärke durch spezielle Enzyme verflüssigt und anschließend verzuckert werden. Dieses Verfahren ist zwar ausreichend, um den derzeitigen Bedarf an Bioethanol zu decken. Langfristig wird es den steigenden Bedarf an Bioethanol aber nicht decken können, weil es zahlreiche Probleme aufwirft. Die nur begrenzt zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Anbauflächen, ökologische Probleme bei der notwendigen Intensivierung der Landwirtschaft





1 Beate Wiedemann und Marco Keller vom Institut für Molekulare Biowissenschaften der Universität Frankfurt arbeiten an der Optimierung von Hefen, um aus Stroh und anderen Pflanzenabfällen Ethanol als regenerative und umweltfreundliche Energiequelle herstellen zu können.



und die Konkurrenz zum Lebensmittelmarkt stehen einer großflächigen Produktion von Bioethanol auf diesem herkömmlichen Wege entgegen.

Eine kostengünstige und umweltschonende Alternative wäre, die für den Menschen als Nutzpflanzen weniger interessanten Pflanzen oder Pflanzenabfälle zu nutzen. Diese hauptsächlich aus Zellulose, Hemizellulose und Lignin bestehenden Materialien fallen in hohen Mengen an und sind billig. Ideal wäre dabei ein Verfahren, in dem in so genannten Bioraffinerien die Zellulose und Hemizellulose in vergärbare Zucker umgewandelt und von den Hefen direkt in Ethanol

vergoren werden. Das Lignin könnte als Brennstoff zum Antreiben des Prozesses benutzt werden. Allerdings verhindern zurzeit noch einige technische Schwierigkeiten den Einsatz dieses Verfahrens. Zum einen ist der Abbau von Zellulose und Hemizellulose zu vergärbaren Zuckern schwieriger und langsamer als bei Stärke, weil diese Verbindungen eine komplexere Struktur besitzen. Zum anderen setzt die Hemizellulose Zuckerarten frei, die von den meisten zur Ethanolproduktion verwendeten Mikroorganismen nicht vergoren werden können. Für einen wirtschaftlich ausgereiften Prozess ist dies jedoch eine wichtige Voraussetzung.

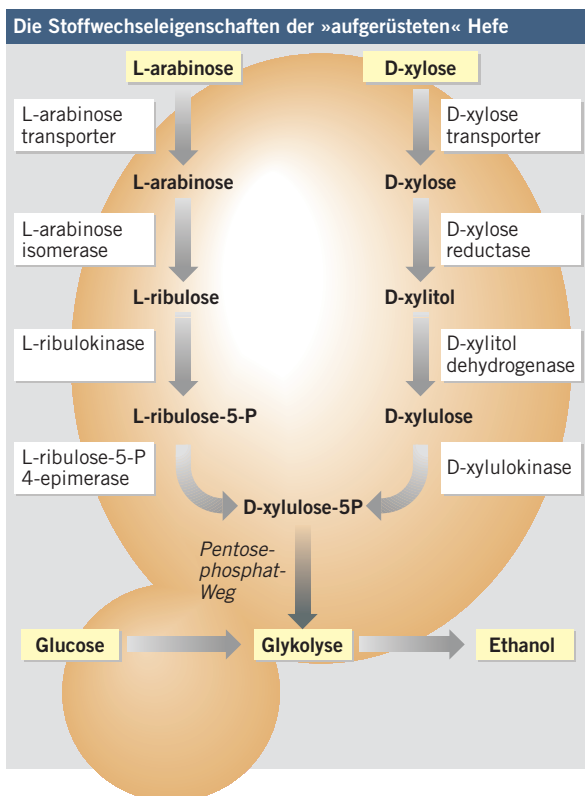
zur Produktion von biobasierten Chemikalien nutzbar zu machen. Wir bedienen uns dabei des »Metabolic Engineering«, einer Methode, mit der man gezielte und zweckgerichtete gentechnische Veränderungen von Organismen erzielen kann, so dass sie bestimmte Produkte oder Biochemikalien produzieren. Im Falle der Hefe suchte unsere Arbeitsgruppe nach Möglichkeiten, die Hefe dazu zu bringen, auch die Pentosen Arabinose und Xylose zu vergären. Dazu suchten wir in Bakterien und Pilzen nach Genen, die dafür verantwortlich sind, dass sich Enzyme für den Abbau von Arabinose und Xylose bilden.

Diese Suche ist knifflig: Zwar gibt es eine Reihe von Lebewesen, die Pentosen nutzen und umwandeln können, aber leider nicht in Ethanol. Will man dieses Problem lösen, muss man erreichen, dass die Hefezellen Pentosen in ihre Stoffwechselwege – den so genannten Pentosephosphat-Weg und die Glykolyse – einschleusen. Im Falle der Arabinose sind dazu drei zusätzliche Enzyme notwendig sowie ein Transportprotein, das die Arabinose in die Zelle hineintransportiert. Für die Xylose benötigt man drei weitere Enzyme. Wir gewannen diese Enzyme, indem wir aus Bakterien und Pilzen, die Arabinose und Xylose abbauen, Gene isolierten. Die Steuerungselemente dieser Gene wie Promotor- und Terminatorsequenzen wurden dann so verändert, dass die Hefe daraus die entsprechenden Enzyme bilden konnte. Dann wurden sie in das Erbgut der Hefezellen eingebaut.

Zunächst sollte die Hefe dazu gebracht werden, Arabinose als Kohlenstoff- und Energiequelle zum Wachstum zu verwerten. Aber obwohl die Hefezellen alle dafür benötigten Enzyme erhalten hatten,

Ein für die Produktion von Ethanol seit Jahrtausenden genutzter Mikroorganismus ist die Bier- und Weinhefe mit dem wissenschaftlichen Namen *Saccharomyces cerevisiae*. Sie ist in der Lage, Zucker rasch und mit hohen Ausbeuten zu Ethanol zu vergären. Allerdings kann auch sie dabei nicht alle Zucker umsetzen – während Zucker mit sechs Kohlenstoffatomen (die so genannten Hexosen wie zum Beispiel Glucose) genutzt werden können, besitzen die Hefezellen nicht die notwendigen Enzyme für die Verwertung von Zuckern mit fünf Kohlenstoffatomen (den Pentosen wie zum Beispiel Arabinose und Xylose). Diese Pentosen machen jedoch einen großen Anteil der Hemizellulose aus.

Da die Hefe schon seit einigen Jahrzehnten intensiv erforscht wird und genetisch leicht veränderbar ist, lag es für unsere Arbeitsgruppe nahe, der Hefe auf gentechnischem Wege neue Eigenschaften zu verleihen. Seit vielen Jahren arbeiten wir bereits daran, die Stoffwechseleigenschaften der Hefe besser zu verstehen und wir für den Menschen



2 Die Hefe *Saccharomyces cerevisiae* wurde mit zahlreichen neuen Enzymen ausgestattet, um außer der Glucose auch die anderen in Pflanzenabfällen vorhandenen Zuckerarten Arabinose und Xylose zu Ethanol zu vergären.

bereitete ihnen die Umstellung ihres Speisezettels Schwierigkeiten. Genauere Untersuchungen ergaben, dass sich die Hefen an der Arabinose gewissermaßen »verschluckten«, das heißt, sie nahmen den Zucker schneller auf, als sie ihn verwerten konnten. Deshalb mussten die verantwortlichen Enzyme zunächst genetisch weiter optimiert werden. Das geschah mit Hilfe der so genannten »Directed Evolution« (also gesteuerten Evolution). Wir zwangen die neue Hefe über viele Wochen und Monate dazu, Arabinose zu verwerten, indem wir ihr diesen Zucker als einziges Nahrungsmittel anboten. Und tatsächlich bildeten sich spontane Hefemutanten, die immer besser mit der Arabinose zurechtkamen. Diese waren letztendlich in der Lage, die Arabinose in Ethanol zu vergären.

Damit die neuen Hefezellen zusätzlich die Fähigkeit erlangten, Xylose zu vergären, startete unsere Arbeitsgruppe eine Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Bärbel Hahn-Hägerdal von der Universität Lund, Schweden. Diese arbeitet schon seit vielen Jahren erfolgreich an der Vergärung von Xylose durch Hefen. Den Arabinose-vergärenden Hefezellen wurden zusätzlich die drei Gene zur Xyloseverwertung eingepflanzt. Und tatsächlich konnte der daraus resultierende Hefestamm neben den Hexosen wie Glucose auch Arabinose und Xylose in Ethanol umwandeln. Das Ergebnis war ein hochgezüchteter und spezialisierter Hefestamm, der als »Allesfresser« die meisten Zuckerarten aus pflanzlichen Abfällen zu Ethanol vergären kann.

Nach diesem beachtlichen Erfolg stehen die nächsten Herausforderungen auf dem Weg zur industriellen Produktion von Bioethanol bevor. Zunächst müssen die fremden Gene in der Hefe stabilisiert werden. Dann will unsere Gruppe die Zuckerverwertung noch effizienter gestalten. Um die Kosten des gesamten Prozesses zu senken, müssen wir den Wirkungsgrad der Ethanolbildung weiter steigern. Und letztendlich gilt es, den im Labormaßstab funktionierenden Prozess in die industrielle Wirklichkeit zu transferieren. Dazu muss geklärt werden, ob die hochgezüchteten Laborhefen unter den »rauen« Bedingungen in der Industrie wider-

standsfähig genug sind. Möglicherweise eignen sich industriell erprobte Hefen besser für die Ethanolgewinnung.

Auch andere Fragen im Umfeld der Biomasse-zu-Ethanol-Umwandlung sind noch zu klären. So müssen beispielsweise die Biomasse-severarbeiter wirtschaftliche Wege finden, die Biomasse zu sammeln, zu transportieren und zu lagern. Eine effektive und schonende Vorbehandlung der Biomasse mit Wärme oder Säure sowie die Entwicklung leistungsfähigerer Enzyme, mit denen das Pflanzenmaterial in die

einzelnen Zuckerbausteine zerlegt werden kann, sind weitere wichtige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte. Daran arbeitet seit Oktober 2005 ein von der Europäischen Union gefördertes Konsortium von 21 Partnern aus Industrie und Forschung, zu dem auch unsere Arbeitsgruppe gehört. Das europaweite Projekt mit dem Namen NILE (New Improvements for Lignocellulosic Ethanol) ist auf vier Jahre angelegt und wird mit 7,7 Millionen Euro aus dem 6. Europäischen Rahmenprogramm gefördert. Die Partner decken den gesamten

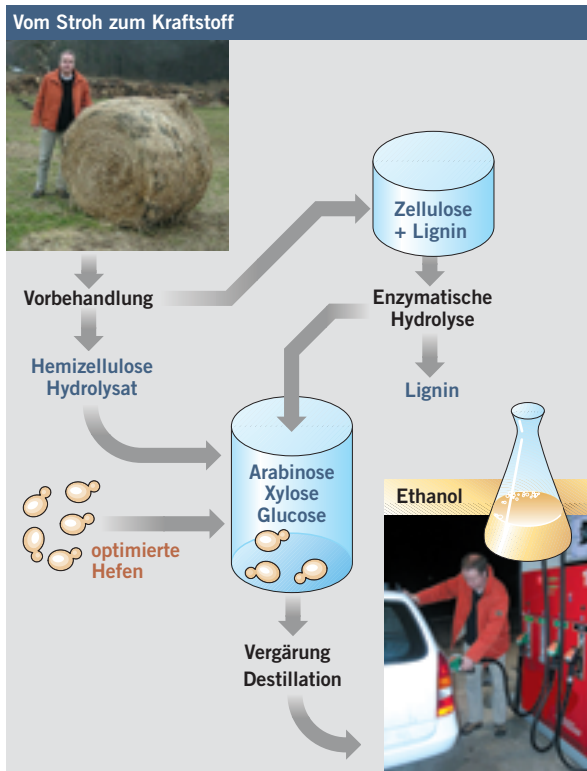
Anzeige

**degussa.**

*creating essentials*

F&E sind für uns  
das A und O.

Auch in der Wissenschaft spielt die Nummer Eins in der Spezialchemie eine maßgebliche Rolle. Weltweit investieren wir jedes Jahr viele hundert Millionen Euro in Forschung und Entwicklung. Darüber hinaus kooperieren wir mit über 500 Wissenschaftlern an Universitäten und Forschungseinrichtungen auf der ganzen Welt. [www.degussa.com](http://www.degussa.com)



3 Prof. Dr. Boles demonstriert, wie nach Zerlegung des Pflanzenmaterials in einzelne Zucker (Glucose, Arabinose, Xylose) die optimierten Hefen eingesetzt werden können, um daraus Bioethanol als Autokraftstoff herzustellen.

Bereich der Bioethanol-Herstellung von der Vorbehandlung der Biomasse bis zur Optimierung der Prozesstechnik ab. In diesem Projekt sollen die meisten derzeit noch bestehenden Hindernisse aus dem Weg geräumt werden, die dem Traum von der Umwandlung von Biomasse in Ethanol im Wege stehen. Mit ihren jüngsten Erfolgen sind die Frankfurter Hefewissenschaftler diesem Ziel mit großen Schritten näher gekommen.

Der Autor

**Prof. Dr. Eckhard Boles**, 42, ist seit 2002 Professor für Mikrobiologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Mit den molekularen Grundlagen der Zuckerverwertung durch Hefen beschäftigt er sich seit seiner Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt. Er erhielt dafür den Dissertations-Hochschulpreis der Vereinigung von Freunden der TU Darmstadt. Seine Habilitation an der Universität Düsseldorf im Jahre 2000 schrieb Boles über die Mechanismen und die Steuerung der Zuckeraufnahme in die Hefezellen. In seinen wissenschaftlichen Arbeiten verknüpft er – wo möglich – die Grundlagenforschung mit der industriellen Anwendung, was sich in zahlreichen Industriekontakten widerspiegelt. Die gegenwärtigen Forschungsschwerpunkte seiner Arbeitsgruppe sind das »Metabolic Engineering« von Hefezellen zur Produktion von Biochemikalien wie zum Beispiel Bioethanol. Auf der anderen Seite untersucht Prof. Dr. Boles intensiv die Nährstoffaufnahmesysteme der Hefe und ihre gegenseitigen Wechselwirkungen.

## Die Rechnung geht nicht auf: Weniger Menschen = niedriger Wasserverbrauch

Rückgang der Bevölkerung fordert Planer von Versorgungssystemen heraus

Wir werden weniger, älter, bunter« – so lautet vielfach das Fazit zum demographischen Wandel in Deutschland. Dahinter stehen unterschiedliche, miteinander verbundene Phänomene: Die Bevölkerungszahl nimmt ab, die Altersstruktur verändert sich aufgrund des Geburtenrückgangs und steigender Lebenserwartung, die Bevölkerung differenziert sich immer stärker aus, ausgelöst durch Zuwanderung und Pluralisierung von Lebensstilen und Haushaltsformen. Verändern sich Größe und Struktur einer Bevölkerung, so wirkt sich dies massiv auf ganz unterschiedliche Handlungsfelder aus: Sozialversicherungssysteme, Kinderbetreuung und Bildungseinrichtungen, Pflege- und Krankenhauswesen, öffentlichen Nahverkehr oder den Wohnungsbau.

Folgen hat der demographische Wandel auch für die netzgebundenen Infrastrukturen wie die Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Energieversorgung (Strom,

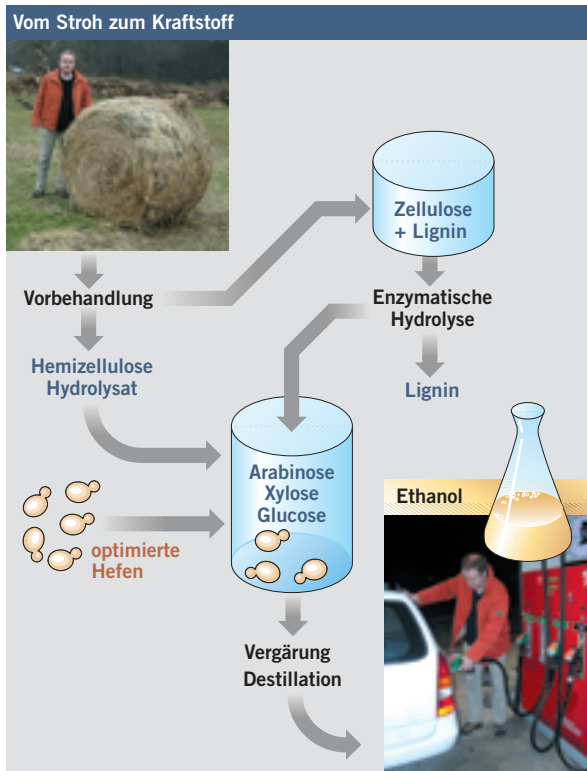
Wärme). Am Beispiel der Wasserversorgung machen wir deutlich, wie Bevölkerungsveränderungen und sozial-ökologische Probleme der Versorgung zusammenhängen und wie Versorgungssysteme an die neuen Anforderungen angepasst werden können.

### Kehrseiten des ökologisch Wünschenswerten

In den neuen Bundesländern wandern immer mehr Menschen ab, gleichzeitig geht die Zahl der Geburten zurück. Die Zahl der Abnehmer verringert sich und damit auch der Wasserverbrauch. Gleichzeitig

sinkt der Pro-Kopf-Verbrauch, was auf effektivere Haushaltsgeräte wie Spül- und Waschmaschinen, aber auch auf sparsameren Umgang wegen steigender Preise zurückzuführen ist. Zudem geht der gewerbliche Wasserverbrauch in den wirtschaftsschwachen Regionen der östlichen Bundesländer zurück. Ökologisch ist die sparsamere Nutzung begrüßenswert, doch der Rückgang zeigt auch negative Auswirkungen: Bereits heute sind die Systeme der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung nicht mehr ausreichend beansprucht. Gravierende Folgen für die zukünftige





3 Prof. Dr. Boles demonstriert, wie nach Zerlegung des Pflanzenmaterials in einzelne Zucker (Glucose, Arabinose, Xylose) die optimierten Hefen eingesetzt werden können, um daraus Bioethanol als Autokraftstoff herzustellen.

Bereich der Bioethanol-Herstellung von der Vorbehandlung der Biomasse bis zur Optimierung der Prozesstechnik ab. In diesem Projekt sollen die meisten derzeit noch bestehenden Hindernisse aus dem Weg geräumt werden, die dem Traum von der Umwandlung von Biomasse in Ethanol im Wege stehen. Mit ihren jüngsten Erfolgen sind die Frankfurter Hefewissenschaftler diesem Ziel mit großen Schritten näher gekommen.

Der Autor

**Prof. Dr. Eckhard Boles**, 42, ist seit 2002 Professor für Mikrobiologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Mit den molekularen Grundlagen der Zuckerverwertung durch Hefen beschäftigt er sich seit seiner Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt. Er erhielt dafür den Dissertations-Hochschulpreis der Vereinigung von Freunden der TU Darmstadt. Seine Habilitation an der Universität Düsseldorf im Jahre 2000 schrieb Boles über die Mechanismen und die Steuerung der Zuckeraufnahme in die Hefezellen. In seinen wissenschaftlichen Arbeiten verknüpft er – wo möglich – die Grundlagenforschung mit der industriellen Anwendung, was sich in zahlreichen Industriekontakten widerspiegelt. Die gegenwärtigen Forschungsschwerpunkte seiner Arbeitsgruppe sind das »Metabolic Engineering« von Hefezellen zur Produktion von Biochemikalien wie zum Beispiel Bioethanol. Auf der anderen Seite untersucht Prof. Dr. Boles intensiv die Nährstoffaufnahmesysteme der Hefe und ihre gegenseitigen Wechselwirkungen.

## Die Rechnung geht nicht auf: Weniger Menschen = niedriger Wasserverbrauch

Rückgang der Bevölkerung fordert Planer von Versorgungssystemen heraus

Wir werden weniger, älter, bunter« – so lautet vielfach das Fazit zum demographischen Wandel in Deutschland. Dahinter stehen unterschiedliche, miteinander verbundene Phänomene: Die Bevölkerungszahl nimmt ab, die Altersstruktur verändert sich aufgrund des Geburtenrückgangs und steigender Lebenserwartung, die Bevölkerung differenziert sich immer stärker aus, ausgelöst durch Zuwanderung und Pluralisierung von Lebensstilen und Haushaltsformen. Verändern sich Größe und Struktur einer Bevölkerung, so wirkt sich dies massiv auf ganz unterschiedliche Handlungsfelder aus: Sozialversicherungssysteme, Kinderbetreuung und Bildungseinrichtungen, Pflege- und Krankenhauswesen, öffentlichen Nahverkehr oder den Wohnungsbau.

Folgen hat der demographische Wandel auch für die netzgebundenen Infrastrukturen wie die Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Energieversorgung (Strom,

Wärme). Am Beispiel der Wasserversorgung machen wir deutlich, wie Bevölkerungsveränderungen und sozial-ökologische Probleme der Versorgung zusammenhängen und wie Versorgungssysteme an die neuen Anforderungen angepasst werden können.

### Kehrseiten des ökologisch Wünschenswerten

In den neuen Bundesländern wandern immer mehr Menschen ab, gleichzeitig geht die Zahl der Geburten zurück. Die Zahl der Abnehmer verringert sich und damit auch der Wasserverbrauch. Gleichzeitig

sinkt der Pro-Kopf-Verbrauch, was auf effektivere Haushaltsgeräte wie Spül- und Waschmaschinen, aber auch auf sparsameren Umgang wegen steigender Preise zurückzuführen ist. Zudem geht der gewerbliche Wasserverbrauch in den wirtschaftsschwachen Regionen der östlichen Bundesländer zurück. Ökologisch ist die sparsamere Nutzung begrüßenswert, doch der Rückgang zeigt auch negative Auswirkungen: Bereits heute sind die Systeme der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung nicht mehr ausreichend beansprucht. Gravierende Folgen für die zukünftige



Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit zeichnen sich ab.

In Wohngebieten mit einem Leerstand von 30 Prozent sind die Trinkwasser- und Abwassernetze gegenüber der ursprünglichen Auslegung der Netze nicht mal mehr zur Hälfte ausgelastet (Koziol 2004: 71). In Ostdeutschland spitzt sich die Situation besonders zu, doch zeichnen sich ähnliche Entwicklungen in Regionen der westlichen Bundesländer wie Saarland, Nordhessen oder Ruhrgebiet ab.

Da die Bevölkerung weiterhin ordnungsgemäß zu versorgen ist, muss auch die Wasserinfrastruktur erhalten bleiben (Lux 2004). Reduzierung, Schließung oder Abriss von Anlagen und Einrichtungen, wie beispielsweise im öffentlichen Nahverkehr, bei Schulen und Kindergärten, sind ausgeschlossen. Die Vorstellung, dass der Bevölkerungsrückgang in jedem Fall die ökologische Situation entspannt, ist jedenfalls zu kurz gedacht.

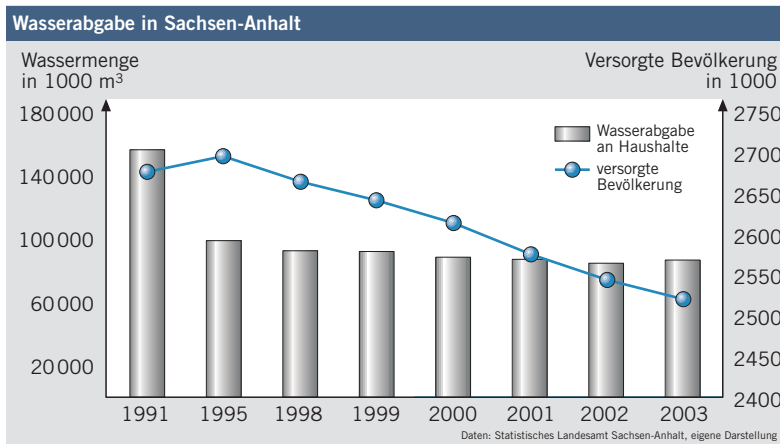
Stattdessen tun sich zahlreiche ökologische und auch hygienische Probleme auf: Verringert sich die Durchflussmenge, kann die Funktion der Wasserversorgungsnetze erheblich beeinträchtigt werden. Verweilt beispielsweise das Trinkwasser zu lange in den Leitungen, steigt die Gefahr der Wiederverkeimung. Um dies zu verhindern, muss das Wasser stärker gechlort werden, was wiederum die Qualität des Trinkwassers beeinträchtigt. Fließt zu wenig Abwasser durch überdimensionierte Leitungen, so lagern sich leichter faulige und stinkende Reststoffe ab. Will man das vermeiden, muss häufiger mit Frischwasser gespült werden, was den Einsparbemühungen zuwiderläuft. Außerdem steigt die Korrosionsgefahr von Abwasserleitungen und -schächten, damit verbundene Leckagen können dann das Grundwasser gefährden.

Ein Rückgang der Bevölkerung bedeutet nicht, dass sich damit auch

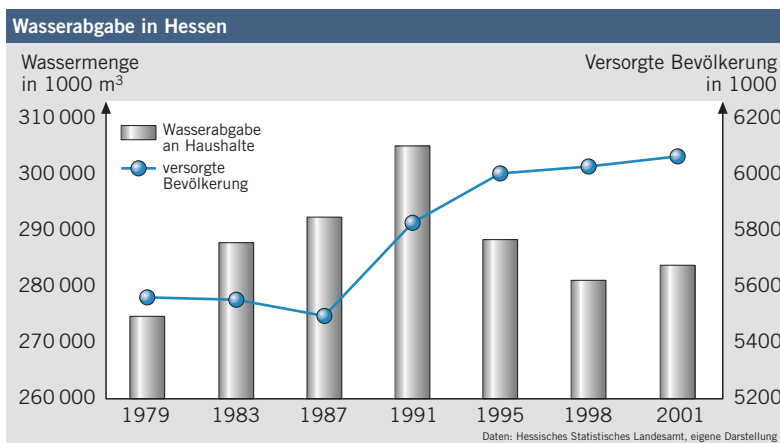
die Siedlungsflächen verringern. Zurzeit ist die Tendenz zu beobachten, dass die Kernstädte leerer werden und im Umland neu gebaut wird, so dass das Versorgungsnetz vergrößert werden muss. Damit verlängern sich auch die Transportwege des Trinkwassers. Während also in einzelnen Siedlungsgebieten Infrastrukturnetze eher rückgebaut werden könnten, müssen sie für die neuen Siedlungsgebiete in die Fläche erweitert werden.

### Wie planen und entscheiden? Starre Infrastruktur und dynamische Entwicklungen

Demographische Umbrüche, die sehr langfristige Trends aufweisen, aber auch sehr kurzfristig wirkende



Die Wasserabgabe an Haushalte und die Entwicklung der Bevölkerungsgröße in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 1991 bis 2001: Trotz gleichbleibender Bevölkerungsgröße geht der Trinkwasserverbrauch zurück.



Die Wasserabgabe und die Entwicklung der Bevölkerungsgröße in Hessen im Zeitraum 1979 bis 1998: Trotz Bevölkerungsrückgang steigt der Trinkwasserverbrauch an.

Dynamiken enthalten, sind für Versorgungssysteme von erheblicher Bedeutung. Der Rückgang der Geburten und die gestiegene Lebenserwartung wirken sich erst über Jahrzehnte aus, hingegen lösen Migrationsbewegungen kurzfristige Schwankungen aus und sind kaum prognostizierbar. Solche Schwankungen sind aber für die Bestimmung des Wasserbedarfs äußerst relevant, denkt man beispielsweise an die Ost-West-Migration in Deutschland und die damit verbundenen Verschiebungen in der Wassernachfrage und dem Bedarf an Abwasseranlagen, die niemand vorhersehen konnte. Zwar wirken sich Bevölkerungsgröße und ihre räum-

liche Verteilung (Bevölkerungsdichte) auf die Höhe des Wasserverbrauchs aus, doch es kann nicht von einem einfachen linearen Zusammenhang ausgegangen werden, weil der Wasserverbrauch auch abhängig ist von der verwendeten Technologie und dem Verbrauchsverhalten.

Um den Zusammenhang von Pro-Kopf-Verbrauch, Technologie und Verhalten zu untersuchen, fehlen bislang aber ausreichende empirische Grundlagen. Wie das Beispiel Sachsen-Anhalts jedoch zeigt, kann der Trinkwasserverbrauch bei gleichbleibender Bevölkerungsgröße zurückgehen **1**; er kann auch, wie exemplarisch für Hessen dargestellt,

trotz Bevölkerungsrückgangs ansteigen **2**. Es ist das Zusammenspiel von Bevölkerungsrückgang und veränderten Konsummustern, das zu einer regional unterschiedlichen Reduktion des Wasserverbrauchs beiträgt. Das macht Prognosen zum Wasserbedarf äußerst schwierig.

#### Entwicklungsfähigkeit braucht Flexibilität

Darüber hinaus ist das System der Wasserversorgung wegen der langen Lebensdauer der Infrastruktur von 50 bis 100 Jahren eher unflexibel und kann sich nur beschränkt auf eine sich kurzfristig ändernde Nachfrage einstellen. Die Infrastrukturanlagen sind zentral ausge-

## »demons« und Forschung im Verbund: Wechselwirkungen von Bevölkerungsentwicklungen und Versorgungssystemen für Wasser und Nahrung

Das Akronym »demons« steht für »Demographic trends, needs & supply systems«. Am Beispiel der Wasser- und Nahrungsversorgung untersuchen Natur- und Sozialwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler in der Nachwuchsgruppe interkulturell vergleichend Wechselwirkungen zwischen demographischen Entwicklungen, sich verändernden Bedürfnissen und Versorgungssystemen. Das fünfjährige Projekt entwickelt einen sozial-ökologischen Zugang zur Untersuchung von Bevölkerungsdynamiken. Übergreifende Fragestellungen werden bearbeitet: In welcher Art und Weise sind Bevölkerungsveränderungen relevant für krisenhafte Entwicklungen der Wasser- und Nahrungsversorgung? Welche Bedeutung kommt dabei der Anzahl der Menschen, der Größe, Verteilung und Struktur einer Bevölkerung zu? Was sind die Voraussetzungen einer besseren Anpassungsfähigkeit der Versorgungssysteme an demographische Veränderungen? Der Schwerpunkt des grundlagenorientierten Projekts liegt auf der Theorie- und Methodenentwicklung.

Mit Hilfe eines eigens entwickelten sozial-ökologischen Konzepts der Versorgungssysteme und eines konzeptionellen Modells, um die Wirkungszusammenhänge zu beschreiben, werden Fragestellungen der beteiligten Disziplinen aufeinander bezogen. Historische und aktuelle Fallstudien in unterschiedlichen Regionen erlauben Problemanalysen, welche die Theorie- und Methodenentwicklung empirisch konkretisieren: Wie Wasser- und Ernährungssicherheit unter Bedingungen von Bevölkerungswachstum gewährleistet werden kann, untersucht Dr. Diana Hummel in einer Fallstudie über den Nahen Osten im politikwissenschaftlichen Teilprojekt. Die Bedeutung von Urbanisierungsprozessen für die Nahrungsversorgung wird im soziologischen Teilprojekt von Cedric Jano-

wicz am Beispiel Ghanas bearbeitet. Das geografische Teilprojekt (Dr. Steffen Niemann) befasst sich mit dem Zusammenhang von Migration und Integriertem Wasserressourcenmanagement am Beispiel Namibias. Alexandra Lux beleuchtet im ökonomischen Teilprojekt, welche Bedeutung demographische Schrumpfungprozesse für die Trinkwasserversorgung in Deutschland haben. Im evolutionsbiologischen Teilprojekt untersucht Dr. Christine Hertler den Einfluss der Lebens- und Ernährungsweisen pleistozäner Hominiden auf Habitate und Umwelt.

Die interdisziplinäre Nachwuchsgruppe »Die Versorgung der Bevölkerung« ist ein Kooperationsprojekt zwischen der Universität Frankfurt und dem Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE), das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderschwerpunkt »Sozial-ökologische Forschung« unterstützt wird. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Nachwuchsgruppe arbeiten an ihrer eigenen Dissertation oder Habilitation, zugleich qualifizieren sie sich für die transdisziplinäre Forschung. Die Universität ist an dem Projekt mit den Fachbereichen Biowissenschaften (Prof. Dr. Friedemann Schrenk), Geowissenschaften/Geographie (Prof. Dr. Jürgen Runge) sowie Gesellschaftswissenschaften (Prof. Dr. Lothar Brock) beteiligt. Im Rahmen des Projekts wurden an der Universität zwei Post-Doc Stellen geschaffen, vertreten von Dr. Christine Hertler (Fachbereich Biowissenschaften) und Dr. Steffen Niemann (Fachbereich Geowissenschaften/Geographie).

Das Institut für sozial-ökologische Forschung, das 1988 als unabhängige gemeinnützige Forschungseinrichtung in Frankfurt gegründet wurde, versteht sich als theoriegeleitetes und zugleich umsetzungsorientiertes Forschungsinstitut. Sein Ziel ist es, Wissen im Spannungsfeld zwischen Natur und Gesellschaft zu erzeugen. Für das Projekt »demographic trends, needs & supply systems« (demons) arbeiten im ISOE die Projektleiterin Dr. Diana Hummel (Politikwissenschaften), Alexandra Lux (Ökonomik) und Cedric Janowicz (Soziologie).



legt und basieren auf der Idee des »einheitlichen Wassers«: Für alle Nutzungszwecke – vom Trinken über die Hygiene bis zur Autowäsche – wird Wasser einer einheitlichen Qualität geliefert. Bisher sind Infrastruktur und Planungsinstrumente einseitig angebotsorientiert auf einen wachsenden Bedarf an Wasser ausgelegt und können nur schwer auf sich kurz- und mittelfristig verringern Nachfragemengen reagieren. Diese wachstumsorientierten Planungsansätze sind angesichts des demographischen Wandels kritisch zu überprüfen: Es stellt sich die Frage, inwieweit die derzeitigen Planungsansätze in Ländern wie Deutschland durch ein »Paradigma der Schrumpfung« ergänzt oder sogar ersetzt werden müssen.

Somit verbleibt die große planerische und politische Herausforderung, die Versorgungssysteme adäquat umzugestalten. Mit Blick auf die Nachhaltigkeit rückt die Frage nach der Regulationsfähigkeit von Versorgungssystemen in den Mittelpunkt (Hummel et al. 2004). Sinnvoll erscheint eine Nutzungsdifferenzierung, so dass für die verschiedenen Verwendungszwecke jeweils Wasser angemessener Qualität bereitgestellt wird. Das heißt, für Trinkwasser wird höchste Qualität vorbehalten, für die Gartenbewässerung oder in Haushalten beispielsweise kann verstärkt Regenwasser durch Zisternen genutzt werden. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, Wasser sinnvoll wieder zu verwenden. Solche Kreislaufführungen werden teilweise in der Bewässerungslandwirtschaft und bereits in vielen Industrien angewendet. Die nachhaltige Gestaltung von Versorgungssystemen setzt deren Anpassungsfähigkeit voraus, um bei Veränderungen in den ökonomischen, politischen, sozialen und demographischen Rahmenbedingungen funktionsfähig zu bleiben. Dies bedeutet, die Reaktionsfähigkeit zu erhöhen, um unvorhersehbare kurz- und mittelfristige Schwankungen aufzufangen, die beispielsweise durch Migration ausgelöst werden können. Insgesamt geht es darum, Versorgungssysteme zukunftsorientiert und entwicklungsfähig zu gestalten. Die hohe Pfadabhängigkeit und Inflexibilität der gegenwärtigen Systeme steht dem oft entgegen.

### Auf der Suche nach intelligenten, regional angepassten Systemen

Gegenüber einer zentralen Systemauslegung bieten Einrichtungen der semizentralen Ver- und Entsorgungssysteme und damit verbundener modularer Bauweisen gute Möglichkeiten, auf eine veränderte Nachfrage flexibel zu reagieren. Dabei geht es um intelligente, regional angepasste Leistungen, die beispielsweise Abwasser (und Bioabfälle) so nutzen, dass Nährstoffe und Energie

gewonnen werden können. Die Kommunen als zentrale Akteure in der Siedlungswasserwirtschaft sollten die Chancen eines Umbaus der Ver- und Entsorgungssysteme stärker nutzen, denn in Abhängigkeit von den jeweiligen Abschreibungszeiträumen ergeben sich Möglichkeiten für diesen Systemwechsel, der technische Neuerungen mit Effizienz und besseren Anpassungsmöglichkeiten verbindet. Der demographische Wandel kann dann als eine Chance für integrierte Problemlösungen genutzt werden. ♦

#### Die Autorinnen

**Dr. Diana Hummel**, 42, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für sozial-ökologische Forschung (ISOE) mit den Arbeitsschwerpunkten Demographie und internationale Entwicklungen sowie Gender und Environment. Nach dem Studium der Erziehungswissenschaften, Gesellschaftswissenschaften und Psychologie promovierte sie 1999 zum Thema »Der Bevölkerungsdiskurs. Demographisches Wissen und politische Macht«. Sie ist Lehrbeauftragte am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Frankfurt.

**Alexandra Lux**, 31, ist Diplom-Ökonomin und seit 2000 am Institut für sozial-ökologische Forschung tätig. Arbeitsschwerpunkte sind Wasserökonomie und Versorgungssysteme. Sie promoviert über die Bedeutung demographischer Schrumpfungsprozesse für institutionelle Arrangements in der Wasserversorgung und das Ressourcenmanagement.

#### Literatur

Hummel, D. et al. (2004): Versorgungssysteme als Gegenstand sozial-ökologischer Forschung: Wasser und Ernährung. Frankfurt a. M.: ISOE (demonstrations working paper Nr. 2)

Koziol, M. (2005): Folgen des demographischen Wandels für die kommunale Infrastruktur. In: Deutsche Zeitschrift für Kommunalwissenschaften, 2004/I, 43. Jg., S. 69–83  
Lux, A. (2004): Sechs Thesen zur Bedeutung richtiger Weichenstellungen in Planungsprozessen. In: Landeszentrale für Umweltbildung Rheinland-Pfalz (Hrsg.): Geisterdörfer im Hunsrück. Dokumentation der Regionaltagung zur nachhaltigen Entwicklung am 26. und 27. März, Mainz

#### Anzeige

## Is it magic? Zauberkunst & Moderation



### Bei Kongressen, Tagungen, Jubiläen, privaten Festlichkeiten...

Harry Keaton studierte in Frankfurt und Trenton / New Jersey. Seit seiner Promotion 1995 ist er als professioneller Magier und Moderator tätig. Zu seinen Kunden zählen zahlreiche namhafte Unternehmen. Prinz Charles, Bundeskanzler Helmut Kohl und viele andere prominente Zeitgenossen waren von seiner Zauberkunst fasziniert.

**Fordern Sie die aktuelle Info-Mappe an unter:**  
[www.harrykeaton.de](http://www.harrykeaton.de)  
[info@harrykeaton.de](mailto:info@harrykeaton.de)  
 Tel. 06181-850210

## »Ein Zeichen intelligenter Forschung: Auswahl passender Förderinstrumente«

Die Frankfurter Historikerin Prof. Dr. Luise Schorn-Schütte, Vizepräsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft, sieht keine Krise der Geisteswissenschaften – Im Gespräch mit Ulrike Jaspers



? Balsam auf die Wunden der Geisteswissenschaften dürfte das jüngste Urteil des Wissenschaftsrats sein, der in seinen »Empfehlungen zur Entwicklung und Förderung der Geisteswissenschaften in Deutschland« vom Januar 2006 als einzig legitimes Kriterium zur Beurteilung die wissenschaftliche Qualität anführt – und die sei »sehr gut« und »international anerkannt«. An ihrer gesellschaftlichen Relevanz müssten sich die Geisteswissenschaften nicht messen lassen. Können Sie dem zustimmen?

**Schorn-Schütte:** Ich stimme dem Votum des Wissenschaftsrats uneingeschränkt zu: Die Geistes- und Sozialwissenschaften in Deutschland sind sehr gut und international hoch angesehen. Das Jammern ist unangebracht und überflüssig. Allerdings meine ich: Die Geistes- und Sozialwissenschaften müssen sich nach ihrem Zweck befragen lassen und können voller Selbstbewusstsein sinnvolle Antworten geben. Die Funktionalisierung ist abzulehnen, die Erläuterung von geisteswissenschaftlichen Aufgaben aber ist sehr wohl geboten, ja erbeten.

? Die Exzellenzinitiative von Bund und Ländern wird 380 Millionen

Euro pro Jahr in das Forschungssystem pumpen, überwiegend profitieren die Universitäten davon. Insgesamt stehen 1,9 Milliarden Euro von 2006 bis 2011 zur Verfügung. Der Anteil von Anträgen aus den Geistes- und Sozialwissenschaften war mit 20 Prozent erfreulich hoch, was den Willen zur interdisziplinären Zusammenarbeit dokumentiert. Bisher fiel es diesen Disziplinen wegen der großen Vielfalt ihrer Forschungsprojekte schwerer, ihre Kräfte zu bündeln. Sehen Sie neue Ansatzpunkte?

**Schorn-Schütte:** Ja, die gibt es durchaus; die Aufforderung, einen Antrag zustande zu bekommen, um dann viel Geld einzuwerben, war ein großer Anreiz, die Inhalte zusammenzuführen. Diese Kausalität ist nicht verwerflich, der Zwang war heilsam! Aber natürlich hat es nicht an allen Orten solche Voraussetzungen gegeben, die die qualitativ hochstehende Einzelforschung auch immer gleich zu exzellenten Großclustern zu verbinden wissen. Zudem war der Zeitdruck sehr hoch, das ist manchmal auch hinderlich.

? Offensichtlich hat sich das Engagement der Geistes- und Sozialwissenschaftler in der ersten Runde der Antragsstellung um Exzellenzcluster und Graduiertenschulen nicht so positiv weiterentwickelt: Unter den Antragstellern, die aufgefordert wurden, einen Vollantrag zu stellen, sind nur noch knapp 16 Prozent aus diesen Wissenschaftsdisziplinen zu finden, darüber hinaus sind Vertreter dieser Fächer noch an Anträgen beispielsweise der Naturwissenschaftler beteiligt. Wie beurteilen Sie dieses Abschneiden?

**Schorn-Schütte:** Das Abschneiden der Geistes- und Sozialwissenschaften kann natürlich nur im numeri-



schon Vergleich mit den anderen Wissensfeldern bewertet werden, denn inhaltlich kann man derartig unterschiedliches Forschen nicht vergleichen! Wenn wir also nur die Zahlen betrachten, dann haben die Ingenieurwissenschaften ebenso wenig reüssiert wie die Sozial- und Geisteswissenschaften. Die Gewinner sind die harten Natur- und die Lebenswissenschaften. Das ist ein für die Gesamtinitiative sinnvolles Ziel. Niemand sollte jetzt behaupten, hier würden die Geistes- und Sozialwissenschaften benachteiligt oder Ähnliches! Betrachtet man die Initiativen der Sozial- und Geisteswissenschaften, die jetzt erfolgreich waren (also einen Antrag stellen sollen), so fällt auf, dass es stets solche waren, die schon seit Jahren in größeren, gut bewerteten, institutionell verankerten Verbindungen zusammenarbeiten. Dies ist aber nicht das übliche Arbeiten für die Geistes- und auch nicht die Sozialwissenschaften. Wir arbeiten – sinnvollerweise – eher in kleinen Verbänden, zum Beispiel in Forschergruppen, Graduiertenschulen, kleinen Sonderforschungsbereichen. Deshalb sagt das jetzige Abschneiden nichts über die Qualität all der Initiativen aus, die nicht in Großverbänden arbeiten.

? »Universalisierung und Partikularität: Kulturelle Antinomien der Globalisierung« – unter dieser Headline haben sich Frankfurter Juristen, Wirtschafts- und Gesellschaftswissenschaftler so-



wie Erziehungswissenschaftler, Theologen, Historiker und Philologen zusammengeschlossen und ihren Antrag für die Förderung als Exzellenzcluster gestellt, der im ersten Ansatz nicht erfolgreich war. Sie haben in dieser Arbeitsgruppe zeitweise mitgewirkt. Welchen Eindruck haben Sie, entwickelt sich ein neues Verständnis füreinander? Wo sehen Sie Chancen und Probleme dieser fächerübergreifenden Kooperation zu Dimensionen der Globalisierung?

**Schorn-Schütte:** Die Frankfurter Initiative war ein recht engagiertes Unternehmen von vielen Professoren aus sehr unterschiedlich arbeitenden und methodisch ausgerichteten Teildisziplinen; deshalb lag die Erfolgchance von Anfang an sicherlich nicht über 50 Prozent. Aber die Tatsache, dass wir uns in dem wissenschaftlich so vielfältigen, manchmal auch gegensätzlichen Frankfurter »Universitätsmilieu« zusammengefunden haben, war ein ermutigendes, motivierendes Zeichen. Wir werden genau überlegen, wie wir weiter arbeiten werden. Die Teilnahme an der Exzellenzinitiative ist nicht zwingend, exzellente Forschung kann ebenso gut mit Hilfe anderer Förderinstrumente gelingen.

? Die Universität Frankfurt hat vier Antragsskizzen für Exzellenzcluster und drei für Graduiertenschulen eingereicht. Die beiden geisteswissenschaftlichen Initiativen für Graduiertenschule und Exzellenzcluster fanden bisher keinen positiven Zuspruch. Wie bewerten Sie diese Nachricht – Grund zur Resignation oder Aufforderung, an den Kooperationen weiterzuarbeiten?



**Schorn-Schütte:** Ich sagte eben schon: Die gemeinsame Initiative war ermutigend, war Ansporn für die Frankfurter Sozial- und Geisteswissenschaften, Resignation wäre jetzt eine völlig unpassende Antwort! Aber wir müssen die Instrumente prüfen, die für unsere Art des wissenschaftlichen Arbeitens und unter Berücksichtigung der schon vorhandenen, exzellent bewerteten Institutionen – Sonderforschungsbereiche, Internationale Graduiertenkollegs, Forschergruppen und anderes mehr – die richtigen sind. Dazu zählen im »Angebot« der DFG – und das unterstreiche ich nachdrücklich – als Exzellenzausweis zum Beispiel die neuen geisteswissenschaftlichen Forschergruppen.

? »Kleine Fächer« sind in ihrer Existenz immer wieder bedroht – jetzt hat der hessische Wissenschaftsminister Udo Corts ein Konzept zur Bündelung der Ressourcen in drei geisteswissenschaftlichen Zentren vorgeschlagen. In Frankfurt soll das Zentrum für Ostasienwissenschaften ausgebaut werden. Wie schätzen Sie diese Entwicklung ein?

**Schorn-Schütte:** Die Konzentration der so genannten »kleinen Fächer« ist sinnvoll; in Zeiten knapper Kassen muss wissenschaftliche Exzellenz gebündelt werden. Die »kleinen Fächer« haben das auch sehr wohl akzeptiert und mit sehr viel Phantasie und Scharfsinn schon in den letzten Jahren exzellente Forschungsverbände eingeworben, auch hier in Frankfurt. Die geisteswissenschaftlichen Forschergruppen, die ich eben schon erwähnt habe, sind ein in diese Situation bestens eingepasstes Instrument,



das sicherlich bald intensiv genützt werden wird; es besteht in der differenzierten Form ja erst seit sechs Monaten.

? Entgegen Ihrer Einschätzung konstatieren die fünf Verfasser des im November erschienenen »Manifest Geisteswissenschaften« – unter ihnen der Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Dieter Simon – eine »Krise der Geisteswissenschaften«, die mindestens seit Mitte der 1980er Jahre anhält. Mit Blick auf das Selbstbewusstsein der Geisteswissenschaften sollte vor allem der »Zwei-Kulturen-Mythos« – Geisteswissenschaften versus Naturwissenschaften – überwunden werden. Folgen Sie dieser Diagnose Ihrer Kollegen, und welche Wege schlagen Sie vor, um diese Kluft zwischen den Wissenschaften zu überwinden?

**Schorn-Schütte:** Ich halte das Manifest für eine sehr unglückliche Positionierung. Ich betone noch einmal: Wir haben keine Krise der Geisteswissenschaften; unsere Absolventen sind zumeist sehr gut ausgebildet, wir haben so viel Forschungsförderung in den letzten zweieinhalb Jahrzehnten erhalten wie nie zuvor. Dadurch haben wir uns selbst ein Problem geschaffen: Wir haben zu viele Postdoktoranden und habilitierte Geisteswissenschaftler hervorgebracht – zuviel gemessen an dem, was sich eine Gesellschaft, die in Finanznöten steckt, leisten kann. Unsere Aufgabe ist es also, dieses Problem zu lösen und das tut unter anderem die DFG seit mindestens sechs Jahren tatkräftig, die Erfolge können sich natürlich nicht schon am nächsten Tag einstellen.

? Aber sechs Jahre sind nun schon eine Zeitspanne, in der sich Erfolge zeigen müssen. Wo sind die Berufschancen für diese Hochqualifizierten im Wartestand?

**Schorn-Schütte:** Es gibt inzwischen Auffangmöglichkeiten als Übergangslösung für die unmittelbar Betroffenen unter anderem auch in Gestalt von Förderung durch private Stiftungen. Es geht ja nicht an, dass eine Generation aus dem Überfluss der Forschungsförderung nun für die mageren Zeiten bestraft wird. Aber das sind Zwischenlösungen. Die Aufgabe der Zukunft heißt: Konzentration gerade der Nachwuchsförderung.

? Sie waren vor eineinhalb Jahren als DFG-Vizepräsidentin mit der Ankündigung angetreten, dass sich die Förderpolitik der DFG für die Geisteswissenschaften ändern solle. Worum ging es Ihnen dabei?

**Schorn-Schütte:** Das bezog sich auf genau das, was ich schon erläutert habe: Die Geistes- und Sozialwissenschaften arbeiten als exzellente Forscher in kleinen Verbänden zusammen; das heißt, dass sich einzelne Kollegen an einer Universität zur Bearbeitung eines Problems zusammenschließen, sich aber auch passende Fachleute für ihre Spezialfrage an anderen Universitäten suchen können. Diese Form des Forschens gilt es zu stützen, nicht die Mam-

mutinitiativen, das war vor rund 18 Monaten mein erklärtes Ziel. Mit dem Beschluss zu den geisteswissenschaftlichen Forschergruppen,

die schon da sind – Ähnliches empfiehlt nun auch der Wissenschaftsrat – ist ein großer Schritt in diese Richtung getan. Ich habe im Senat der DFG schon etliche Jahre vor meinem Amtsantritt als Vizepräsidentin darauf hingearbeitet – mit dem oben skizzierten Ergebnis.

? Heißt dies, Sonderforschungsgebiete in den Geisteswissenschaften sind ein Auslaufmodell?

**Schorn-Schütte:** Nein, sicherlich nicht, es gibt immer Forschungsfragen, zu denen dieser Verbund die beste Arbeitsform ist. Aber es muss deutlich sein – vor allem auch für die Universitätsleitungen – dass Exzellenz sich nicht danach bemisst, wie viele Mitarbeiter, Computer und Ähnliches durch die Drittmittelgeber finanziert werden, sondern dass die Auswahl des passenden Förderungsinstruments auch bereits ein Zeichen intelligenter Forschung ist. Diese Disziplinen können erwarten, dass ihre spezifische Arbeitsweise entsprechend gewürdigt wird. Die DFG hat dem mit ihren neuen Förderinstrumenten, unter anderem auch mit der Möglichkeit, Forschungszeit einzuwerben, nachdrücklich Rechnung getragen.

? Anwendungsorientiert, ergebnisorientiert – wie nützlich sind die Geisteswissenschaften für die Gesellschaft? Die Geisteswissenschaften sollten sich nicht länger in eine Position drängen lassen, in der sie zwar vom Modernisierungsdruck entlastet sind, jedoch Gefahr laufen, aus den Wissenschaften in den Bereich der Kultur verdrängt zu werden, mahnen die Verfasser des »Manifest Geisteswissenschaften«.

**Schorn-Schütte:** Die Verfasser des Manifests haben insofern Recht, als sie darauf hinweisen, dass der Wert von Forschung für die Gesellschaft unterschiedlich zu bewerten ist. Ein Ingenieur leistet anderes als ein Historiker oder Philosoph, beide aber sind in einer hochdifferenzierten Gesellschaft wie der unsrigen unverzichtbar. Es muss aufhören, dass es immer nur einen Maßstab gibt, an dem alle und alles gemessen werden. Die Geistes- und Sozialwissenschaften müssen aber umgekehrt selbstverständlich sagen können, wozu sie notwendig sind, was

ihre besondere Leistung ist. Dies als »Funktionalisierung« zu diskreditieren, ist arrogant, das ist in den vergangenen 25 Jahren viel zu oft in unzulässiger Weise geschehen.

? Die Autoren des »Manifest Geisteswissenschaften« plädieren dafür, die »disziplinäre Parzellierung« aufzugeben, sich inhaltlich wie institutionell stärker an transdisziplinären Wissensformen auszurichten. Ist der Eindruck richtig, dass die Geisteswissenschaftler seit einiger Zeit nicht mehr so sehr auf Expertenwissen in kleinen hochspezialisierten Projekten setzen, sondern eher die Querdenker in ihren Reihen schätzen?

**Schorn-Schütte:** Man kann »transdisziplinär« nur arbeiten, wenn man in seinem Spezialgebiet hochqualifiziert geforscht hat, insofern ist das für mich kein Gegensatz, beides gehört zusammen. Die exzellente geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung tut das auch schon immer so, durch die neuen Förderinstrumente werden diese Verzahnungen gestützt und institutionell verankert; die VW-Stiftung bietet dazu übrigens auch höchst erfolgreiche Instrumente an, unter anderem in Gestalt der »Schlüsselthemen der Geisteswissenschaften«.

? Der Euro schmiedet zwar Europa zu einer Währungsunion, doch die kulturellen Herausforderungen für ein gemeinsames Europa müssen sicher auf anderen Wegen geschaffen werden. Was können die Geisteswissenschaften nach Ihrer Auffassung dazu beitragen?

**Schorn-Schütte:** Hier sehe ich eine gute Möglichkeit, die Aufgabe der Geistes- und Sozialwissenschaften zu verdeutlichen. So ist im letzten Jahr die Verfassung der EU nicht akzeptiert worden. Die Geisteswissenschaften könnten und sollten hier eine Vermittlerfunktion in einer neuerlichen Akzeptanzdebatte wahrnehmen. Es geht unter anderem darum, die gemeinsamen kulturellen Werte Europas zu artikulieren, als Verfassungsgrundlage sichtbar zu machen. Das können Historiker im Verbund mit Philosophen, Juristen, Romanisten und Theologen sehr gut. Die Präambel



mutinitiativen, das war vor rund 18 Monaten mein erklärtes Ziel. Mit dem Beschluss zu den geisteswissenschaftlichen Forschergruppen,

der Verfassung ist ein Musterbuch gemeinsamer europäischer Geschichte, so insbesondere in Gestalt miteinander artikulierter und verwirklichter Grund- und Menschenrechte – das hat zudem einen neuerlichen aktuellen Bezug in der Konfrontation um Toleranz zwischen Religionen. In akademischer Lehre und übergreifender Forschung liegen hier große Arbeitsbereiche.

? Die Leistungen der Wissenschaftler werden auch nach der Anzahl ihrer Veröffentlichungen bemessen. Das hat in den Geisteswissenschaften dazu geführt, dass Wissenschaftler häufiger kurze Beiträge in Fachzeitschriften veröffentlichen. Ist das nicht ein gefährlicher Trend? Bleibt das »opus magnum« dabei auf der Strecke?

**Schorn-Schütte:** Die Gefahr besteht, aber es wird schon erfolgreich gegengesteuert; ich sprach oben von der Forschungszeit, die mit Hilfe der Instrumente der DFG bereitgestellt werden kann, oder auch im Rahmen der Förderinitiative von VW-, Thyssen- und Zeitstiftung »Pro Geisteswissenschaften«. Das »opus magnum« kann dann in aller Ruhe von einem Einzelnen verfasst werden, eine für die Geistes- und Sozialwissenschaften unverzichtbare Möglichkeit exzellenter Forschung.

? Sie engagieren sich seit vielen Jahren in den Gremien der DFG, und das kostet viel Zeit. Bleibt Ihnen da eigentlich noch Luft für Ihre eigene Forschung?

**Schorn-Schütte:** Das ist ein ständiger Spagat, und ich hoffe weiterhin, dass meine eigenen wissenschaftlichen Projekte nicht zu kurz kommen. Denn wenn das geschähe, würde mich niemand unter den Wissenschaftlern noch ernst nehmen – eine apokalyptische Vorstellung. Ich habe aber in den vergangenen Jahren weiterhin publiziert und geforscht – wenn auch unter permanentem Zeitdruck. Ein mir wichtiges Buch zur »historischen Politikforschung« ist abgeschlossen, unter erheblichem Kraftaufwand, aber immerhin.

? Wie schaut Ihr typischer Arbeitstag aus?

**Schorn-Schütte:** Ich stehe jeden Morgen um halb fünf auf, frühstücke mit meiner jüngsten Tochter, sitze von 7 Uhr bis 13 Uhr an meinem Schreibtisch: die wichtigsten Stunden am Tag! An zwei Tagen bin ich von 7.30 Uhr bis 18 Uhr in der Universität, zwei- bis dreimal im Monat bin ich in Bonn/Berlin zu Sitzungen der DFG oder anderem, was an den Nachmittagen mit Bergen von Akten vorbereitet werden muss; an den Nachmittagen schreibe ich meine Vorlesungen, Gutachten, mache Korrekturen, schreibe Entwürfe für Forschungsprojekte und so weiter, für so genannte »Freizeit« ist kein Platz – aber ich bin glücklich, wenn ich die Vielfalt der Aufgaben organisieren kann – mit Hilfe der Mitarbeiter am Lehrstuhl klappt das bislang immer gut.

? Im Präsidium der DFG sind Sie die einzige Frau. Haben Sie einen schweren Stand?

**Schorn-Schütte:** Nein, im Präsidium herrscht ein sehr angenehmes Arbeitsklima! Allerdings muss ich bei manchen Fragen durchaus kämpfen, ich habe meistens auch sehr klare Vorstellungen, dann gibt es einen fairen Interessenausgleich, das hat mir bislang immer Spaß gemacht!

? Frauen in Führungspositionen auch in der Wissenschaft sind leider immer noch eine Seltenheit. Wie haben Sie das geschafft?

**Schorn-Schütte:** Ich habe immer viel gearbeitet, war immer völlig fasziniert von meiner Wissenschaft und von der Aufgabe, sie weiterzugeben. In dieser Freude am Forschen bin ich von meinen akademischen Lehrern bestärkt worden, und dann hat es in allen schwierigen Situationen stets sehr engagierte Mitstreiter gegeben: meine Familie und meine Kollegen; dafür bin ich dankbar und versuche es nun in der Förderung auch des weiblichen Nachwuchses weiterzugeben. Die schwierigste Phase war sicherlich diejenige, in der ich die Erziehung meiner kleinen Kinder mit meiner akademischen Qualifikation zu verbinden hatte (Doktorarbeit, Habilitation, Neuordnung des Fachs Geschichte in den neuen Bundesländern). Das sind erfahrungsgemäß

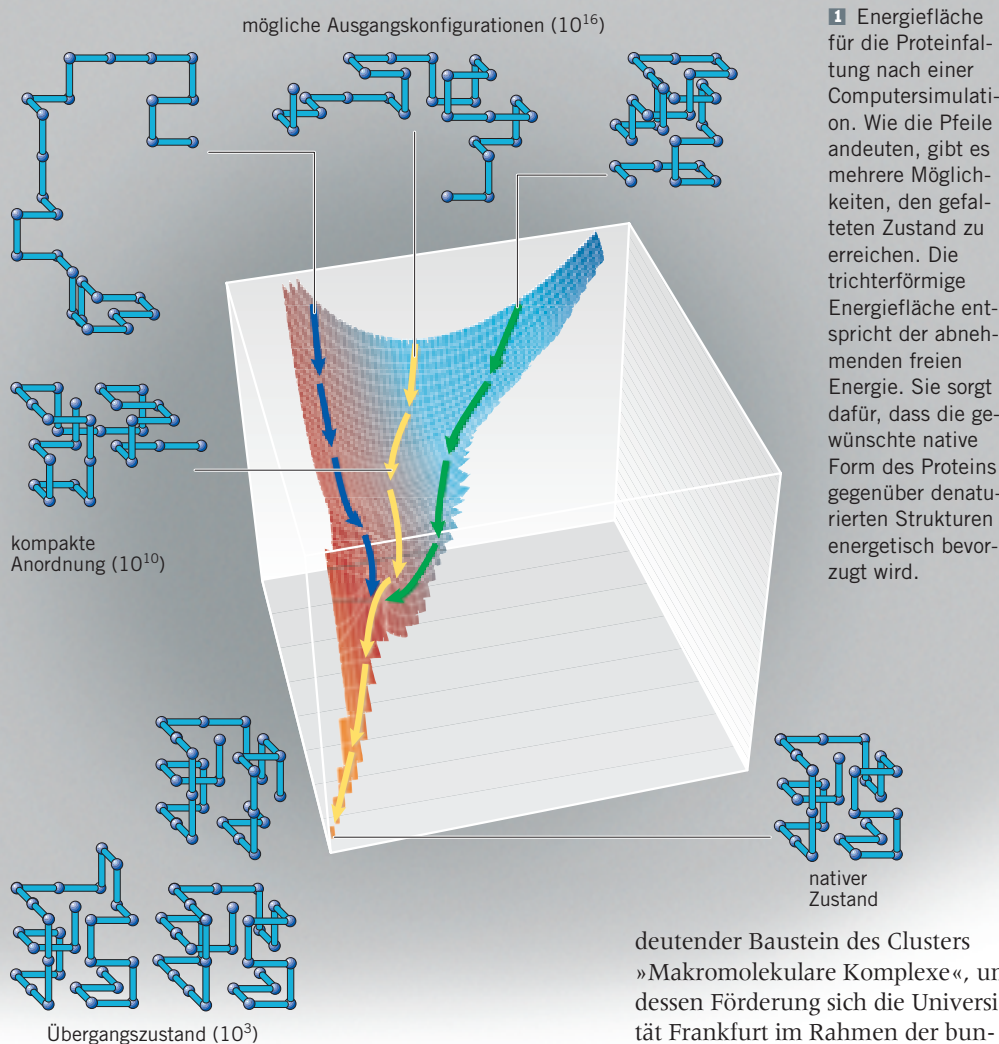
die größten Klippen für die Wissenschaftlerinnen. Meine Töchter werden wohl am besten wissen, ob ich es immer vereinbaren konnte, ich hoffe es. ◆



Seit September 2004 amtiert die Frankfurter Historikerin Prof. Dr. Luise Schorn-Schütte als Vizepräsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Eines ihrer erklärten Ziele, das sie innerhalb der dreijährigen Amtszeit erreichen möchte, ist die Entwicklung eines neuen Förderkonzepts für die Geisteswissenschaften. Zuvor war Schorn-Schütte bereits in anderen wichtigen Funktionen innerhalb der DFG tätig – als Senatorin und Mitglied des DFG-Hauptausschusses. Die 57-jährige Historikerin wurde 1981 an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster promoviert und habilitierte sich 1992 an der Justus-Liebig-Universität in Gießen; in dieser Zeit wurden auch ihre beiden inzwischen 22-jährigen und 16-jährigen Töchter geboren. 1993 übernahm sie nach Rufen an die Universitäten Basel und Potsdam den Lehrstuhl für Neuere Allgemeine Geschichte an der neu gegründeten brandenburgischen Landesuniversität Potsdam, um den Umbau ihres Fachs in den neuen Bundesländern zu unterstützen. Seit 1998 hat sie die gleichnamige Professur an der Johann Wolfgang Goethe-Universität inne. Forschungsschwerpunkte sind die politische Ideen- und Konfessionsgeschichte der Frühen Neuzeit (16. bis 18. Jahrhundert), insbesondere die Reformationsgeschichte Europas und die Wissenschaftsgeschichte des 19. und 20. Jahrhunderts. Schorn-Schütte ist Sprecherin des ersten internationalen geisteswissenschaftlichen Graduiertenkollegs in Hessen (gefördert durch die DFG). Das Kolleg, das aus einer gemeinsamen Initiative von 15 Professoren der Universitäten Frankfurt, Trient (Italien), Innsbruck (Österreich) und Bologna (Italien) entstanden ist, beschäftigt sich mit der »Politischen Kommunikation von der Antike bis in das 20. Jahrhundert«.

# Auf die Faltung kommt es an

Sekundenbruchteile entscheiden über gesunde Proteinfunktion



Theorie und Therapie sind manchmal nur wenige Schritte voneinander entfernt. So ist es von den Regeln der Proteinfaltung bis zu einer kausalen Therapie von Alzheimer wahrscheinlich nicht weit. Das Problem ist nur, dass bis heute niemand diese Regeln genau kennt, wenngleich seit 50 Jahren nach ihnen gesucht wird. Immerhin zeichnen sich allmählich die Konturen einer Theorie der Proteinfaltung ab – wozu die Arbeitsgruppe von Harald Schwalbe, Professor für Strukturelle Chemie und Biologie und Dekan des Fachbereichs Biochemie, Chemie und Pharmazie wichtige Beiträge liefert. Die NMR-Spektroskopie, sein wichtigstes Werkzeug zur Strukturanalyse von Proteinen, ist als Querschnittstechnologie überdies ein be-

deutender Baustein des Clusters »Makromolekulare Komplexe«, um dessen Förderung sich die Universität Frankfurt im Rahmen der bundesweiten Exzellenzinitiative mit guten Erfolgsaussichten bewirbt.

Proteine sind die wichtigsten Moleküle des Lebens. Sie stützen das Skelett und steuern die Sinne, sie bewegen Muskeln und empfangen Signale, sie verdauen Nahrung, heilen Wunden und verarbeiten Gefühle. Sie sind rund wie ein Wollknäuel oder lang wie ein Zopf, fest wie ein Stahlseil oder elastisch wie ein Gummiband. Vor allem als Enzyme sind sie die unentbehrlichen Spielmacher des Lebens, denn diese Biokatalysatoren ermöglichen Reaktionen, die sonst, wenn überhaupt, millionenfach langsamer ablaufen. Ihre unvorstellbare Vielfalt gewinnen die Proteine aus einem Bausatz von nur 20 Grundelementen, den Aminosäuren.

Die Reihenfolge der Aminosäuren eines Proteins ist genetisch fest-

gelegt oder zumindest skizziert, denn ein Gen kann als Bauplan vieler Proteine dienen. Synthetisiert werden die Proteine, dem Knüpfen einer Kette vergleichbar, in einem minutenlangen Prozess an den Ribosomen des Zellplasmas. Sekundenlang, oft gar in Bruchteilen davon, faltet sich die eben synthetisierte Kette dann zu einem räumlichen Gebilde, das sie erst funktionsfähig macht.

## Milliarden mal Milliarde Möglichkeiten

Diese Faltung ist keine chemische Reaktion, sondern gleicht dem Weben eines verschlungenen Musters in unzähligen Kraftfeldern zwischen den einzelnen Atomen des Moleküls und ihrer Umgebung. Selbst ein relativ kleines Protein mit 100 Aminosäuren hätte aber 2 hoch 100 Möglichkeiten, sich im Raum zu falten, wenn die drehbaren Teile seines Rückgrats in jeweils nur zwei verschiedenen Konformationen vorlägen. Das entspricht ungefähr einer 1 mit 30 Nullen. Auch wenn ein Protein in einer Sekunde 100 Milliarden verschiedene Konformationen ausprobieren kann, brauchte es demnach 100 Milliarden Jahre, um alle Möglichkeiten der Faltung zu überprüfen. Tatsächlich braucht es keine Sekunde, um seine biologisch aktive Form zu finden. Um diesem Paradox zu entkommen, postulierte Cyrus Levinthal 1969 die Existenz von definierten Wegen, auf denen die Proteinfaltung zügig ablaufen könne, gleichsam geführt wie auf Schienen.

»In den frühen 1970er Jahren, als ich mein Studium abschloss, war die Proteinfaltung eine der großen intellektuellen Herausforderungen«, erinnert sich Chris Dobson, Chemieprofessor im englischen Cambridge, der heute einer der weltbesten Forscher auf diesem Gebiet ist und im vergangenen Dezember eine der von Sanofi-Aventis gestifteten »perspective lectures« in Frankfurt gab. Damals seien mit röntgenkristallografischen Verfahren erst eine Hand voll Proteine in ihrer Raumstruktur entschlüsselt

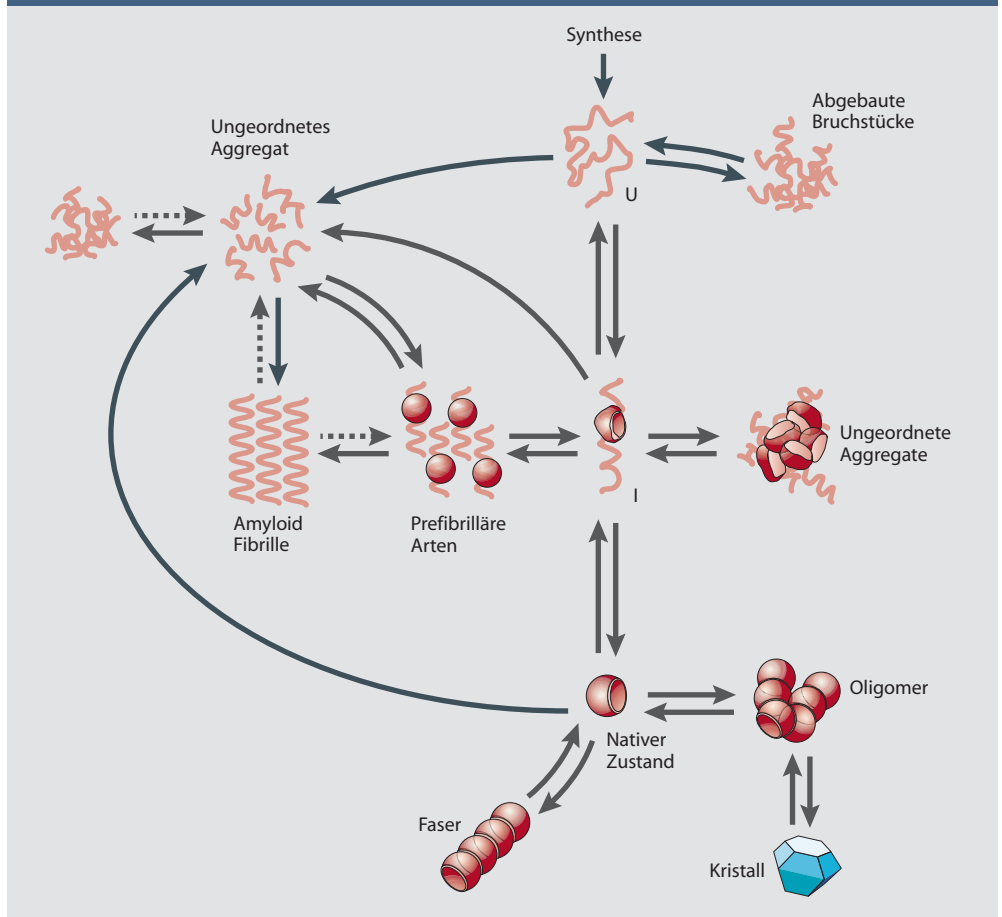
gewesen, und die Vorstellung, sie künftig theoretisch aus ihrer Aminosäuresequenz ableiten zu können, war verlockend. Beflügelt wurde diese Vorstellung auch durch die Verleihung des Chemie-Nobelpreises 1972 an Christian Anfinsen – für den experimentellen Nachweis, dass es allein die Aminosäuresequenz eines Proteins ist, die eindeutig die Form, zu der es sich faltet, festlegt. Aber wie sollte man diesen Code knacken, mit dem eine Aminosäurenkette astronomisch vielen Alternativen pfeilschnell die richtige entwand?

### Der Kreisel im Innern des Kerns

Solange es keine Verfahren gab, mit denen man die natürliche Struktur von Proteinen in flüssiger Lösung beobachten und damit ihre Faltung nachvollziehen konnte, war an eine experimentelle Antwort auf diese Frage nicht zu denken. Denn Röntgenstrukturanalysen waren nur mit Proteinkristallen möglich. Sie lieferten eingefrorene Standbilder, strukturell korrekt, aber ohne Dynamik. Solange man keine Rechner hatte, deren Kapazität ausreichte, um die möglichen Wege der Faltung zumindest streckenweise in einer Computersimulation nachspielen zu können, war an eine theoretische Antwort nicht zu denken. Die Leistung der Rechner folgte dann jedoch tatsächlich der Mooreschen Vorhersage und stieg exponentiell an – und die Kernresonanzmagnetspektroskopie (NMR) wurde zu einer Perfektion entwickelt, die es 1984 zum ersten Mal erlaubte, die Struktur eines gelösten Proteins zu bestimmen.

Das NMR-Verfahren macht sich dabei den inneren Magnetismus mancher Atomkerne zunutze, bevorzugt von Wasserstoffatomen. Dieser kommt zur Geltung, wenn ein starkes Magnetfeld von außen angelegt wird: Die betreffenden Atomkerne richten sich parallel zu diesem Feld aus. Bestrahlt man eine Proteinprobe in einem Magnetfeld nun mit elektromagnetischen Wellen im Radiofrequenzbereich, dann erhalten die dafür empfänglichen Atomkerne einen Stoß aus ihrem parallelen Grundzustand heraus. Sie werden mit Energie aufgeladen wie ein Kreisel, dem man einen Drall versetzt, damit er beim Loslassen beginnt, auf dem Boden zu tan-

Verschiedene Zustände, die ein Protein einnehmen kann



zen. Beim schnellen Dreh zurück in den Grundzustand emittieren die Atomkerne eine radiofrequente Strahlung, die man messen und in einem Spektrum darstellen kann.

Die Frequenz der emittierten Strahlen ist abhängig von der Art der Atomkerne und von der Stärke des angelegten Magnetfelds – und auch davon, welche anderen Atome dem emittierenden Kern benachbart sind. Deshalb senden chemisch identische Kerne – abhängig von ihrer Umgebung – verschiedene Signale aus, was die Analyse komplexer Strukturen überhaupt erst ermöglicht. Durch allerlei mathematische Kunstgriffe und aufwändige Rechenoperationen können die Forscher so den Abstand zwischen den Wasserstoffatomen bestimmen. Aus der Verknüpfung dieser Kenntnisse mit der Primärstruktur des untersuchten Proteins kann dessen dreidimensionale Struktur erschlossen werden.

### Ein Fluss fließt nicht bergauf

In den Pionierjahren der NMR-Proteinstrukturanalysen begann Harald Schwalbe, in Frankfurt Chemie zu studieren. Bald faszinierte

ihn das Potenzial dieser Technologie – und auch der Vergleich zwischen Röntgen- und NMR-Analyse, die die beiden Nobelpreisträger Robert Huber (1988) und Kurt Wüthrich (2002) am Beispiel des Proteins Tetrahymena vornahmen. Fast identisch waren die Strukturbestimmungen der beiden – nur der Tyrosinrest an Position 15 wurde verschieden verortet, weil er in Lösung seine intramolekulare Dynamik zeigt. Eine ähnliche Dynamik einiger Seitenketten der Ribonuclease T1 beobachtete Schwalbe mit Hilfe einer bestimmten NMR-Variante in seiner Doktorarbeit, die er 1993 abschloss. Diese Beobachtung ließ ihn nicht los. »Ich wollte jetzt den dynamischsten aller Zustände untersuchen, den entfaltet«, berichtet er. Bei der Beobachtung statischer Zustände habe man einen stabilen Rahmen für alle Parameter, für flexible Zustände müsse man diesen erst entwickeln. Also habe er sich bei Chris Dobson, der damals noch in Oxford lehrte, um eine Post-Doc-Stelle beworben und ihm gesagt: »Ich möchte ein Modell entwickeln, um die Struktur eines entfalten Proteins zu beschreiben.« Drei

Die Herausforderung für die theoretische Analyse besteht darin, Strukturen, energetische Prozesse und kinetische Eigenschaften aller Zustände zu definieren, die ein Protein unter bestimmten Bedingungen einnehmen kann.

Jahre später veröffentlichten die beiden in *Biochemistry* die erste Strukturbeschreibung eines entfalteten Proteins.

In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre entwickelte sich aus diesen und anderen Arbeiten allmählich die Theorie des thermodynamischen Trichters. Wie alle Vorgänge in der Natur hat nämlich auch die Proteinfaltung sowohl mit Materie als auch mit Energie zu tun – sie gehorcht also den Gesetzen der Thermodynamik.

Genauso wenig wie ein Fluss bergauf fließt, wird eine Aminosäurenkette sich zu einem Protein falten, dessen Energiegehalt höher ist als der eigene. Ein Protein faltet sich immer so, dass es einen möglichst geringen Energiegehalt hat –

Augen und lässt ihn in eine beliebige Richtung abschlagen, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass er ein Lochen kann, fast unendlich klein. Das gleiche gilt für ein Protein, das zufällig seine richtige Form finden sollte. Wenn alle Flächen des Golfplatzes aber als Hänge zu dem Loch abfallen, das am tiefsten Punkt dieser Landschaft liegt, dann hat der Golfspieler auch mit verbundenen Augen eine gute Chance, sein Ziel zu treffen. So ähnlich geht es Proteinen auf den Hängen abnehmender Energie.

In dieser thermodynamischen Landschaft, die für jedes Protein, abhängig von seiner Primärstruktur, anders aussieht, geht aber nicht alles glatt zu. Es gibt Abgründe und Irrwege, die ein sich faltendes Pro-

### Falsche Faltung gefährdet das Gehirn

Von ihrer Existenz und dem Zusammenhang mit der Proteinfaltung erfuhr Chris Dobson in den 1990er Jahren von einem befreundeten Kliniker, der ihm von einem Patienten berichtete, in dessen inneren Organen sich buchstäblich kiloweise Proteinklumpchen abgelagert hatten. Dabei handelte es sich zur Überraschung von Dobson um Lysozym, jenes Protein, an dem er seit Jahren die Mechanismen der Faltung untersuchte, ohne es mit irgendeiner Pathologie in Verbindung zu bringen. Bei diesem Patienten war es an einer Stelle mutiert, hatte sich dadurch falsch gefaltet und war verklumpt.

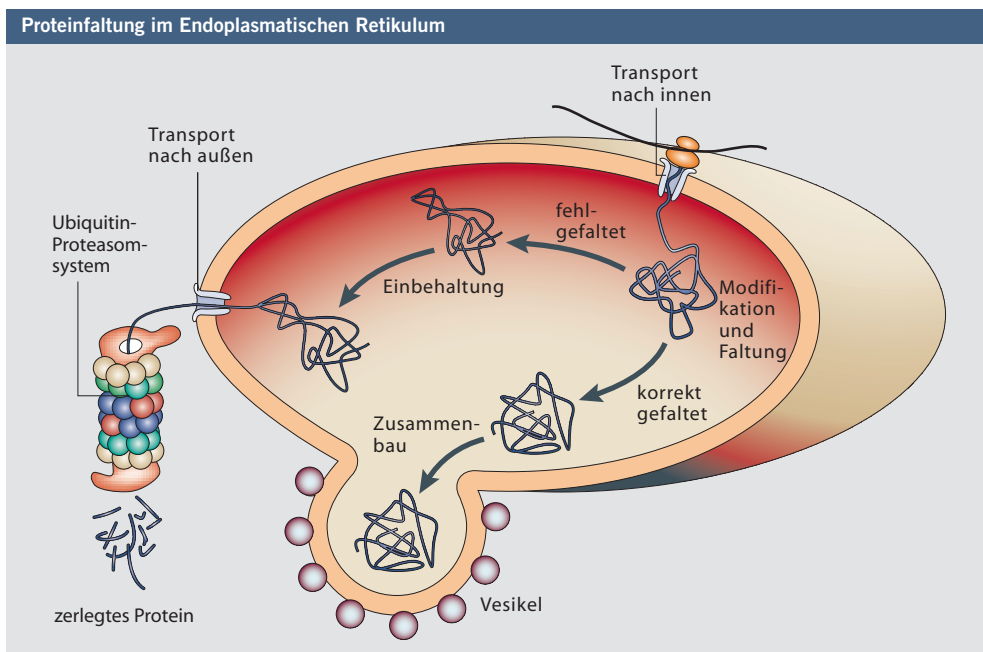
Diese Klumpen lassen sich enzymatisch nicht aufspalten. Ihre geordnete Struktur gibt ihnen kristalline Eigenschaften: Sie bestehen aus langgestreckten Fäden (Fibrillen), zu denen sich jeweils identische Proteine in dicht aufeinandergepackten  $\beta$ -Faltblättern zusammengeformt haben. Es gibt etwa 20 verschiedene Proteine, die als Bausteine solcher Fibrillen dienen können. Jedes von ihnen ist mit einer anderen Krankheit verknüpft. Bei einer systemischen Amyloidose, die Dobson hier sah, werden die Vorläufer dieser Klumpen durch den Blutkreislauf von ihrem Entstehungsort zu ihrem Ablagerungsort transportiert. Klinisch bedeutsamer sind die lokalisierten Amyloidosen. Sie betreffen vor allem das zentrale Nervensystem. Ihre bekannteste Vertreterin ist die Alzheimersche Krankheit, bei der sich unlösliche  $\beta$ -amyloid-Klumpen im Gehirn ansammeln.

Die Bausteine der  $\beta$ -amyloid-Klumpen entstehen durch proteolytische Spaltung aus APP, dem Amyloid-Precursor-Protein, das auch bei gesunden Menschen vorkommt. Lösliche  $\beta$ -amyloid-Proteine sind ein regulärer Bestandteil des Gehirngewebes. Wie kommt es dann bei Alzheimer-Patienten zur massiven Verklumpung dieser Proteine? Vermutlich durch einen Fehler bei der Proteinfaltung. Normalerweise verbergen sich hydrophobe Aminosäuren gleich nach Beginn der Faltung im Inneren des Proteins – zeigen sie nämlich zu lange nach außen, dann suchen sie schnell die Nähe von wasserabsto-

so wie wir uns beim Einschlafen die bequemste Lage suchen, in der wir uns möglichst wenig bewegen müssen. Das notwendige Gefälle auf dem Weg zum gefalteten Protein schränkt die astronomisch hohe Zahl der theoretischen Möglichkeiten erheblich ein. Feste Reaktionswege sind nicht nötig, jedes Protein sucht sich seinen eigenen Weg zur natürlichen Form durch einen Trichter abnehmender Energie. Verbindet man einem Golfspieler die

tein vom richtigen Weg abbringen und zu einer Missfaltung führen können.

Eine Mutation, die zum Austausch einer einzigen Aminosäure führt, reicht aus, um ein Protein gleichsam im Energiegebirge abstürzen zu lassen. Dann kann es vorkommen, dass sich ein Übermaß falsch gefalteter Proteine wie eine wilde Kippe molekularen Mülls anhäuft. Das ist bei den Amyloidosen der Fall.



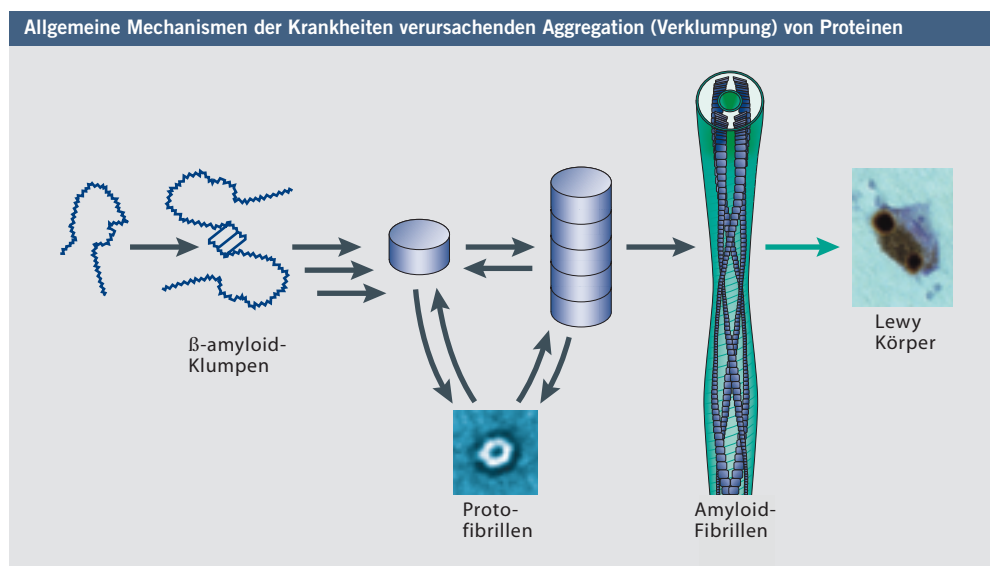
**3** Frisch synthetisierte Proteinketten werden in das Endoplasmatische Retikulum transportiert, wo sie verschiedene Modifikationen erfahren. Unter anderem helfen ihnen molekulare Anstandsdamen »chaperone proteins« (nicht eingezeichnet), sich korrekt zu falten. Richtig gefaltete Proteine werden in den Golgi-Komplex transportiert, wo sie in Membranen (Vesikel) eingepackt und zu ihrem Bestimmungsort geschickt werden. Fehlgefaltete Proteine, die von einem Kontrollmechanismus aufgespürt werden, bleiben dagegen zunächst im Endoplasmatischen Retikulum. Sie gelangen über andere Reaktionswege in das Ubiquitin Proteasomsystem, wo sie zerlegt werden.

ßenden Gruppen anderer Proteine und formen unlösliche Aggregate. So könnte auch die Aggregation der ß-amyloid-Klumpen zustandekommen – durch eine partielle Entfaltung, bei der bisher normale Proteine plötzlich ausrasten und ihre hydrophoben Abschnitte aggregationsbereit nach außen kehren.

### Hypothese nach einem langen Wochenende

Was wäre aber, wenn die fibrilläre Verklumpung die Regel und die korrekte Faltung die Ausnahme ist? Dieser Gedanke kam Dobson, nachdem einer seiner Post-Docs bei der Rückkehr von einem langen Wochenende die Proteinlösung, die er im NMR-Probenröhrchen zurückgelassen hatte, in ein Gel verwandelt vorfand. Das kam bei Proteinen manchmal vor. Diesmal jedoch liefen gerade die NMR-Versuchsreihen mit mutierten Lysozymen, um die Entstehung der Amyloidose zu erforschen. Warum sollte man also nicht das Gel, das aus den Andockstellen von intrazellulären Signalproteinen, den SH3-Domänen, entstanden war, spektroskopisch analysieren? Was man sah, waren flach aufeinander gepackte ß-Faltblätter, fibrillär miteinander verbacken wie Wäscheklammern im Doppelpack. Das war erstaunlich, weil die SH3-Untereinheiten als regulärer Baustein lebenswichtiger Proteine nicht als amyloidogen bekannt waren.

Kann also jedes Protein fibrillär verklumpen? Selbst Myoglobin ließ sich unter bestimmten Bedingungen in fibrilläre Aggregate verwandeln, erkannte Dobson – und formulierte folgende Hypothese: Nimmt man an, dass ein Protein durchschnittlich aus 300 Aminosäuren besteht, dann lassen sich 20 hoch 300 mögliche Proteine herstellen – eine Zahl von schier unendlicher Größe. Ein Mensch kommt mit etwa 100 000 Proteinen aus, einem verschwindend kleinen Bruchteil davon. Offenbar hat die Natur während der Evolution nur diejenigen Proteine als Funktionsträger selektiert, deren Primärsequenz sich seitenkettengetrieben falten kann – mit intramolekular abgesättigten Wasserstoffbrücken und nach innen gepackten hydrophoben Resten. Alle anderen Primärsequenzen falten sich rückgratgetrieben zu wohlgeordneten, aber funktionslosen Fibrillen. Unter ge-



4 Krankheiten wie Alzheimer oder Parkinson werden durch fehlgefaltete Proteine verursacht, die sich zunächst zu Protofibrillen und anschließend zu Amyloid-Fibrillen zusammenlagern. Bei Parkinson-Patienten sind die Lewy Körper typische Erkennungszeichen für die Krankheit.

wissen Bedingungen – dazu gehören Mutationen, denaturierende Chemikalien oder einfach das Altern – fallen die funktionstragenden Proteine zurück auf die primitive Stufe des fibrillären Einerleis und verursachen dadurch degenerative Erkrankungen wie Alzheimer, Rinderwahnsinn oder Typ-2-Diabetes. Therapeutisch käme es also darauf an, die gefaltete Form der funktionsfähigen Proteine zu stabilisieren.

### Frankfurt als Knoten im europäischen Netz

Nun gibt es freilich nicht nur den korrekt gefalteten und den fibrillär retardierten Zustand eines Proteins, sondern auch korrekt entfaltete Proteine, wie die Forscher aus der Analyse des Humangenoms gelernt haben. Deren Funktion aufzuklären, zählt genauso zu den Forschungsschwerpunkten von Harald Schwalbe wie die Beobachtung der ganz schnell durchlaufenen Übergangszustände zwischen den verschiedenen Formen eines Proteins. Am Diagramm der Proteinstadien erläutert er die Logik seines Forschungsprogramms. »In meiner Doktorarbeit habe ich die Struktur eines gefalteten Proteins untersucht, als Post-Doc die eines entfalten, und jetzt bin ich den Übergängen auf der Spur.« Das ist eine Frage von Millisekunden – und stößt an die äußersten Grenzen der gegenwärtigen Strukturbiologie. Als Professor am MIT im amerikanischen Cambridge war es Schwalbe dennoch gelungen, die Übergangs-

struktur eines Proteins strukturell dingfest zu machen – in einer Sackgasse übrigens, einer vorübergehend falschen Faltung.

Solche Sackgassen und Irrwege der Proteinfaltung mit Hilfe der NMR-Technologie zu identifizieren, ist auch das Anliegen des europäischen Forschungsprojekts »Understanding Protein Misfolding and Aggregation by NMR«, in dem Schwalbe unter anderem mit Nobelpreisträger Kurt Wüthrich und Chris Dobson zusammen die Wissenslücke zwischen genetischer Information und Proteinfunktion weiter schließen will.

Oxford, Zürich, Utrecht, Florenz, Stockholm, Kopenhagen, Tallinn und Frankfurt sind die Knoten dieses Forschungsnetzes, das Schwalbe zusammen mit Kurt Wüthrich und Chris Dobson innerhalb des sechsten Rahmenprogramms der Europäischen Kommission ausgeworfen hat.

»Manche Forscher meinen ja, dass die Proteinfaltung ein System ist, das vielleicht gar keinen expliziten Regeln folgt«, sagt Harald Schwalbe. »Aber je höher man den Abstraktionsgrad wählt, desto eher wird man eine Regel finden.«

### Der Autor

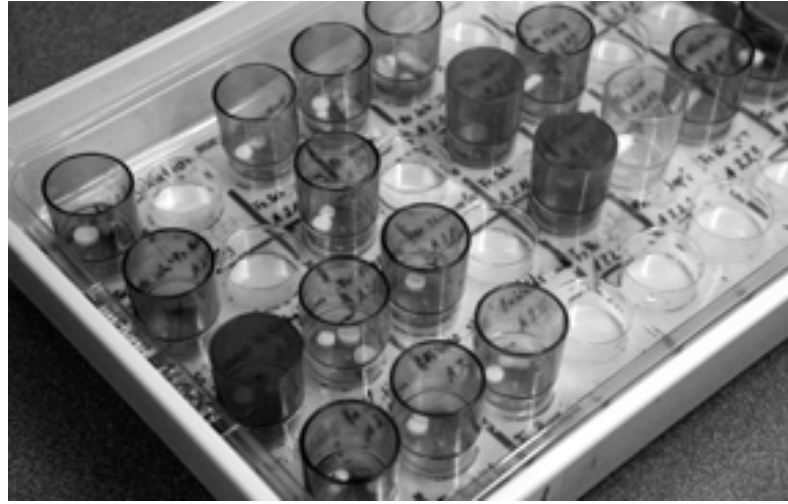
**Joachim Pietzsch**, 47, Diplom-Journalist (Dortmund) mit Physik (Hamburg), arbeitete nach einer Lehrzeit im Deutschen Krebsforschungszentrum fast 15 Jahre lang in der globalen Unternehmens- und Forschungskommunikation von Hoechst und Aventis, bevor er die Freiheit eines selbständigen Wissenschaftsjournalisten wählte. Er war langjähriger Autor und Ideengeber für *Future – The Aventis Magazine* und begründete zusammen mit der Nature Publishing Group die *Horizon Symposia – Connecting Science to Life*.

# Damit Psychopharmaka nicht zur Routine werden

Psychopharmaka im Altenpflegeheim – Handlungsbedarf auf allen Ebenen

Im Altenheim gehören Psychopharmaka ganz selbstverständlich zum Pflegealltag. Damit daraus keine gefährliche Routine entsteht, hat ein Team aus Gerontopsychiatern, Medizinethikern und Juristen der Johann Wolfgang Goethe-Universität ein Frankfurter Pflegeheim auf dessen Wunsch hin unter die Lupe genommen. Ihr Maßnahmenkatalog gibt allen beteiligten Personen und Institutionen und sogar der Politik Hinweise, wie mehr Achtsamkeit im Umgang mit diesen Medikamenten erreicht werden kann. Es geht nämlich keineswegs darum, Psychopharmaka generell zu verurteilen. In manchen Fällen bemängeln die Fachleute, dass notwendige Antidementiva oder Antidepressiva nicht verschrieben wurden, in anderen wurden dagegen Doppelmedikation und oft zu lange Therapiedauer gerügt. Die Wissenschaftler entwickeln über 70 Handlungsempfehlungen, mit denen die Versorgung optimiert und somit die Lebensqualität der Bewohner erhöht werden kann.

Stellen Sie sich vor, Ihre verwirrte, alte Tante im Pflegeheim bekommt Angstzustände, wird unruhig, ruft ständig und laut nach ihrer Mutter – so laut, dass andere Bewohner sich massiv gestört fühlen. Setzen Sie sich aber an ihr Bett, reden mit ihr, halten ihre Hand, streicheln sie, wird sie ruhiger und schläft schließlich ein – ganz ohne zusätzliche Medikamente. Eine Situation, in die sich jeder hinein versetzen kann, die Angehörige aber eher verdrängen. Sie akzeptieren vielleicht, dass in solchen Fällen Beruhigungsmittel gegeben werden und hoffen, dass diese letztlich besser und länger wirken als persönliche Zuwendung. In diesem Spannungsfeld stehen auch Pflegekräfte. Der Verdacht, dass in Altenpflegeheimen psychisch kranke Patienten mitunter aus solch praktischen Erwägungen mit Medikamenten ruhig gestellt werden, wird oft geäußert. Aber wer wäre schuld daran? Und wie kann die Situation verbessert werden?



Dem wollte der ehemalige Heimleiter des Frankfurter Franziska Schervier Heims, Frédéric Lauscher, auf den Grund gehen und stellte – nach Absprache mit Bewohnern, Betreuern, Personal und den behandelnden Ärzten – seine Einrichtung als Untersuchungsobjekt für die Studie »Psychopharmaka im Altenpflegeheim« zur Verfügung. »Wenn wir überzeugt gewesen wären, dass bei der Psychopharmakaversorgung unserer pflegebedürftigen Bewohner alles hundertprozentig in Ordnung ist, hätten wir die Untersuchung nicht angestoßen«, meint sein Nachfolger Bernd Trost. Dass aber auch bei einer gut geführten Einrichtung so vieles kritisch zu hinterfragen ist, führt nach einhelliger Meinung der beteiligten Wissenschaftler zu Handlungsbedarf auf allen Ebenen. Denn die Schwachstellen bei der Verordnung und Verabreichung der Psychopharmaka zeigen sich keineswegs nur im Heim selbst, sondern gerade an den Schnittstellen zwischen den handelnden Personen innerhalb und außerhalb der Einrichtung. Sie lassen sich mitunter auf die komplexen tatsächlichen oder rechtlichen Beziehungen zurückführen.

## Störanfälliges Beziehungsgeflecht

Um psychisch kranke Heimbewohner medikamentös zu therapieren, müssen Personen unterschiedlicher

Zuwendung statt Psychopharmakon? Damit sich Ärzte, Betreuer und Pflegepersonal in Zweifelsfällen oder ethisch schwierigen, möglicherweise strittigen Fällen austauschen und Rat holen können, empfehlen die Wissenschaftler, Ethikkomitees oder zumindest Ethikberatung für Altenpflegeheime einzurichten.



Berufsgruppen zusammenwirken – Hausarzt und/oder Facharzt, gesetzliche Betreuer oder Bevollmächtigte, Heimleitung, Apotheker, Pflegekräfte und schließlich der Bewohner selbst. Alle diese Personen sind an ihre jeweiligen Pflichten gebunden. Für die Situation »ambulante Medikation in einer stationären Einrichtung« sind die rechtlichen Regelungen jedoch nicht speziell zugeschnitten. Beachtet werden müssen insbesondere das jeweilige Berufsrecht, die Vorschriften der gesetzlichen und privaten Kranken- und Pflegeversicherung sowie das Betreuungsrecht. In diesem komplexen System überlagern und bedingen sich medizinische, ethische und juristische Anforderungen, so dass für die Studie ein interdisziplinärer Ansatz gewählt





Gemeinsam singen – das macht einfach Freude und kann sogar Teil einer regelrechten Musiktherapie sein. Solche nicht-medikamentösen Maßnahmen sollen – wenn möglich – Vorrang haben.

wurde. Zuständig für den medizinischen Teil waren Prof. Dr. Johannes Pantel und sein Kollege Dr. Bernhard Weber, Gerontopsychiater an der Frankfurter Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie, (Mitarbeiterinnen: Dr. Elisabeth Lang und Diplom-Psychologin Ruth Müller), für den ethischen Aspekt Dr. Gisela Bockenheimer-Lucius vom Senckenbergischen Institut für Geschichte und Ethik der Medizin (Mitarbeiter: Peter Hustedt) und für den juristischen Part Prof. Dr. Ingwer Ebsen, Institut für Europäische Gesundheitspolitik und Sozialrecht (Mitarbeiter: Alexander Diehm). Finanziert wurde die Studie von der BHF-BANK-Stiftung, deren Geschäftsführer Dr. Klaus Gust das Heim und die Wissenschaftler zusammenbrachte und die Studie begleitete [siehe Informationskasten »Die BHF-BANK-Stiftung und die Universität«, Seite 77)].

»Genaue Zahlen darüber, wie hoch der Anteil der Heimbewohner in Deutschland ist, die regelmäßig Psychopharmaka erhalten, gibt es nicht. Geschätzt wird er auf 34 bis 75 Prozent«, erklärte Pantel. Von den 142 Bewohnern des Schervier-Heims erhielten zum Erhebungszeitpunkt (15. Juni 2004) 56 Prozent (79 Bewohner) regelmäßig Psychopharmaka. Darunter fallen alle Medikamente, die gezielt auf das Verhalten und Erleben eines Patienten einwirken. Man unterscheidet zwischen folgenden Medikamentengruppen: Antidementiva, Antidepressiva, Neuroleptika (Mittel gegen Psychosen), Sedativa, Hypnotika, Benzodiazepine (Mittel

gegen Angstzustände) und sonstige Psychopharmaka. 56 Bewohner beziehungsweise ihre gesetzlichen Vertreter oder Bevollmächtigten erklärten sich bereit, an der Studie teilzunehmen und überprüfen zu lassen, ob ihre Medikation den Empfehlungen der wissenschaftlichen Fachgesellschaften und damit dem Stand der medizinischen Forschung entspricht. Mit anderen Worten: Ob die richtige Diagnose



Kaum ein Heimbewohner kommt ohne Medikamente aus, und die wenigsten können sie noch selbst verwalten. Das Richten der Tabletts gehört deshalb zum Pflegealltag, kann aber auch von einer kooperierenden Apotheke übernommen werden.

gestellt, die adäquate Therapie gewählt, durchgeführt und auf ihre Wirksamkeit überprüft wird. Zu beachten sind dabei auch die richtige Dosierung, die Dauer der Einnahme und unerwünschte Nebenwirkungen wie Abhängigkeit und motorische Einschränkungen, die zu Sturzgefahr führen. Da alte Menschen häufig an verschiedenen Krankheiten gleichzeitig leiden, werden die Wechselwirkungen mit anderen Mitteln besonders bedacht. Nach Prüfen aller Kriterien fanden die Wissenschaftler in 52 Fällen Anhaltspunkte für inadäquaten Einsatz von Psychopharmaka.

13 Patienten wurden für detaillierte Fallanalysen ausgewählt; diese Fälle wurden intensiv aus medizinischer, ethischer und rechtlicher Sicht untersucht. Schon die Verordnung stimmte nach Einschätzung der Gerontopsychiater häufig nicht mit den Empfehlungen der Fachgesellschaften überein. Es fällt vor allem auf, dass hilfreiche Antidementiva in manchen Fällen nicht verordnet wurden, andererseits aber nicht indizierte Mehrfachverordnungen von Neuroleptika vorkamen. Diskutiert wurde auch, dass Ärzte aus Unkenntnis oder aus Kostengründen auf Medikamente der neuen Generation verzichtet hatten. Bockenheimer-Lucius verweist in diesem Zusammenhang auf das Wirtschaftlichkeitsgebot, dem die Ärzte unterliegen. Vielleicht vermieden sie deshalb, teure Antidementiva zu verordnen. Allerdings fordert sie ebenso wie Pantel: »Man darf diese Behandlung nicht aus ökonomischen Gründen verweigern.« Hier seien medizinische Fragen zur Fürsorgepflicht und dem Nichtschadensgebot ebenso zu bedenken wie Aspekte einer gerechten Mittelverteilung. Dass Antidementiva dem Patienten nutzen

und den Krankheitsverlauf positiv beeinflussen, sei belegt und müsse im Einzelfall gegenüber den Risiken abgewogen werden.

Aus der Analyse des Frankfurter Heims entwickeln die Wissenschaftler 74 Handlungsempfehlungen, die auch anderen Heimen dabei helfen sollen, Fehler bei der Versorgung ihrer Bewohner mit Psychopharmaka zu vermeiden. Dabei unterscheiden die Autoren der Studie ganz pragmatisch nach den Adressaten der Handlungsempfehlungen: Die Maßnahmen erster Ordnung richten sich an einzelne beteiligte Personen wie Pflegekräfte, Ärzte

und Betreuer. Empfehlungen zweiter Ordnung sind für die Heimleitung und Heimträger gedacht, die für die institutionellen Rahmenbedingungen verantwortlich sind. Empfehlungen dritter Ordnung zielen auf gesetzliche, regulatorische oder politische Rahmenbedingungen, richten sich also an Politik und Gesetzgeber. Herausgekommen ist eine Agenda, die Denkanstöße für die weitere Diskussion gibt.

#### 14 Stufen zur optimalen Versorgung

Für die direkt umsetzbaren Empfehlungen erster Ordnung haben die Wissenschaftler ein ausgeklügeltes Handlungsmodell entwickelt, das in 14 Stufen zu einer optimalen Versorgung der Heimbewohner mit Psychopharmaka führen soll. Es macht die Aufgaben und Abstimmungsprozesse zwischen den beteiligten Personen transparent. Dabei wird ganz klar, dass den Pflegekräften eine Schlüsselrolle zukommt. Denn abgesehen von den Angehörigen sind sie diejenigen, die mit dem Heimbewohner den häufigsten und engsten Kontakt pflegen. Sie beobachten und halten Veränderungen im Verhalten und Gesundheitszustand in der Pflegedokumentation fest. Wenn sie entsprechend geschult sind – und das fordern die Wissenschaftler – können sie auch »problematisches Verhalten«, das aus gerontopsychiatrischer Sicht relevant sein kann, systematisch erfassen. Dabei sei laut Pantel der Begriff »problematisches Verhalten« ganz wertneutral zu fassen und verweise zunächst auf Beobachtungen, die pflegerischen oder ärztlichen Handlungsbedarf anzeigen. Dazu gehören zum Beispiel gesteigerter Bewegungsdrang, wiederholt geäußerte Angstzustände, Schlafstörungen, Erregung oder Apathie. Die Medizinerin meint dazu: »Allerdings muss gerade hier in ethischer Hinsicht auch immer geprüft werden, wie sehr die Definition von »problematischem Verhalten« abhängig ist von gesellschaftlichen Wertemustern und persönlichen Haltungen der Pflegenden.«

Der Hausarzt oder der Facharzt in freier Praxis, der allein für die Diagnose und Therapie-Verordnung seines im Heim lebenden Patienten zuständig ist, muss eng mit den Pflegekräften zusammenarbeiten. Denn Untersuchungen und Tests

bei Hausbesuchen reichen zur sicheren Diagnose und späteren Therapieüberprüfung in der Regel nicht aus. »Die Ärzte sind insofern auf die Vorarbeit und dauernde Mitarbeit des Pflegepersonals angewiesen«, betont Pantel. Pflegekräfte sollen lediglich beobachten und dokumentieren und die Medikamente vorschriftsgemäß verabreichen, aber nicht diagnostizieren. Das ist nach wie vor Aufgabe der Ärzte, für die die Wissenschaftler ebenfalls einen Fortbildungsbedarf ausgemacht haben. Da der Arzt aber gegenüber dem Pflegepersonal nicht weisungsberechtigt ist, benötigt er die Unterstützung der Heimleitung. Diese



kann und sollte einführen, dass die Pflegekräfte »problematisches Verhalten« systematisch beobachten und standardisiert dokumentieren.

»Dieses dient dabei nicht lediglich einer besseren und transparenteren Kommunikation zwischen Pflegekräften und Ärzten, sondern bietet auch eine solidere Grundlage für das pflegerische Handeln. Denn von wenigen Ausnahmen abgesehen, sollte zunächst der Einsatz nicht-medikamentöser Maßnahmen Vorrang haben«, erläutert Pantel. »Dazu gehören persönliche Zuwendung, Milieuthérapie sowie spezifischere psychologische Techniken (zum Beispiel bestimmte Kommunikationsstrategien und Musiktherapie). Erst bei Scheitern dieser Maßnahmen ist der Arzt zu benachrichtigen, der dann – bei gegebener medizinischer Indikation und unter sorgfältiger Abwägung von potenziellem Nutzen und möglichen Nebenwirkungen – die Gabe eines Medikaments in Erwägung ziehen kann.«

Mit Hilfe des Handlungsmodells, das Schritt für Schritt vorgeht, sollen sich Fehler in der Diagnose und

Therapie psychisch kranker Heimbewohner eher vermeiden lassen. Auf diese Weise wird beispielsweise nicht vergessen, den alten Menschen und/oder seinen gesetzlichen Betreuer aufzuklären und die notwendige Einwilligung einzuholen. Außerdem werden die Ärzte daran erinnert, die Therapie regelmäßig zu überprüfen. Nicht jedes Medikament muss schließlich auf Dauer eingenommen werden.

#### Konfliktsituation: Medikament bei Bedarf

Im Pflegealltag müssen aber gelegentlich kurzfristige Entscheidungen getroffen werden, weil der psy-

Die Dokumentation gehört zu den unabdingbaren Pflichten des Pflegepersonals in jedem Altenpflegeheim. Darin sollte nach Vorstellung der Wissenschaftler auch fachgerecht dokumentiert werden, was aus gerontopsychiatrischer Sicht als »problematisches Verhalten« relevant und behandlungsbedürftig sein könnte.

Auf die Dosierung kommt es an. Gerade bei älteren Patienten, die häufig unter mehreren Krankheiten gleichzeitig leiden, muss wegen der Neben- und Wechselwirkungen die Medikation regelmäßig überprüft werden.



chische Zustand der Heimbewohner sich plötzlich verschlechtert und Gefahr im Verzug sein kann. Für solche Fälle verschreiben die Ärzte – mitunter auf Bitten des Pflegepersonals – Medikamente, die im Bedarfsfall verabreicht werden sollen. Dieses übliche Verfahren erwies sich im Schervier-Heim bei fast allen Fällen als heikel. Denn die Verordnung wurde häufig zu ungenau ausgestellt und eignete sich deshalb nicht als Entscheidungsgrundlage für das Pflegepersonal. So sei etwa die schlichte Angabe »bei Unruhe« viel zu unpräzise, wodurch ein therapeutischer Interpretationsspiel-

Während manch eine Heimbewohnerin beim Essen Hilfe benötigt, können andere in der betreuten Wohngruppe noch selbst am Herd stehen und ihre Mahlzeiten zubereiten. Die Wohngruppe für Demenzzranke nach dem Konzept von Böhm im Frankfurter Franziska Schervier Heim gehört zu den erfolgreichen Modellprojekten der Milieutherapie.



tragsschluss auch weitere Aufgaben übernehmen kann, wie Koordination der verschiedenen Dienstleistungen, Beratung und Fortbildung des Pflegepersonals. Mit anderen Worten: Der Vertrag kann entsprechend den Bedürfnissen vor Ort maßgeschneidert werden. Dadurch könnte sicher gestellt werden, dass immer ein kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung steht, der über das notwendige gerontopsychiatrische Fachwissen verfügt. Die Wissenschaftler empfehlen, regelmäßige Fallkonferenzen abzuhalten, bei denen sich Ärzte, Pflegekräfte und Betreuer austauschen, um die bestmögliche Versorgung der pflegebedürftigen Bewohner zu gewährleisten. So könnte das Heimarztmodell langfristig sogar dazu beitragen, Kosten zu senken.

Als eine Schwachstelle im System erweist sich, vor allem aus rechtlicher Sicht, dass gesetzlich bestellte Betreuer in manchen Fällen über die Behandlung nicht informiert waren, ihr also auch nicht zugestimmt hatten. Unterlassen wurde mitunter auch, eine notwendige Genehmigung beim Vormundschaftsgericht einzuholen. »Das Wohl des psychisch kranken alten Menschen muss immer an oberster Stelle stehen«, fordern die Autoren der Studie, dabei sollte dieser, soweit möglich, selbst über seine Therapie mitentscheiden. Psychopharmaka sollten erst dann verordnet werden, wenn andere, weniger invasive Maßnahmen nicht ausreichen. Die Wissenschaftler verkennen aber nicht, dass Ärzte, Heimplatz und Pflegepersonal unter



schaftler das »Heimarztmodell« sein. »Dabei wird ein Kooperationsvertrag zwischen einem Heim und einem ärztlichen Leistungserbringer, also zum Beispiel einem Vertragsarzt oder einem medizinischen Versorgungszentrum, geschlossen, in dem mehrere Ärzte fachüber-

greifend tätig sind«, erklärt Ebsen. Einen wesentlichen Vorteil sieht der Jurist darin, dass dieser Vertragspartner neben der normalen Krankenbehandlung durch diesen Ver-

raum für die Pflegekraft entsteht. Das führte aus juristischer Sicht dazu, dass die Pflegekräfte teilweise ihren Kompetenzrahmen überschritten und unberechtigterweise in die Rolle des Arztes schlüpfen, betont Ebsen.

Dass der Arzt nicht jederzeit erreicht werden kann und nicht zum Haus gehört, entpuppt sich oft als ein Problem. Trotzdem darf nach Auffassung der Autoren der Studie die freie Arztwahl nicht aufgegeben werden. Bockenheimer-Lucius weist darauf hin, dass die Bewohner eines Altenpflegeheims ohnehin in vieler Hinsicht völlig abhängig sind von dem Heim und den Menschen, die dort arbeiten. Deshalb sollten sie ihr Leben in möglichst vielen Belangen selbst bestimmen. Warum sollte man ihnen verwehren, bei ihrem vertrauten Hausarzt zu bleiben?

Ein Lösungsansatz könnte nach Ansicht aller beteiligten Wissen-



Soviel Zuwendung wie möglich, soviel Psychopharmaka wie nötig: Das Ziel soll immer sein, die Lebensqualität der älteren Menschen zu steigern.

## Die BHF-BANK-Stiftung und die Universität

»Soziale Fantasie zu entfalten und zu fördern« ist das Anliegen der gemeinnützigen BHF-BANK-Stiftung. Sie will dabei helfen, neue Wege jenseits ausgetretener Pfade zu suchen und Mut machen, mit frischen Ideen Lösungen für gesellschaftliche Probleme des 21. Jahrhunderts zu erarbeiten. In den sechs Jahren ihres Bestehens hat sie – bei einem Stiftungsvermögen von 20 Millionen Euro – insgesamt 3,2 Millionen Euro bereitgestellt, um Projekte im Sozial- und Wissenschaftsbereich sowie zeitgenössische Kunst und den künstlerischen Nachwuchs in Deutschland zu fördern. Ihre Schwerpunkte im Sozialbereich liegen bei der Altenfürsorge sowie der Kinder- und Jugendpflege. Entsprechend unterstützt sie im Rahmen der Wissenschaftsförderung überwiegend Forschungsvorhaben mit diesem sozialpolitischem Hintergrund.

An der Johann Wolfgang Goethe-Universität hat sie sich bisher vor allem im Bereich Gerontologie engagiert und einen Lehrstuhl für Gerontopsychiatrie am Fachbereich Medizin gestiftet, den Prof. Dr. Johannes Pantel seit 2003 inne hat. Er erforscht Demenzen, ihre Risikofaktoren und Therapiemöglichkeiten.

Finanziert hat die Stiftung auch die Studie »Psychopharmaka im Altenpflegeheim«, der weitere Studien folgen sollen. Außerdem hat die BHF-BANK-Stiftung ein pädagogisches Forschungsprojekt auf den Weg gebracht, das benachteiligten Schülern – über den attraktiven Umweg Internet – einen neuen Zugang zur Schriftkultur eröffnen soll. Mit diesem praxisorientierten Forschungsprojekt sind die Professoren Dr. Dieter Katzenbach und Dr. Gerd Iben vom Institut für Sonderpädagogik am Fachbereich Erziehungswissenschaften betraut. Um das Interesse für Naturwissenschaften bei Jugendlichen zu wecken, engagiert sich die Stiftung seit einigen Jahren mit dem erfolgreichen Projekt »Brücken schlagen – Wissenschaft in die Schulen«. Daran waren auch Naturwissenschaft-

ler der Universität beteiligt. Bisher haben sie mehr als 100 Vorträge über ihre Arbeitsgebiete in weiterführenden Schulen der Region Frankfurt gehalten.

Die Stiftung, die auch mit anderen Universitäten, Fachhochschulen und Institutionen zusammenarbeitet, legt Wert darauf, dass aus den von ihr geförderten und teilweise angestoßenen Projekten im Wissenschaftsbereich ein unmittelbarer Nutzen für die Gesellschaft entsteht. So hat sie zum Beispiel parallel zur Studie »Qualitätsentwicklung und Leistungstransparenz in Frankfurter Altenpflegeheimen« Fortbildungsmaßnahmen für das Pflegepersonal finanziert. Diese Studie wurde von den Professorinnen Dr. Sabine Bartholomeyczik und Dr. Berta Schrems der Fachhochschule Frankfurt durchgeführt und vom Kuratorium Deutsche Altershilfe (KDA), das das Gesamtprojekt betreute, 2004 veröffentlicht. Jedem beteiligten Heim wurde zudem sein Stärken-Schwächen-Profil zur Verfügung gestellt. Außerdem sollen die Erkenntnisse aus der umfangreichen Studie in einen Ratgeber für pflegebedürftige alte Menschen und ihre Angehörigen einfließen, der im Laufe dieses Jahres publiziert werden soll.

Die Verbindung der BHF-BANK-Stiftung zur Johann Wolfgang Goethe-Universität pflegen auch die Kuratoriumsmitglieder Prof. Dr. Richard Hauser (Fachbereich Wirtschaftswissenschaften), Prof. Dr. Wolf Singer (Direktor am Max-Planck-Institut für Hirnforschung und Mitglied des Hochschulrats der Universität Frankfurt) und – last but not least – Prof. Dr. Gisela Zenz, Initiatorin und Leiterin des Forums »Alterswissenschaften und Alterspolitik« (siehe Forschung Frankfurt 2/2005, Interview mit Zenz »Altersforschung – eine junge Wissenschaft mit Zukunft?«).

**BHF  BANK STIFTUNG**

Weitere Informationen unter [www.bhf-bank-stiftung.de](http://www.bhf-bank-stiftung.de)

starkem wirtschaftlichem Druck stehen und dass die optimale Versorgung mit Psychopharmaka und personalintensive Alternativen letztlich auch ein finanzielles und damit ein gesellschaftliches Problem sind.

»Die Studie hat bereits viel Aufsehen erregt und allein im ersten Monat seit ihrer Veröffentlichung zu rund 2000 Anfragen über Internet geführt«, berichtet Bockenheimer-Lucius, »und das keineswegs nur aus dem Frankfurter Raum

oder aus wissenschaftlichen Fachkreisen.« Pantel findet es beachtenswert, dass auch die Politik aufmerksam geworden ist: »CDU und Grüne der Frankfurter Stadtverordnetenversammlung haben eine Anfrage an den Magistrat gestellt, damit über Konsequenzen aus der Studie diskutiert wird. Vor allem im Hinblick auf die Pflegeheime in städtischer Trägerschaft.« Und wie geht es im Franziska Schervier Heim weiter? Heimleiter Trost und

sein Team haben schon einige Empfehlungen umgesetzt. Zurzeit erstellen sie mit den Wissenschaftlern den Plan für eine Folgestudie, in der überprüft werden soll, wie das empfohlene Handlungsmodell in die Praxis umgesetzt werden kann. Die Pflegekräfte, die anfangs eher skeptisch waren, seien gerne bereit, bei der Folgestudie mitzumachen. Auch bei den Bewohnern und ihren Angehörigen sei das Interesse nach wie vor groß. ◆

### Weiterführende Literatur und Informationen

Vorgestellt wurde die Studie bei zwei Fachkongressen und bei einem Symposium im November vergangenen Jahres, das vom Senckenbergischen Institut für Geschichte und Ethik der Medizin ([www.kgu.de/zgw/ifg](http://www.kgu.de/zgw/ifg)) veranstaltet wurde. Das Symposium wird auch im Mittelpunkt eines Themenhefts der Zeitschrift »Ethik in der Medizin« (Organ der Aka-

demie für Ethik in der Medizin e.V., Göttingen) stehen, das im September erscheinen wird. Die Studie wird im Frühjahr 2006 in der Schriftenreihe »Frankfurter Schriften zur Gesundheitspolitik und zum Gesundheitsrecht« in Buchform publiziert, weitere Informationen: Institut für Europäische Gesundheitspolitik und Sozialrecht ([www.ineges.de](http://www.ineges.de)).

Die Autorin

**Marita Dannenmann**, 53, arbeitet als freie Journalistin mit den Schwerpunktthemen demographischer Wandel, Bildung und Beruf. Die Diplom-Volkswirtin und Mutter von drei fast erwachsenen Kindern konzipiert, recherchiert und textet Ratgeber und Magazinbeiträge.

# RNA-Interferenz: Häckseln und Schneiden im Dienst der Zellgesundheit

Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis 2006 geht an den Biochemiker Craig Mello und den Biologen Andrew Fire



Die Preisträger vereint um Paul Ehrlich: Die beiden amerikanischen Wissenschaftler Prof. Dr. Craig C. Mello (rechts) und Prof. Dr. Andrew Z. Fire sowie Dr. Ana Martin-Villalba, die als Erste mit dem Nachwuchspreis ausgezeichnet wurde.

Das Erbgut jeder tierischen und pflanzlichen Zelle enthält Tausende von Genen. Damit immer nur diejenigen Gene in Proteine übersetzt werden, die jeweils benötigt werden, bedient sich die Zelle verschiedener Schutzmechanismen. Diese regulieren effektiv, welche Gene in Boten-RNA umgeschrieben werden, die als Blaupause für die Proteinsynthese durch die zellulären Proteinfabriken, die Ribosomen, dient. Doch nicht nur körpereigene Gene müssen je nach Entwicklungsstadium und Zellfunktion stillgelegt werden. Wichtiger noch ist es, dass die Zelle schädliche Gene, zum Beispiel Gene von Krankheitserregern, abfängt und inaktiviert. Hierzu hat sie im Laufe der Evolution verschiedene Sicherungssysteme entwickelt. Eines der effek-

tivsten ist die RNA-Interferenz. Für die Entdeckung so genannter nicht-kodierender doppelsträngiger »small interfering Ribonucleinacid« (siRNA), auch bekannt als Mittler der RNA-Interferenz, wurden die beiden US-Amerikaner, der Biochemiker Prof. Dr. Craig C. Mello, Howard Hughes Medical Institute an der Massachusetts Medical School in Worcester, und der Biologe Prof. Dr. Andrew Fire, School of Medicine der Stanford University, Kalifornien, in diesem Jahr mit dem mit 100 000 Euro dotierten Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis ausgezeichnet.

Fast alle pflanzlichen und tierischen Zellen nutzen diesen Schutzmechanismus, um die RNA-Abschriften von potenziell gefährlichen Genen zu zerstören, bevor

diese in Proteine übersetzt werden können. Mit Hilfe von RNA-Interferenz reguliert die Zelle darüber hinaus die Aktivität normaler Gene im Verlauf von Wachstum und Entwicklung, denn in einer Muskelzelle sind beispielsweise andere Gene aktiv als in einer Nervenzelle. Die RNA-Interferenz ist ein universelles System der Genregulation, das prinzipiell auf jede RNA-Sequenz angewendet werden kann. Damit stellt das Verfahren ein ideales Werkzeug dar, zelluläre Gene für die funktionelle Genomanalyse gezielt vorübergehend abzuschalten, um deren Funktion zu verstehen. Die Einsatzmöglichkeiten dieser Methode sind so vielfältig, dass die Fachzeitschrift »Science« die von Mello und Fire entdeckten siRNAs im Dezember des Jahres 2002 als »Durchbruch des Jahres« feierten.

## Ein universelles System der Genregulation

Die beiden Wissenschaftler hatten in Experimenten beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* mit so genannter *anti-sense*-RNA zeigen können, dass die *anti-sense*-RNA-Sequenz – sie hat eine zur Boten-RNA komplementäre Basenabfolge – in der Lage ist, die Bildung des von der Boten-RNA kodierten Proteins zu verhindern, denn der doppelsträngige Komplex aus Boten-RNA und *anti-sense*-RNA kann von den Ribosomen, den Proteinfabriken, nicht »verarbeitet« werden. Zu ihrer eigenen Verblüffung stellten Fire und Mello jedoch fest, dass auch die mit der Boten-RNA identische *sense*-Sequenz die Genexpression unterbinden kann, obwohl sie die gleiche Sequenz wie die Boten-RNA hat und diese daher nicht durch Paarung abfangen kann. Sie stellten die Hypothese auf, dass bei allen bis dahin durchgeführten Versuchen Spuren von doppelsträngigen RNA-Abschriften in den Versuchsreagenzien vorhanden waren und die Inaktivierung ausgelöst hätten. Zur Überprüfung experimentierten sie

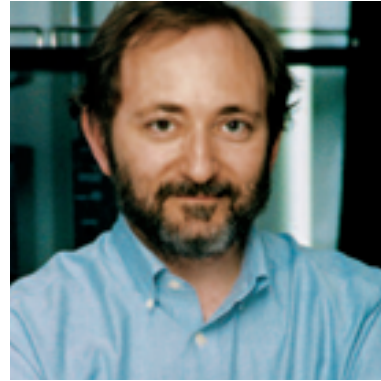
mit absolut reinen Präparationen von doppelsträngigen sowie einzelsträngigen RNA-Abschriften in der *sense*- und der *anti-sense*-Form von einem Gen mit der Bezeichnung »unc-22«, das für die Muskelfunktion des Fadenwurms eine große Rolle spielt. Während die einzelsträngigen Varianten auch in größe-

und mit sich selber einen Doppelstrang ausbildet. Andrew Fire und Craig Mello entdeckten mit der RNA-Interferenz ein universelles System der Genregulation, das inzwischen auch im Menschen nachgewiesen wurde – Voraussetzung für die Anwendung dieses Mechanismus in der Medizin.

zum so genannten RNA-induzierenden Silencing Complex (RISC). Dieser Komplex fängt Boten-RNAs mit komplementären Abschnitten ein. Passt deren Sequenz ziemlich perfekt zur Vorlage, wird das gefangene Boten-RNA-Molekül durch ein als Slicer (Hobel) bezeichnetes Enzym des RISC-Komplexes in der



Ausgezeichnet: Dr. Klaus Theo Schröder (rechts), Staatssekretär im Bundesministerium für Gesundheit, und Hilmar Kopper (zweiter von rechts), Vorsitzender der Paul Ehrlich-Stiftung, überreichten Prof. Dr. Andrew Z. Fire (links) und Prof. Dr. Craig C. Mello den Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis 2006. Wie in jedem Jahr wurde der Preis am 14. März, dem Geburtstag von Paul Ehrlich, in der Frankfurter Paulskirche verliehen.



Der 47-jährige Andrew Fire wechselte 2003 von der Johns Hopkins University, Baltimore, wo er als Biologe ab 1989 forschte, an die School of Medicine der Stanford University, Kalifornien.

rer Menge keinen Einfluss auf das Verhalten der Tiere hatten, begannen sie nach der Injektion der doppelsträngigen Variante unkontrolliert zu zucken: Die Funktion von »unc-22« war gestört. Diesen »Abschalteteffekt« beobachteten Mello und Fire daraufhin bei jedem Gen, dem sie auf diese Weise zu Leibe rückten, und nannten den Effekt »RNA-Interferenz«. Weitere Experimente belegten, dass jede Form von doppelsträngiger RNA dazu führt, dass die in der Sequenz eingeschlossenen Gene nicht gebildet werden. Dabei ist es unerheblich, ob von außen zugegebene RNA-Sequenzen zur Doppelpaarung führen oder die RNA sich zurückbiegt

#### Wie funktioniert RNA-Interferenz?

Bei der RNA-Interferenz verhindert die Zelle die Expression eines Gens, indem sie kleine doppelsträngige RNA-Moleküle (siRNAs) bildet. Diese entstehen, wenn ein Enzym namens Dicer (Häcksler) längere doppelsträngige RNA-Moleküle – virale RNA-Moleküle, regulatorische RNA-Sequenzen oder von außen in die Zelle eingeführte synthetische RNAs – in Fragmente von einheitlicher Länge (21 bis 23 Basenpaare) zerschneidet. Alle diese RNA-Schnipsel werden dann in ihre beiden Einzelstränge zerlegt. Je einer davon verbindet sich daraufhin mit Proteinen



Als »Durchbruch des Jahres« feierte die renommierte Fachzeitschrift »Science« die von Prof. Dr. Craig C. Mello und Prof. Dr. Andrew Z. Fire entdeckten siRNAs im Dezember des Jahres 2002. Der 45-jährige Biochemiker Mello arbeitet seit 2003 am Howard Hughes Medical Institute an der Massachusetts Medical School in Worcester, USA.

### Die Paul Ehrlich-Stiftung

Goldene Plakette für die Preisträger: Der Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Preis gehört zu den höchsten und international renommiertesten



Auszeichnungen, die in der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Medizin vergeben werden. Er wird jedes Jahr am 14. März, dem Geburtstag von Paul Ehrlich, in der Frankfurter Paulskirche verliehen.

Die Paul Ehrlich-Stiftung ist eine rechtlich unselbstständige Stiftung der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. Ehrenpräsident der 1929 von Hedwig Ehrlich eingerichteten Stiftung ist der Bundespräsident, der auch die gewählten Mitglieder des Stiftungsrats und des Kuratoriums beruft. Der Vorsitzende der Vereinigung von Freunden und Förderern ist gleichzeitig Vorsitzender des Stiftungsrats der Paul Ehrlich-Stiftung. Dieses Gremium, dem 12 national und international renommierte Wissenschaftler aus vier Ländern angehören, entscheidet über die Auswahl der Preisträger. Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität ist qua Amt Mitglied des Kuratoriums der Paul Ehrlich-Stiftung. Finanziert wird der Preis je zur Hälfte durch zweckgebundene Spenden von Unternehmen und dem Bundesgesundheitsministerium.

Die Autorin

**Dr. Monika Mölders**, 40, ist Pressesprecherin der Paul Ehrlich-Stiftung. Bis April 2005 war die Biologin als Referentin für Wissenschaftskommunikation an der Universität Frankfurt tätig, auch als Redakteurin dieses Wissenschaftsmagazins. Seit Mai 2005 ist sie Pressesprecherin von Roche Diagnostics, Mannheim.

Mitte zerschnitten und damit unbrauchbar gemacht. Das von dieser Boten-RNA kodierte Protein kann dadurch nicht mehr gebildet werden. Passt die gefangene Boten-RNA nur teilweise zur Sequenz der im RISC eingebundenen siRNA, hält RISC die Boten-RNA lediglich fest. Dadurch bleiben die Ribosomen bei der Proteinsynthese auf der Boten-RNA stecken und bilden ebenfalls kein funktionierendes Protein. Je nach siRNA kann demnach die Proteinsynthese bestimmter Gene komplett ausgeschaltet werden. Dies gilt auch für siRNAs, die von außen in die Zelle eingebracht werden. »Und hierin liegt das große Potenzi-

al der RNA-Interferenz für die medizinische Anwendung«, erläutert Prof. Dr. Bernhard Fleckenstein, Leiter des Instituts für Klinische und Molekulare Virologie der Universität Erlangen-Nürnberg und Mitglied des Paul Ehrlich-Stiftungsrats. »Denn durch die Synthese von bestimmten RNA-Doppelstrangkettchen kann man genau festlegen, welche Ziel-Boten-RNA zerstört werden soll.«

#### Therapeutisches Potenzial

So gelang es internationalen Forscherteams, durch Einschleusung definierter siRNA-Moleküle in Kulturen menschlicher Zellen die Ausbreitung von Viren, darunter Erre-

ger von Aids, Kinderlähmung und Hepatitis C, zumindest zeitweise zu unterbinden, indem sie die Produktion viraler Proteine hemmten, die für die Vermehrung der Krankheitserreger unentbehrlich sind. Doch noch ist der Weg bis zur therapeutischen Anwendung der RNA-Interferenz beim Menschen weit. Denn während sich der hemmende Effekt der siRNAs beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* und bei Pflanzen über den gesamten Organismus ausbreitet, ist dieser bei Säugern, also auch beim Menschen, lokal begrenzt. Wie sich siRNAs gezielt an den Wirkort bringen lassen, ist Gegenstand intensiver Forschung. ♦

## Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Nachwuchspreis für Ana Martin-Villalba



Ausgezeichnet mit dem Nachwuchspreis: Die Spanierin Ana Martin-Villalba, 34, studierte Medizin an der Universität Murcia, arbeitete dann am Universitäts-

krankenhaus Wien und setzte ihre Studien in Leeds im Rahmen des Erasmus-Programms fort. Während ihrer Promotion an der Universität Heidelberg war Ana Martin-Villalba Mitglied des Graduiertenkollegs »Molekulare und zelluläre Neurobiologie«. Nach der Promotion arbeitete sie zunächst als Assistenzärztin für Neurologie an der Universitätsklinik Heidelberg und dann als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Heidelberger Institut für Physiologie und Pathophysiologie. Seit 1999 ist die dreifache Mutter im Deutschen Krebsforschungszentrum in der Abteilung für Immunogenetik (Leitung Prof. Dr. Peter Kramer) tätig.

Die schwimmende Maus: Wird das CD 95-System einer querschnittsgelähmten Maus effektiv gehemmt, kann das Tier seine Hinterbeine nach zirka vier Wochen Behandlungsdauer wieder bewegen (im Bild). Eine unbehandelte Maus bleibt gelähmt.

Die Medizinerin Dr. Ana Martin-Villalba vom Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg wird mit dem erstmals vergebenen Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Nachwuchspreis ausgezeichnet. Sie erhält den mit 60 000 Euro dotierten Preis für ihre »grundlegenden und international viel beachteten Beiträge zur Rolle des CD95-Signalsystems für physiologische und pathophysiologische Prozesse im Nervensystem«, so die Begründung des Stiftungsrats der Paul Ehrlich-Stiftung. Unter anderem konnte Ana Martin-Villalba zeigen, dass die Blockade dieses Signalsystems bei Mäusen die Regeneration im Rückenmark nach einer Querschnittsverletzung mit großer Effizienz fördert.

Im Tierversuch bedeutete dies, dass querschnittsgelähmte Mäuse die Hinterbeine nach vier Wochen Behandlungsdauer wieder bewegen konnten, während unbehandelte Mäuse gelähmt blieben. Damit gelang Ana Martin-Villalba nicht nur die Aufklärung eines bedeutenden Signaltransduktionswegs. Ihre Entdeckung, dass dessen Stimulierung die Regeneration von geschädigtem Nervengewebe anregt, ist darüber hinaus von großem medizinischem Interesse – zum Beispiel für die Behandlung von Schlaganfallpatienten sowie Patienten mit Querschnittslähmungen. Voraussetzung für den Erfolg der Arbeiten war eine Kombination von Untersuchungen am Organismus und in Zellkultur sowie biochemischen und molekulargenetischen Analysen.

Der Paul Ehrlich- und Ludwig Darmstaedter-Nachwuchspreis wird von der Paul Ehrlich-Stiftung einmal jährlich an einen Nachwuchswissenschaftler/eine Nachwuchswissenschaftlerin verliehen, der/die an einer Forschungseinrichtung in Deutschland herausragende Leis-

tungen auf dem Gebiet der biomedizinischen Forschung erbracht hat. Das Preisgeld muss forschungsbezogen verwendet werden.

Vorschlagsberechtigt sind Hochschullehrer und Hochschullehrerinnen sowie leitende Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen von Forschungseinrichtungen in Deutschland. Die Nachwuchswissenschaftler dürfen das 40. Lebensjahr noch nicht vollendet haben. Die Auswahl der Preisträger erfolgt durch den Stiftungsrat auf Vorschlag einer Auswahlkommission, der acht deutsche Wissenschaftler angehören – unter ihnen auch der Vizepräsident der Universität Frankfurt, der Biologe Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn. Im Rahmen der ersten Ausscheidung stellten fünf Kandidatinnen und Kandidaten, die zuvor aus einem starken Bewerberfeld ausgewählt worden waren, ihre Forschungsergebnisse im Dezember 2005 im Frankfurter Georg-Speyer-Haus den Gutachtern vor. Die Jury kürte zum Abschluss Ana Martin-Villalba zur ersten Preisträgerin.



# Von Bakterien, Phagen und ihren Genen

Die ersten Jahre der Mikrobiologie in Frankfurt

Die Gründung des Frankfurter Instituts für Mikrobiologie fiel in die Zeit des Wiederaufbaus der Universität nach dem Zweiten Weltkrieg. Kaum bemerkt von der kriegswichtigen Großforschung an der Atombombe hatten sich während der Kriegsjahre in den Vereinigten Staaten zwei neue Disziplinen etabliert: die Bakterien- und die Phagen-genetik. Als Bakteriophagen bezeichnet man Viren, die Bakterien angreifen. Einen entscheidenden Impuls erhielt das Forschungsprogramm durch zwei europäische Emigranten, den deutschen Physiker Max Delbrück und den italienischen Arzt Salvador Luria. Nach dem Krieg zog die Bakteriengenetik viele Forscher an, die sich wieder friedlichen Zielen widmen wollten. Die experimentellen Methoden waren vergleichsweise einfach zu erlernen – als »Initiation« genühten in der Regel zwei Ferienkurse bei Delbrück und Luria in Cold Spring Harbor auf Long Island –, doch damit eröffnete sich ein riesiges, weitgehend unbekanntes Forschungsfeld. Reizvoll war daran, dass die Forschungsobjekte sich ungeheuer schnell vermehrten und daher leicht in großer Zahl zu kultivieren waren. Delbrück, von Haus aus theoretischer Physiker, hatte statistische Methoden in die Mikrobiologie eingeführt, mit denen er das Verhalten der Bakterienstämme – beispielsweise ihre Mutationsrate – quantitativ erfassen konnte. Für die Genetik begann damit eine neue Ära.

## Haben Bakterien Gene? Die Anfänge der Bakteriengenetik

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts hatten Genetiker hauptsächlich Pflanzen und Tiere untersucht. Lange Zeit bezweifelte man, dass Mikroorganismen überhaupt Erbinformationen, vergleichbar mit denen vielzelliger Organismen, besitzen. In erster Linie medizinisch arbeitende Bakteriologen beschäftigten sich mit für den Menschen pathogenen Bakterienstämmen. So untersuchten sie vor allem deren diagnostisch verwertbare Merkmale



1 In Kaplans Institut kam trotz nächtelanger Arbeit auch die Geselligkeit nicht zu kurz. Das Foto zeigt ihn (links) bei einer Faschingsfeier seines Arbeitskreises im Jahr 1962.

wie Kolonieförmigkeiten auf Agarnährböden oder spezielle biochemische Eigenschaften. Mutationen bei Bakterien interessierten sie dagegen nicht. Da sich Bakterien rein vegetativ durch Zellteilung vermehren, sah man darin einen grundsätzlich anderen Vorgang als bei höheren Organismen wie Pflanzen oder Tieren. Dort findet man nämlich in der Regel sexuelle Fortpflanzung, bei

der die genetischen Informationen der beiden »Eltern«-Partner rekombiniert. Zwar wusste man, dass sich auch Eigenschaften von Bakterienstämmen verändern können, aber bis zu den wegweisenden Experimenten von Delbrück und Luria im Jahr 1943 war nicht geklärt, ob dies auf genetisch bedingter und von der Umgebung unabhängiger Mutation beruht. So glaubten damals



2 Der Arbeitskreis »Molekulare Genetik« von Prof. Dr. Hans Jürgen Rhaese (links) und Prof. Dr. Helmut Steiger (rechts) im Jahr 1976. Rhaese war Mitbegründer des deutschen Zweigs der »American Society for Microbiology«.





**3** Prof. Dr. Reinhard Walter Kaplan (1912–2003) war der erste Leiter des Instituts für Mikrobiologie in den Jahren 1955 bis 1977.

einige Forscher, Bakterien könnten sich an ihre Umgebung auch durch reines »Lernen« (Adaptation) anpassen.

Die Universität Frankfurt gehörte in der Nachkriegszeit zu den ersten deutschen Universitäten, die Anschluss an die Bakterien- und Phagen-genetik fanden. Als sie 1955 ihr Institut für Mikrobiologie gründete, war es nach dem Göttinger Institut das zweite in Deutschland.

Eine treibende Kraft war der damalige Prorektor Prof. Dr. Boris Rajewski. Als Direktor des 1937 gegründeten Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biophysik (später Max-Planck-Institut für Biophysik) förderte er

schon früh die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Medizin, Biologie und Physik. Für diese Fächer setzte er sich auch in der Nachkriegszeit besonders ein: So erlangte das Röntgeninstitut der Universität, das im Krieg fast vollständig zerstört worden war, unter der kommissarischen Leitung Rajewskis ab 1947 eine führende Stellung bei der Behandlung menschlicher Tumore. Der tatkräftige Prorektor holte außerdem das Max-Planck-Institut für Hirnforschung nach Frankfurt und sicherte damit den Fortbestand des traditionsreichen Edinger-Instituts, das dem größeren Institut angegliedert wurde. Schließlich setzte er sich auch für die Gründung zweier neuer Institute ein: des Instituts für Mikrobiologie (1955) und des Instituts für Kernphysik (1956).

#### Kaplans Berufung von New York nach Frankfurt

Die Naturwissenschaftliche Fakultät hatte sich in den 1950er Jahren noch nicht von den politisch bedingten Entlassungen durch die Nationalsozialisten erholt. Zwei von vier planmäßigen Lehrstühlen für Mathematik und Astronomie waren in den Jahren nach 1933 »verloren gegangen«, wie die Naturwissenschaftliche Fakultät im Juli 1953 an den hessischen Minister für Erziehung und Volksbildung schrieb: »Die jetzige Zahl von einem ordentlichen und einem außerordentlichen Lehrstuhl ist also nur die Hälfte

des früheren Bestandes bei sehr viel größerer Studentenzahl, viel intensiverem Unterrichtsbetrieb und zahlreicheren Prüfungen.«<sup>11/</sup> In dieser Situation forderte Prorektor Rajewski »die Korrektur eines schon längst unhaltbaren Zustandes« und die »Revision eines nationalsozialistischen Willküraktes«.<sup>12/</sup> Bemerkenswert ist, dass die außerordentliche Professur, die vor dem Krieg ein Mathematiker inne gehabt hatte, jetzt mit einem Mikrobiologen besetzt werden sollte. Auf der Berufungsliste standen nur zwei Namen: Dr. Reinhard Walter Kaplan und Dr. Gerhard Piekarski. Weitere Kandidaten gab es in Deutschland nicht.

Kaplan, den die Naturwissenschaftliche Fakultät eindeutig bevorzugte, hatte seine wissenschaftliche Laufbahn als Pflanzen-Genetiker begonnen. Er war Privatdozent der Vererbungslehre in Marburg und Leiter der Abteilung Mutationsforschung am Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut) in Voldagsen (Niedersachsen). Dort hatte er nach dem Zweiten Weltkrieg – unabhängig von den Entwicklungen in den USA – erkannt, dass Mikroorganismen mit ihrer kurzen Generationsfolge viel besser zum Studium genetischer Grundphänomene geeignet sind als Pflanzen und Tiere. Als »Haustier« wählte er das Bakterium *Serratia marcescens* (*Bacterium prodigiosum*), dessen Wildtyp sich

**4** Das Institut für Mikrobiologie bezog 1955 den dritten Stock des Zoologischen Instituts in der Siesmayerstraße 70. Als die Mitarbeiter im Laufe der Jahre immer zahlreicher wurden, mussten die Balkone teilweise ausgebaut werden, um mehr Laborfläche zu gewinnen.



durch eine rote Färbung ausgezeichnet. Farbmutationen zu Weiß waren leicht zu erkennen und quantitativ zu erfassen. »Das war ein absolut origineller Forschungsansatz«, urteilt Kaplans erster Assistent, Prof. Dr. Hermann Prell, »aufgrund dieser Arbeiten lud ihn Francis Ryan 1953 an die Columbia University in New York ein.«

Die Naturwissenschaftliche Fakultät drängte darauf, schnell mit Kaplan zu verhandeln, denn es stand zu befürchten, dass er in den Vereinigten Staaten blieb. Wie Charlotte Kaplan sich erinnert, kam Boris Rajewski sie in New York besuchen, um ihren Mann für die Frankfurter Stelle zu gewinnen. Reinhard Kaplan reizte es, die Mikrobengenetik in Deutschland aufzubauen. »In Amerika wäre er nur einer unter vielen gewesen«, meinte seine Frau rückblickend, »aber bei der Einrichtung des neuen Frankfurter Instituts konnte er Forderungen stellen.«

Nach längeren Verhandlungen, in deren Verlauf auch ein neues Institutsgebäude zugesagt wurde, erhielt Kaplan am 1. August 1955 die Berufungsurkunde. Sein erster Assistent war Hermann Prell, mit dem Kaplan schon von Marburg her gut bekannt war. Prell hatte sich dort zunächst mit Botanik und Zellphysiologie beschäftigt. 1954 war er als einer der ersten deutschen Stipendiaten der Nachkriegszeit in den USA. Kaplan nahm schon in New York Kontakt zu ihm auf und gewann ihn als Assistenten. Auf Anregung Kaplans besuchte er in Cold Spring Harbor den »Phagen-Kurs« und den Kurs »Bakteriengenetik«. »Ich wurde damals ins eiskalte Wasser geworfen«, erinnert sich Prell. Als er im Dezember 1955 nach Frankfurt kam, gehörte er mit zu den ersten Phagenetikern in Deutschland.

#### Die Aufbauphase des Frankfurter Institutes für Mikrobiologie

Das Institut für Mikrobiologie erhielt den dritten Stock des Zoologischen Instituts in der Siesmayerstraße 70. »Wir hatten in der Aufbauphase viel zu tun. Damals gab es noch keine deutschsprachigen Lehrbücher über Mikrobengenetik und auch keine ausgearbeiteten Praktikumsversuche«, erinnert sich Prell. Auch bei der Laborausstat-

tung musste vieles selbst gebaut werden. Hier leistete der Feinmechanikermeister Horst Großler unersetzbare Dienste. So erinnert sich Prof. Dr. Helmut Steiger, der 1967 nach einem einjährigen Forschungsaufenthalt am California Institute of Technology (Caltech) an das Frankfurter Institut zurückkehrte: »Als ich die Messmethoden mit radioaktiven Isotopen in Frankfurt einführen wollte, brauchten wir nur einen Teil der Laborinstrumente in den USA zu bestellen. Vieles konnte Großler für uns bauen.«

Bei den Studierenden stieß das neue Fach von Anfang an auf großes Interesse – nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass es Francis Crick und James Watson 1953 gelungen war, die Struktur der DNA aufzuklären. Die Frankfurter Praktika in Mikrobengenetik und Mikrobiologie, an denen 15 bis 20 Studierende pro Semester teilnehmen konnten, genossen bald einen ausgezeichneten Ruf. Die Vorlesungen über Allgemeine Mikrobiologie und »Morphologie und Physiologie der Mikroorganismen« musste Kaplan in den ersten drei Jahren allein halten, da Prell die »venia legendi« erst 1960 erhielt. Zu seiner Entlassung und zur Erweiterung des Lehrangebots gelang es Kaplan ab dem Sommersemester 1958, Dr. Hartmut Hoffmann-Berling vom Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung in Heidelberg als Lehrbeauftragten für die Zellphysiologie zu gewinnen. Kurze Zeit später kam der Delbrück-Schüler und Phagenetik-Privatdozent Dr. Walter Harm hinzu.

#### Kaplan plädiert für den Ausbau seines Fachs

Zwei Jahre nach seiner Berufung bemühte sich Kaplan in einem Brief an den Kurator der Universität, sein Institut auszubauen. In einem dreiseitigen Bericht über »die Lage der Mikrobiologie und allgemeinen Genetik in der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt/M.« stellte er die herkömmliche Einteilung der Biologie nach ihren Untersuchungsobjekten Pflanzen, Tieren und Mikroben in Botanik, Zoologie und Mikrobiologie zur Diskussion. Inzwischen richtete sich das Interesse der biologischen Forschung vielmehr »auf die Physiologie und damit besonders auf die kausale Untersuchung all-

**See**  
süchtig  
**1 Woche**  
**Urlaub an der**  
**Nordsee-**  
**küste**  
schon ab  
**€ 49,-** p. P.

**Landal GreenParks: Ihr Partner für günstigen Familienurlaub.** Über 50 Ferienparks in Deutschland, Holland, Belgien, Österreich und Tschechien, zentral gelegen in einzigartigen Regionen in der Nähe von Strand, Heide, sehenswerten Städten, Kultur & Attraktionen.

Jetzt  
**Gratis-Katalog**  
anfordern und  
**kräftig sparen**

**Landal**  
GreenParks

**Buchungs- und**  
**Infohotline,**  
**Urlaubskatalog:**  
**0 18 05/700 730**  
(€ 0,12/Min.)  
**www.landal.de**  
**Auch in Ihrem Reisebüro**



6 Die berühmte Diskussions- und Mittagspausentreppe in den 1950er Jahren.

gemeiner Lebensgrundvorgänge«, was eine neue Gliederung der Biologie nach diesen Grundfunktionen bedeutsam mache – und zwar »quer durch die alten, obigen Objektgebiete.« Und hier maß er der allgemeinen Genetik eine fachübergreifende Bedeutung zu: Sie könne innerhalb eines der alten Objektgebiete nicht mehr vollständig und unverzerrt gelehrt und bearbeitet werden.<sup>13/</sup> »Darüber hinaus gewinnt die allgemeine Genetik auch für die breite Öffentlichkeit zunehmend an Bedeutung«, betonte Kaplan, »was z. B. aus der Forderung der deutschen Atomkommission im Zusammenhang mit dem Strahlenschutz nach allgemein-genetischen Forschungs- und Lehrstätten deutlich wird.«<sup>13/</sup> Kaplan war zu dieser Zeit gerade Mitglied in der Strahlenschutzkommission in Bonn geworden.

Aufgrund der wachsenden Bedeutung seines Fachs hielt Kaplan es für gerechtfertigt, seine außerordentliche Professur in eine ordentliche umzuwandeln. Außerdem empfahl er, in der Mikrobiologie »insbesondere die Seite der mikrobiellen Stoffwechselphysiologie zu intensivieren, die auch für die industrielle Stoffproduktion (Antibiotica u. ä.), die Abwasserreinigung u. a. Anwendungen der Mikroben

bedeutsam ist.«<sup>13/</sup> Hierfür wollte er ein Extraordinariat einrichten, das aus dem wissenschaftlichen Nachwuchs besetzt werden sollte. Er musste sich noch sechs Jahre gedulden, bis seine eigene Stelle in eine ordentliche Professur umgewandelt wurde. Die Einrichtung eines Extraordinariats oder gar den Bau eines eigenen Institutsgebäudes hat er bis zu seiner Emeritierung 1977 nicht erlebt.

#### Raumnot und Provisionen

Ende der 1960er Jahre platzte sein Institut aus allen Nähten: Die Feuerschutzbeauftragten bemängelten, dass die Gänge voller Gerätschaften standen. Kaplan schrieb etliche Briefe an das Kuratorium, in denen er darauf hinwies, dass die hohen Ansprüche an Forschung und Lehre unter den beengten Bedingungen nicht aufrecht erhalten werden

#### Archivmaterial und Literatur

<sup>11/</sup> Brief der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt an den Hessischen Minister für Erziehung und Volksbildung in Wiesbaden, Frankfurt, 10. Juli 1953. Uni-

versitätsarchiv Frankfurt am Main, Abt. 13, Nr. 259.

<sup>12/</sup> Brief von Dr. R./P. (Rajewski/Prorektor) an den Minister für Erziehung und Volksbil-

könnten. Doch erst der massive Protest der Studierenden, die aufgrund des Platzmangels keine Praktikumsplätze bekamen, brachte mehrere Übergangslösungen, die bis zum Umzug auf den Riedberg im Jahr 1993 als Provisorien dienten.

Kaplan war ein »Kämpfer«, wie sein ehemaliger Assistent und späterer Schwiegersohn Prof. Dr. Ulrich Winkler sich erinnert. Es gelang ihm mit bemerkenswerter Energie und Hartnäckigkeit, sein Fachgebiet weiter auszubauen, indem er beispielsweise Industrieforscher als Lehrbeauftragte gewann: Zuerst Dr. Karl Heinz Wallhäüßer von der Hoechst AG, der ab dem Wintersemester 1966/67 über industrielle Mikrobiologie las. Für den Anschluss an die medizinische Mikrobiologie sorgte der Lehrbeauftragte Dr. Gerhard Siefert, der wissenschaftliches Mitglied des Georg-Speyer-Hauses war.

#### Internationale Vernetzung der Frankfurter Forschung

Darüber hinaus setzte sich Kaplan für die internationale Vernetzung der Frankfurter Mikrobiologie ein. Er schätzte es, wenn seine Mitarbeiter Forschungsaufenthalte in den Vereinigten Staaten verbrachten und lud auch viele angesehene Pioniere der Mikrobiologie in das Frankfurter Kolloquium ein.

»[V]iele Gastredner gehörten zur Crème der Mikrobengenetik« erinnert sich Winkler in seinem Nachruf, »Kaplans ermunternd ausgesprochenes Credo »es gibt keine dummen Fragen« lockte so manchen zögerlichen Zuhörer aus der Reserve [...] Lehrinhalte und Lehrklima waren ausgezeichnet.« ♦

#### Die Autorin

**Dr. Anne Hardy**, 40, Physikerin und Wissenschaftshistorikerin, ist Referentin für Wissenschaftskommunikation an der Universität Frankfurt.

dung in Wiesbaden, Frankfurt, 14. Januar 1954.

<sup>13/</sup> Brief Prof. Reinhard Kaplan an den Kurator der Universität, Herrn Dr. F. Rau, 5. August 1957. Univer-

sitätsarchiv Abt. 13, Nr. 259.

<sup>14/</sup> Ulrich Winkler, Nachruf auf Prof. Dr. Reinhard W. Kaplan, in: Biologen Heute, Bd. 5 (2003).

# Ungenannt und unbekannt

Anna Edinger (1863-1929): Universitätsstifterin – Frauenrechtlerin – Deutsche Jüdin

In seinem Buch »Die Gründung der Frankfurter Universität« (1929) zählte Richard Wachsmuth (1868–1941) sie zu den »Stiftern nach Eröffnung der Universität«. Seither fand Anna Edinger in der offiziellen Geschichtsschreibung der Universität keine Erwähnung mehr. Doch nicht nur dieser Aspekt ihres Wirkens liegt im Dunkeln. So schrieb die Jüdische Liberale Zeitung im Nachruf vom 15. Januar 1930, »daß die Verstorbene durch ihre Hingabe an die allgemeine Wohlfahrt als Jüdin auch der Sache des Judentums zu Hochachtung und Ansehen verholfen hat.« Aber weder das Frankfurter Jüdische Museum noch die hiesige Jüdische Gemeinde haben bislang Anna Edinger eingehend gewürdigt. Überdies hielt das Hamburger Israelitische Familienblatt am 6. Februar 1930 fest: »Ihr Name gehörte zu den führenden der deutschen Frauenbewegung.« Gleichwohl lässt er sich in der historiographischen Literatur nur mit Hilfe einer Lupe finden. Im Folgenden wird erstmals ein biografisches Porträt Anna Edingers skizziert, das ihre Leistungen mit ihrer Persönlichkeit verbindet und in den Kontext ihrer deutsch-jüdischen Familiengeschichte stellt.

## Schicksal einer allzu wohlbehüteten Tochter

Anna Edinger entstammte einer jüdischen Bankiersfamilie, die sich bereits 1597 in Frankfurt am Main niederließ. Zu ihrer Verwandtschaft gehörte der »jüdische Geldadel«, Maximilian Benedikt Hayum von Goldschmidt-Rothschild (1843–1940), der als reichster Jude des Wilhelminischen Kaiserreichs galt. Demgegenüber hinterließ Annas Vater, Benedikt Moritz Goldschmidt (1831–1906), nur ein vergleichsweise bescheidenes Vermögen von 18 Millionen Mark (zirka 100 Millionen Euro). Obgleich er ein im Verborgenen wirkender, mildtätiger Philanthrop und feinsinniger Kunstliebhaber war, stellte die Herkunft aus diesem großbürgerlichen Milieu für sein erstgeborenes Kind eine schwere Bürde dar.



Wie den meisten Frauen ihrer Generation blieb Anna Goldschmidt in Deutschland ein Universitätsstudium verwehrt. Sie interessierte sich für Naturwissenschaften, aber im Ausland zu studieren wäre ihr wohl nur um den Preis eines Bruchs mit dem Elternhaus denkbar gewesen. Doch diese strenge Erziehung hatte sie auch so geformt, dass ihr die äußerste, ja die übermäßige Pflichterfüllung gegen sich selbst und andere stets zuvorderst stand. Wie es sich ziemte, fügte sie sich in das überkommene Los eines Vogels im goldenen Käfig, dessen Tür sich allerdings doch noch öffnen lassen sollte.

## Ehe mit Ludwig Edinger

1886 heirateten Anna Goldschmidt und Ludwig Edinger (1855–1918) nach einer »echten Brautprüfungszeit für uns beide«. Wie ihr Ehemann seinen »Erinnerungen« anvertraute, »waren wir uns wirklich eins, ganz eins in allem«. Diese für deutsche Juden seinerzeit nicht untypische Verbindung zwischen Geld und Bildung erwies sich für die Lebensperspektiven beider als un-gemein fruchtbar. Materiell abgesichert durch die Mitgift seiner Frau,

konnte der international renommierte Nervenarzt und Hirnforscher, dem der wiederauflebende Antisemitismus eine Universitätskarriere zerstört hatte, aus eigenen Mitteln ein privates Forschungsinstitut aufbauen. Damit gehörte er zu den Stiftern der 1914 eröffneten Universität Frankfurt, an der er das erste Ordinariat für Neurologie in Deutschland erhielt. Nach seinem frühen Tode erhöhte seine Witwe 1918 das Kapital der Ludwig Edinger-Stiftung noch einmal um 250 000 Mark (mehr als 1 Million Euro).

Mit ihrer Eheschließung startete Anna Edinger ihre außerhäuslichen Aktivitäten, die sie von der traditionellen Wohltätigkeit der jüdischen Frau bis in überkonfessionelle Funktionen auf kommunaler, nationaler und internationaler Ebene führten. 1886 wurde die 23-Jährige zunächst Mitglied im »Israelitischen Frauenverein« und zugleich von ihrem Mann, der die Wissbegierige als »ausgesprochen genussfreudig« schildert, in seine berufliche Lebenswelt eingeführt. Dabei lernte sie seine Kollegen kennen, nahm an wissenschaftlichen Kongressen teil und kam in Kontakt mit Edin-

**I** Anna Edingers Vater war ein passionierter Kenner Shakespeares, den er auf Abendgesellschaften in seinem Hause rezitierte und übersetzte. Zum Kreis seiner Gäste gehörte auch die Malerin Ottilie Röderstein (1859–1937), die von den Anwesenden Porträts skizzierte. Ihre Rötzelzeichnung Anna Edingers entstand in den 1890er Jahren.



2 Anna Edinger, hier vermutlich um 1910, war als stimmberechtigtes Mitglied im Armenamt der Stadt Frankfurt am Main eine der ersten Frauen in Preußen, die ein öffentliches Amt bekleideten.

gers Patienten, die sie zu Hause besuchte. Diese medizinisch-naturwissenschaftlichen Anregungen setzte Anna Edinger auf sozialpolitischem Gebiet schöpferisch um und erschloss dabei anderen Frauen öffentliche Betätigungsfelder. Sie gehörte zu jenen Jüdinnen, die aus wohlhabenden und bildungsbürgerlichen Häusern stammten, in den Führungsgremien der deut-

schen Frauenbewegung deutlich überrepräsentiert waren und hier kulturelle Modernisierungsschübe initiierten.

### Frauenbewegung und Sozialarbeit

1888 wurde Anna Edinger Mitglied im »Frankfurter Frauenbildungsverein«, 1892 gehörte sie zu den Initiatorinnen des Frankfurter »Hauspflegevereins«, 1895 zu den Begründerinnen der Frankfurter Ortsgruppe des »Allgemeinen Deutschen Frauenvereins« (ADF). Im gleichen Jahr veröffentlichte sie in der Monatszeitschrift »Die Frau« einen wegweisenden Artikel über »Hausarmenpflege«. Dieses Projekt war bahnbrechend und vorbildhaft für andere deutsche Städte. Eigens geschulte Hauspflegerinnen sorgten dafür, dass mittellose Familien versorgt wurden, wenn die Hausfrau erkrankt war. Dabei realisierte Anna Edinger die emanzipatorische Doppelstrategie, sowohl den hilfsbedürftigen als auch den helfenden Frauen zu nutzen. Bislang diskriminierend verwendete Auffassungen »natürlicher Wesensunterschiede« zwischen den Geschlechtern wurden umgewertet: »Mütterlichkeit« sollte nunmehr für bestimmte, durch Prozesse fortschreitender Industrialisierung und Urbanisierung

notwendig gewordene soziale Aufgaben besonders qualifizieren. Ehrenamtliche oder nur ausnahmsweise bezahlte Frauentätigkeit wandelte sich mehr und mehr zu einem professionalisierten Arbeitsbereich.

Orientiert am Vorbild englischer und amerikanischer Wohlfahrtsorganisationen wirkte Anna Edinger 1899 als Organisatorin und Netzwerkerin. Im »Centralblatt des Bundes Deutscher Frauenvereine« (BDF) stellte sie den aus der Frauenbewegung hervorgegangenen Frankfurter »Stadtbund der Vereine für Armenpflege und Wohltätigkeit« vor. Sein Ziel, die vielfältigen privaten Wohltätigkeitseinrichtungen zu koordinieren, um so deren Leistungsfähigkeit zu steigern, traf sich mit Bestrebungen des vom liberalen jüdischen Unternehmer Wilhelm Merton (1848–1916) begründeten »Institut für Gemeinwohl« und führten zur dauerhaften Zusammenarbeit beider Einrichtungen in der neu geschaffenen »Centrale für private Fürsorge«. Hier gehörte Anna Edinger nicht nur zu den konstituierenden Mitgliedern, sondern war 1906 in Frankfurt auch eine der ersten Frauen in Preußen überhaupt, die als stimmberechtigtes Mitglied ins Städtische Armenamt gewählt wurden.



3 Anna Edinger gehörte zu den 28 Frauen aus Deutschland, die 1915 am Internationalen Frauenfriedenskongress in Den Haag teilnahmen, der von den deutschen Frauenorganisationen boykottiert wurde. Die Haagener Beschlüsse bildeten die Grundlage der »14 Punkte«, die den US-amerikanischen Präsidenten Woodrow Wilson (1856–1924) bei den Friedensverhandlungen leiteten.



4 Anlässlich der 25-Jahr-Feier der Gemeinnützigen Luftbadpflege hielt Anna Edinger 1929 auf dem Frankfurter Römer eine Grußansprache. Auf Transparenten, die leider nicht mehr zu entziffern sind, huldigten Kinderscharen im Römerhöfchen ihrer Wohltäterin.

Anna Edinger war weit über Frankfurt hinaus anerkannt und leitete auf dem Internationalen Frauenkongress, der im Juni 1904 in Berlin stattfand, die III. Sektion »Soziale Einrichtungen und Bestrebungen« als Vorsitzende. Auf dem ebenfalls 1904 in Frankfurt abgehaltenen »Wohnungskongress« führte ihr dringender Appell dazu, dass in Worms die erste weibliche Wohnungsinspektorin angestellt wurde. Überdies war Anna Edinger mit zahlreichen weiteren Problemfeldern vertraut. So berichtete sie 1902 in den »Neue Bahnen« des ADF über die Initiativen des Frank-

furter »Notstandsausschußes«, Arbeitslosen unterschiedlicher Berufsgruppen ein Einkommen zu vermitteln. Im BDF gehörte sie ab 1899 zur »Kommission für Handelsgehilfinnen« und trat für die Verbesserung ihrer Ausbildung und Arbeitsbedingungen ein. So ging es beispielsweise um das Recht der Kaufhausverkäuferin, sich in Abwesenheit von Kundschaft hinzusetzen. Gleichzeitig gehörte Anna Edinger zur »Mäßigkeitskommission« des BDF, die über die gesundheitlichen und familiären Schäden des Alkoholismus aufklärte und die Einrichtung alkoholfreier Gaststät-

ten propagierte, in denen Frauen auch ohne männliche Begleitung unbehelligt blieben. Dabei ergaben sich Berührungspunkte zwischen dem Kampf gegen männliche Trinksitten und dem der zeitgenössischen »Sittlichkeitsbewegung« gegen staatlich reglementierte Prostitution und »doppelte Moral« zwischen den Geschlechtern, der von radikalen Feministinnen angeführt wurde.

#### Gemäßigt oder radikal?

In neueren Studien zur Geschichte der bürgerlichen Frauenbewegung ist die Gegenüberstellung eines ra-

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



Die Inschrift des Grabsteins von Anna Edinger (Frankfurter Hauptfriedhof, Gewann II, Gartengrab Nr. 21) stammt aus dem »Deutschen Requiem« von Johannes Brahms (1833–1897) und erinnert ästhetisch an die deutsch-jüdische Akkulturation der Familie Edinger: Der erste Satzteil zitiert die »Offenbarung des Johannes«, der zweite »Die Weisheit Salomons« aus den Apokryphen, die dem Alten Testament zugeordnet werden.

dikalen und eines gemäßigten Flügels relativiert worden. Auch Anna Edingers Position wird nur im Beziehungsgeflecht zeitgenössischer Kontroversen sichtbar. So spalteten um 1900 nicht die Forderung nach allgemeinem Wahlrecht als solche, sondern die unterschiedlichen Wege, dieses Ziel zu erreichen. Der lautstarke Aufruf der Radikalen, die politische Gleichstellung endlich durchzusetzen, trieb die Gemäßigten, zu denen Anna Edinger hier gehörte, voran. Deren Strategie zielte darauf ab, die politische Reife der Frau erst mit kommunaler Arbeit unter Beweis zu stellen. Für Anna Edinger dürfte sie bereits aufgrund ihrer Herkunft nahegelegen haben. Die Idee, sich zunächst mit individuellen Leistungen zu bewähren, um auf diesem Wege die volle Anerkennung zu erreichen, kennzeichnete schon den Weg zur 1871 erreichten Emanzipation der Juden in Deutschland.

Als gemäßigt erscheint Anna Edinger, die als Schatzmeisterin von 1902 bis 1910 zum Vorstand des

BDF gehörte, auch in einer inhaltlichen Kontroverse mit der Vorsitzenden: Marie Stritt (1855–1928) verstand sich als Vermittlerin zwischen den beiden Flügeln, protegierte als Herausgeberin des »Centralblatts« 1905 jedoch die radikale Auffassung, »Kernpunkt der ganzen Frauenfrage [sei] die ökonomische Unabhängigkeit der Frau in der Ehe«. Nachdem Stritt den Abdruck eines andersdenkenden Artikels verhindert hatte, erklärte Anna Edinger zum Thema »Berufsarbeit und Mutterschaft«: »Es ist der tiefste Inhalt der Frauenbewegung, dass die einzelne Frau nicht nur ihre geistigen Gaben nach ihrer Eigenart entwickeln, sondern auch individuell zu den Fragen des persönlichen Lebens Stellung nehmen soll. In einer für alle gültigen Theorie über Liebe, Ehe und Mutterschaft wer-

seit 1908 Delegierte des BDF im Friedenskomitee des »International Congress of Women« und reiste 1908 sowie 1911 zu Kongressen des ICW in Genf und Stockholm. Als der BDF (wie die SPD) im August 1914 die militärische Mobilmachung unterstützte, nahm Anna Edinger – zusammen mit einer kleinen radikalen Minderheit der Stimmrechtlerinnen sowie linken Sozialistinnen – Ende April 1915 am Kongress der »Internationalen Frauenliga für Frieden und Freiheit« in Den Haag teil und setzte sich damit in offenen Widerspruch zum Boykottaufruf des BDF. Als ihr Bericht über den Kongress in den »Neuen Bahnen« nicht gedruckt wurde, schrieb sie an die Herausgeberin Helene Lange (1848–1930): »Diejenigen, welche dort waren, haben aber das getan, was mir wie



Bei der Installation des »Frauen-Gedenk-Labyrinths« auf dem Frankfurter Hauptfriedhof im September 2005 wurde für Anna Edinger – 75 Jahre nach ihrem Tode – ein Gedenkstein hinzugefügt, für den die Frankfurter Kulturhistorikerin Helga Heubach die Patenschaft übernommen hat. Vom 29. April bis zum 29. Mai 2006 gastiert das »Frauen-Gedenk-Labyrinth« im Park hinter dem Wiesbadener Staatstheater.

den wir deshalb auf dem Boden der Frauenbewegung überhaupt nicht gelangen.« Da Stritt diesen Beitrag eigenmächtig kürzte, gehörte Anna Edinger im Vorstand zwar zu ihren Kritikerinnen, war jedoch an den Intrigen, die 1910 zur Abwahl der Bundesvorsitzenden durch die Gemäßigten führten, nicht beteiligt, sondern schied selbst aus dem Vorstand aus.

Die nationalistische Ausrichtung des BDF unter Gertrud Bäumer (1873–1954) widersprach grundsätzlichen Überzeugungen Anna Edingers. Seit 1893 gehörte sie zum »Frankfurter Friedensverein«, war

vielen anderen im Augenblick als das Wichtigste erscheint – sie haben gesagt: diesen Krieg hat kein Volk gewollt, er bringt unsagbares Leid, in Jahrzehnten nicht zu schließende Wunden; wir wollen die geringe Zahl derjenigen stärken, die versucht einen Weg zu finden, wie der Krieg schneller als es durch das Versagen und Verbluten der Mächte einer Seite geschehen kann, zum Ende zu bringen ist.«

#### Die späten Jahre

Nach Kriegsende trug Anna Edinger dazu bei, dass die US-amerikanischen Pazifistinnen Jane Addams

(1860–1935) und Alice Hamilton (1869–1970) die Weltöffentlichkeit auf die katastrophale Ernährungslage in Deutschland aufmerksam machten. Welche Gesundheitsschäden die Hungerwinter hinterlassen hatten, ließ sich in Frankfurter Licht- und Luftbädern – die 1904 von Anna Edinger, zunächst auf eigene Kosten, als Prophylaxe gegen Tuberkulose initiiert worden waren – an Kindern und Jugendlichen beobachten. Nach Edingers Rückzug aus der nationalen Politik verstärkte sie ihr Wirken in Frankfurt. Sei es als Vorsitzende des 1911 gegründeten »Freien Verbandes zur Förderung der Jugendpflege«, als Delegierte im »Verein Jugendwohl« oder als Mitglied im »Heim des Jüdischen Mädchenbundes in Neu-Isenburg« sowie im »Mädchenclub«, die beide von ihrer Cousine zweiten Grades, Bertha Pappenheim (1859–1936), geleitet wurden.

In den 1920er Jahren engagierte sich Anna Edinger weiterhin in der internationalen Friedensbewegung sowie in der »Liga für Menschenrechte«, kandidierte für die liberale »Deutsche Demokratische Partei« und war Vorsitzende des »Verbandes Frankfurter Frauenvereine«. Ihre Verdienste fanden 1928, zur Feier ihres 65. Geburtstags, breite Anerkennung. Als erste Frau wurde sie zur Verleihung der »Plakette der Stadt Frankfurt« vorgeschlagen und erhielt einen »Mannfeldbogen mit entsprechender Widmung« überreicht. 1930, im Jahr nach ihrem Tode, wurde zur Erinnerung an Anna und Ludwig Edinger der »Edinger-Weg« benannt.

#### Mutter und Töchter

Das Ehepaar Edinger hatte einen Sohn und zwei Töchter. Nach der Hochzeit der älteren Geschwister saß die ledig gebliebene Tilly Edinger (1897–1967) in den 1920er Jahren auf einmal in der traditionellen Falle. Obgleich sie sich zur Begründerin der modernen Paläoneurologie entwickelte, bestand ihre verwitwete Mutter darauf, dass sie zu Hause wohnen blieb und disqualifizierte ihre wissenschaftliche Arbeit, mit der sie kein Geld verdienen musste, als bloßes »Hobby«. Indem Anna Edinger die Entfaltung ihrer Tochter einschränkte, reproduzierte sie nicht nur Züge ihrer eigenen Vergangenheit. Rastlos tätig, blieb ihr Leben von wiederkehren-

den Erschöpfungszuständen gezeichnet. Sie starb an einer langsam sickernden Hirnblutung im Sanatorium Hohe Mark. Dass ihre beiden Töchter die vorgelebte Synthese von Mütterlichkeit und öffentlichem Engagement wieder auflösten und Professorinnengattin mit Kindern beziehungsweise alleinstehende Wissenschaftlerin wurden, markiert die noch immer hoch aktuelle Problemlage zwischen Berufsorientierung und Mutterbild der Frau. ◆

#### Der Autor

**Dr. Gerald Kreft**, 50, ist Soziologe und Medizinhistoriker und arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Neurologischen Institut (Edinger-Institut) der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Er ist Autor und Mitherausgeber mehrerer Bücher über Tilly Edinger, Ludwig Edinger sowie die Geschichte des Neurologischen Instituts (siehe Rezensionen in *Forschung Frankfurt* 3–4/2004 und 4/2005). In *Forschung Frankfurt* 1/2005 erschien zuletzt sein Beitrag »...ergab sich bald ein merkwürdiges Hindernis...«. Zur Aktualität von Ludwig Edingers neurowissenschaftlichem Projekt«.

#### Anzeige

## »Erfolg hat man gemeinsam – oder gar nicht.«

Reinfried Pohl

Der erfolgreiche Unternehmer und Pionier der Vermögensberatung spricht in diesem Buch

- über sein Allfinanz-Konzept
- über die Erfolgsgeschichte der Deutsche Vermögensberatung AG
- über seine Freunde Helmut Kohl, Michael Schumacher, Otto Rehhagel und Erich Mende
- über „Goldene Regeln“ zur Vorsorge
- über Deutschland in der Krise



**Zwei weitere Erfolgstitel von Hugo Müller-Vogg:**  
„Angela Merkel: Mein Weg“ und „Horst Köhler: Offen will ich sein – und notfalls unbequem“

**REINFRIED POHL**  
**»ICH HABE FINANZ-  
GESCHICHTE GESCHRIEBEN«**  
Ein Gespräch mit Hugo Müller-Vogg

ISBN 3-455-09505-4  
17,95 Euro (D), 18,50 Euro (A), 26,90 sFr (CH)

| Hoffmann und Campe |



# Kritisch-ironische Blick auf eigene Zunft

Charakterköpfe: Studie über gesellschaftliche Klischees von Wissenschaft

**G**esichter der Wissenschaft« handelt von gesellschaftlichen Klischees und will als wissenschaftliche Publikation zugleich alles Klischeehafte vermeiden. Das beginnt beim Alter der Autoren: Sie sind trotz ihrer »Jugend« (keiner ist 40 plus) schon Mitglieder einer altherwürdigen Institution. An der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, den beiden ältesten deutschen Wissenschaftsakademien, war im Jahr 2000 »Die Junge Akademie« ins Leben gerufen worden. 50 Nachwuchswissenschaftler und -wissenschaftlerinnen sollten fachübergreifend auf Entdeckungsreise gehen und sich »an den

mit künstlerischen Mitteln antwortet. Seine 19 plastischen Porträts – »Die Dekane« genannt – sind visuelle Annäherungen an die Akteure in der Wissenschaft. Frauen sind unter den Spitzenforschern nicht zu finden, dafür aber viele ältere Herren: so der Genetiker Wolfram Song, der auf »DNA-Reparatur bei Hefe« spezialisiert ist, oder der Neurowissenschaftler Franz von Ubbenhorst, der sich gut in der »Dysregulation zentraler Regulation« auskennt. Bei allen – so scheint es – korreliert die Tiefe der Gesichtszüge mit der Wichtigkeit der Disziplin, die sie ausüben: Während der eine die Welt aus einem hohlwangigen Profil mit hoher Stirn erkundet, tut dies der andere – bei gleich bleibend prominenter Stirnpartie – eher rundgesichtig und knubbelnasig. Die plastisch modellierten und fotografisch kunstvoll in Szene gesetzten Charakterköpfe sind humorvoll-satirische Kommentare zu einem ebenso verbreiteten wie hartnäckigen Bild von Wissenschaft. Es erscheint, dies macht Lixenfelds »künstlerische Studie« nur allzu deutlich, ebenso antiquiert wie seine angeblichen Repräsentanten, die weltfremden Stubengelehrten.

Auf eher konventionelle Weise beschäftigt sich die Psychologin Alexandra M. Freund in einer »kleinen empirischen Studie« mit dem »Bild von Wissenschaftlern in der Öffentlichkeit«. 200 Erwachsene zwischen 18 und 78 Jahren wurden danach befragt, wie sie sich den typischen Wissenschaftler vorstellen. Wenig überrascht, dass Naturwissenschaftler hinsichtlich ihrer »Respektabilität« besser abschneiden als Geisteswissenschaftler. Letztere gelten zusammen mit den Sozialwissenschaftlern als vergleichsweise »arrogant, verrückt und emotional«. Besonders schwer haben es die Philosophen, die sich die wenigsten zum Schwiegersohn wünschten (die so genannte »Prestigefrage«), während die Physiker, Mathematiker und Ökologen hier die größten Chancen hätten. Tröstlich ist da nur, dass Rechts- und Erziehungswissenschaftler und sogar Soziologen und Psychologen eine

recht hohe Bewertung bei der Frage erhielten, in welchem Maße sie aktiv in die Politikberatung einbezogen werden sollten.

Die dritte Säule des Buchs besteht in den Auskünften unterschiedlicher Fachvertreter über Selbstinszenierungen ihrer jeweiligen Disziplin. Der Biologe Martin Korte berichtet vom alltäglichen Wahnsinn des alljährlichen »Neuroscience meeting«, dessen bis zu 30 000 Teilnehmer die logistischen Kapazitäten selbst größerer Kongresszentren in den USA sprengen. Die Philosophin Eva-Maria Engelen verfasst das Drehbuch für einen Krimi, bei dem der Mörder einmal nicht der Gärtner, sondern der Philosophieprofessor ist; während die Chemikerin Katharina Landfester zur Charakterisierung eines typischen Vertreters ihrer Zunft nicht nur Doktoranden, Assistenten und Industrievertreter zu Wort kommen lässt, sondern auch die über ihren unberechenbaren Workaholic-Gatten ziemlich resignierte Ehefrau.

Eine originelle Selbstauskunft stammt vom Mitherausgeber und Rechtshistoriker Rainer Maria Kiesow, der den 31. Deutschen Rechtshistorikertag mit Fotos seiner Teilnehmer illustriert. Die meisten werden von der Seiten- oder Rückansicht gezeigt, so dass man nur die männliche Denkerstirn und den – oft kahlen – Hinterkopf erkennt.

Wie die Herausgeberin Eva-Maria Engelen im Vorwort erklärt, war es den Jung-Akademiestützern frei gestellt, wie sie einen »würdigen Vertreter« ihres Fachs inszenierten. Herausgekommen ist ein heterogenes und zugleich selbstironisches Buch: halb Bild-, halb Sammelband vereint es ungleiche Textsorten und vielfältige Darstellungsformen. Man spürt den Spieltrieb der Autoren, ihr Bedürfnis, aus dem drückenden Korsett wissenschaftlicher Beweisführung und Karriereverläufe einmal auszuscheren. Und wie nebenbei wird deutlich, dass die Kommunikation zwischen Wissenschaft und Gesellschaft nicht immer gelingt, dass es dabei manchmal zu grotesk anmutenden Störungen kommt. ♦

Eva-Maria Engelen, Rainer Maria Kiesow (Hrsg.)  
**Gesichter der Wissenschaft. Eine Studie über gesellschaftliche Klischees von Wissenschaft**  
 Berliner Wissenschaftsverlag, Berlin 2005, ISBN 3-8305-1014-4, 127 Seiten, 24,80 Euro.



Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft« engagieren. Die AG »Repräsentation«, die Fragen der aktuellen Inszenierung von Wissen nachging, legt nun eine »Studie über gesellschaftliche Klischees von Wissenschaft« vor.

Wer den üblichen Sammelband mit Einleitung, Fußnoten und Bibliographie erwartet, kommt nicht auf seine Kosten. Schon die aufwändige Aufmachung unterscheidet sich von der herkömmlichen Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse. Ein in Schwarz, Weiß und intensivem Pink gehaltener Einband lädt zum Blättern ein, das Papier ist edel, der Druck hochwertig und die Schrift neu erfunden. Sie stammt ebenso wie die schönen Schwarz-Weiß-Abbildungen im Inneren von dem Frankfurter Grafiker Elmar Lixenfeld, der auf die Frage, wie sich Wissen heute inszeniert,

Die Autorin  
**Dr. Gudrun Jäger**  
 ist Literaturwissenschaftlerin und Lehrbeauftragte des Instituts für Deutsche Sprache und Literatur II.

# Der »Heidi-loves-you-shop« lag in der Bockenheimer ...

Vom alten zum neuen Literaturhaus:

Ein Wegweiser für literarische Spaziergänge durch Frankfurt

In einem Keller neben dem Hotel Palmenhof befand sich im Sommer 1968 das Frankfurter Hippiezentrum, der nach der Freundin des Gründers »Pidschi« Hübsch (seit seinem Übertritt zum Islam: Hada-yatullah Hübsch) benannte »Heidi-loves-you-shop«. Als die Hippie-truppe einmal nach einer Acid-Nacht im Grüneburgpark spontan beschloss, im Café Laumer zu frühstücken, rückte die Polizei an und nahm den »Jungdichter Hübsch« mit. Gegen die polizeiliche Räumung des Shops mit angeschlossenen »Törn-Verlag« im Herbst 1968 protestierte auf der Buchmesse umgehend die junge linke Autorengeneration von Guntram Vesper bis Rolf Dieter Brinkmann. Apropos Café Laumer: Hier traf sich bis 1933 das »Kränzchen« des Instituts für Sozialforschung, und nach dem Krieg dozierte Adorno im Laumer im Anschluss an seine Seminare noch ein bisschen weiter. Und in Räumen des heutigen Hotels Palmenhof wohnte 1921 bis 1924 ein Schüler namens Elias Canetti, der seine Frankfurter Eindrücke jener Jahre in der Autobiografie »Fackel im Ohr« beschrieben hat.

Manchmal trennen nur ein paar Hausnummern die Erinnerungsorte der Literatur-, Zeit- und Kulturgeschichte. Reichhaltige Anregungen, um dieses Terrain eines »geistigen« Frankfurts flanierend nachvollziehen zu können, bietet der Band »Frankfurt. Literarische Spaziergänge«, der zum Umzug des Frankfurter Literaturhauses von der Bockenheimer Landstraße in die rekonstruierte Stadtbibliothek an der Schönen Aussicht von Maria Gazzetti herausgegeben wurde. In einem ausführlichen Essay im ersten Teil des Buchs folgt Renate Chojewitz Häfner den Spuren der Literatur vornehmlich des 20. Jahrhunderts in Frankfurt. Ob es da um die Zusammenfassung der Börneplatz-Diskussion oder einen Abriss der Geschichte der Buchmesse geht, um Schriftstelleradressen oder Anekdoten, man möchte nach- und

weiterlesen – und sofort spazieren gehen.

Dass Frankfurt für mehr steht als DAX und Deutsche Bank, daran erinnert den Leser auch der zweite Teil des Buchs, eine Reihe von Texten Frankfurter Autoren, die mit ihren Texten möglichst eine West-Ost-Achse quer durch die Stadt, vom alten zum neuen Literaturhaus, ziehen sollten. Dieser Route sind sie mal mehr, mal weniger gefolgt. Elegant und glänzend entzieht sich ihr Wilhelm Genazino, der mit dem Leser in einen Supermarkt einkaufen geht, was sich jedoch nicht als spezifisch frankfurterisches, sondern als bundesrepublikanisches ästhetisches Abenteuer entpuppt. Peter Kurzeck lässt uns an seinem Autorenalltag im herbstlichen Westend teilnehmen und bringt seine Tochter in den Kindergarten, während Najwa Barakat versucht, Frankfurt mit poetischen Bildern beizukommen. Jamal Tuschik wiederum nimmt uns in seine Absturzsphäre Ostend mit, muss sich allerdings, was den Topos vom versifften Trinkhallen-Frankfurt betrifft, mit dem seligen Jörg Fauser messen lassen, der diesem Frankfurt die klassische Form gegeben hat.

Über die autobiografische Bewältigung ihrer urbanen Umwelt hinaus weisen die Texte von Martin Mosebach und Robert Gernhardt, die zu Juwelen der Literatur über die Stadt gerechnet werden dürfen. Gernhardt erzählt vor dem Hintergrund der Lebens- und Arbeitsstationen der NFS, der Neuen Frankfurter Schule, die Geschichte der Satire in Frankfurt, die eigentlich die der Bundesrepublik ist. Ganz nebenbei erfährt der Leser auch, wer denn jener ominöse Hans Mentz war, dessen Name die »Humorkritik« in der Zeitschrift Titanic zierte, eine Rubrik, die Generationen von Lesern zu einem tieferen Satireverständnis erzogen hat: Die NFS trank weiland beim Wirt Hans Mentz in den Zille-Stuben ihr Bier.

Martin Mosebach nimmt den Leser in seinem »Spaziergang zum Portikus« auf einen Gang durch Frankfurt mit, bei dem er sehr genau hinsieht und sich dabei souverän seines historischen Wissens bedient. Das Ergebnis ist ein sarkastischer Kommentar über Frankfurt – ein Bild zwischen Liebe und Wut. So sein Blick über die »DDR-Trasse« der Kurt-Schuhmacher-Straße in Richtung des Dominikanerklo-



Maria Gazzetti  
(Hrsg.)  
**Frankfurt.  
Literarische  
Spaziergänge**  
S. Fischer Verlag,  
Frankfurt 2005,  
ISBN  
3-596-16935-6,  
207 Seiten,  
9,95 Euro.

ters: »Immerhin ragt da noch ein gotischer Chor in die Sichtachse des Grauens, die Dominikanerkirche, wo einst Werke von Dürer und Cranach aufbewahrt wurden und der Meister Eckhardt Prior war. In Frankfurt haben solche Hinweise auf die Vergangenheit etwas geradezu Surrealistisches. Selten wird man Orte finden, deren Boden so perfekt undurchlässig für die Vergangenheit versiegelt ist, dass selbst in die erhaltenen Reste früherer Zeiten nichts mehr vom Atem und Saft des alten Grundes aufsteigen kann.«

In ihrem Nachwort spricht die Herausgeberin Maria Gazzetti, Leiterin des Literaturhauses, zu Recht von einem wertvollen Handbuch für die historisch-literarische Tradition der Stadt Frankfurt im 20. Jahrhundert. Dabei weist aber gerade dieser Band in seiner Kürze darauf hin, wie wichtig und lohnenswert es wäre, das literarische Frankfurt der Moderne noch detaillierter zu erkunden, zumal die intellektuelle Geschichte des Westends. ◆

Der Autor

**Oliver M. Piecha**  
hat über den Frankfurter Schriftsteller Alfons Paquet promoviert. 2005 erschien von ihm eine Studie über die Frankfurter Unterhaltungskultur in der Weimarer Republik, »Roaring Frankfurt. Mit Siegfried Kracauer ins Schumann-theater«.

# Machtpoker am Main: »Der Braune Magistrat«

Studie zur Kommunalpolitik während des Nationalsozialismus

Es ist ein Verdienst der Regional- und der Stadtgeschichte, das anschaulich zu machen, was in historischen Handbüchern zu griffigen Schlagworten und Phrasen geronnen ist. Und nicht nur das: Viele der welt- und nationalgeschichtlichen Tatsachen, die uns ganz allgemein geläufig und plausibel zu sein scheinen, stellen sich bei genauerer Betrachtung als wesentlich komplexer und komplizierter dar als ursprünglich angenommen.

Bettina Tüffers  
**Der Braune Magistrat. Personalstruktur und Machtverhältnisse in der Frankfurter Stadtregierung 1933 – 1945**

Studien zur Frankfurter Geschichte, Band 54 (Hrsg. Dieter Reben-tisch), Waldemar Kramer Verlag 2004, ISBN 3-7829-0558-X, 368 Seiten, 34,80 Euro.



Dies verdeutlicht auch die 2004 beim Waldemar Kramer Verlag veröffentlichte Dissertation der Frankfurter Historikerin Bettina Tüffers »Der Braune Magistrat – Personalstruktur und Machtverhältnisse in der Frankfurter Stadtregierung 1933 – 1945«, die den viel zitierten Gegensatz zwischen Partei und Staat am Beispiel der Mainmetropole fassbar macht. Sie illustriert überaus anschaulich die Kontroversen zwischen den verschiedenen regionalen und kommunalen Verwaltungsgremien einerseits und den auf gleicher Ebene angesiedelten Funktionsträgern der NSDAP andererseits.

Als Schwerpunkt ihrer Studie beleuchtet Bettina Tüffers, wie die städtischen Ämter nach der nationalsozialistischen Machtübernahme umstrukturiert und neu besetzt

wurden. Der soziographische Hintergrund der Amtsträger wird dabei ebenso beleuchtet wie das Gerangel zwischen Parteistellen und staatlichen Institutionen.

Bereits bei der Auswahl der sogenannten »Ratsherren«, die letztlich über keinerlei Entscheidungskompetenzen verfügten, wird deutlich, von welchem Antagonismus die Frankfurter Personal- und Kommunalpolitik nachhaltig bestimmt wurden: Von Bedeutung für die Auswahl waren nicht allein eine antidemokratische und antisemitische Einstellung der Kandidaten und eine vergleichsweise niedrige NSDAP-Mitgliedsnummer, sondern auch und vor allem die Sympathie des Gauleiters Jakob Sprenger, der in seiner Funktion als Bevollmächtigter der Partei den Handlungsspielraum des ebenfalls nationalsozialistischen Oberbürgermeisters Friedrich Krebs je nach Belieben einschränken konnte.

Gefangen in der Zwickmühle zwischen der eigenen Parteimitgliedschaft und der Wahrnehmung städtischer Interessen wurde Oberbürgermeister Krebs wiederholt zum Verteidiger städtischer Positionen gegen Ein- und Übergriffe der Parteibehörden. Dass sich bei den nur teilweise neu ernannten haupt- und ehrenamtlichen Stadträten neben überzeugten Antisemiten und Rassisten auch Amtsträger aus der Weimarer Zeit mit einem nicht sonderlich nationalistisch geprägten Hintergrund behaupten konnten, war bei der Umsetzung der nationalsozialistischen Politik allerdings im besten Falle ein Hemmschuh.

Dies wird im zweiten Teil des Buchs deutlich, in dem sich Tüffers mit der praktischen Arbeit der Frankfurter Stadtverwaltung beschäftigt und nachzeichnet, wie die jüdische Bevölkerung von den städtischen Mandatsträgern diffamiert und ausgegrenzt wurde. Als es nach der »Reichskristallnacht« im November 1938 um die Frage ging, ob jüdische Bürger städtische Verkehrsmittel benutzen dürften, erteilte sich einer der Ratsherren mit fol-

gender Bemerkung: »Wir haben Hundeabteile, warum sollten wir nicht auch Judenabteile einrichten können?« Es wurden daraufhin von verschiedenen Abteilungen der Stadtverwaltung Vorschläge unterbreitet, um den Juden die Nutzung völlig zu verbieten oder ihre Platzwahl deutlich einzuschränken. Das Verkehrs- und Wirtschaftsamt wies darauf hin, dass für jegliche Eingriffe bislang die gesetzliche Grundlage fehle, und ergänzte, es sei auch deshalb nicht möglich, eine solche Maßnahme zu treffen, »weil wir bei den heutigen schwierigen Verhältnissen nur mit Mühe und Not den Verkehr einigermaßen bewältigen können und ein Ausschluß der Juden zu Schwierigkeiten und Verzögerungen in der Abfertigung führen würde.«

Doch in den folgenden Jahren leisteten die städtischen Beamten immer weniger Widerstand; der NSDAP-Kreisleiter unterstützte den Antrag der Ratsherren im Sommer 1941 nachdrücklich mit der Forderung, dass die Frankfurter Stadtverwaltung sich einer endgültigen Klärung der Frage nicht länger verschließen könne, »da sich inzwischen ganz Europa gegen den jüdischen Weltfeind« erhoben habe. Die Stadtverwaltung leistete vorseilenden Gehorsam, und fortan durften Juden bei großem Andrang nur dann noch die öffentlichen Verkehrsmittel nutzen, wenn alle »arischen« Personen Platz gefunden hatten. Auch bei den Sitzplätzen hatten die nichtjüdischen Frankfurter unbedingten Vorrang. Es mag als typisch für die Frankfurter Kommunalpolitik gelten, dass diese Regelung nur wenige Wochen vor Erlass einer entsprechenden reichseinheitlichen Anordnung erfolgte.

Die Autorin

**Dr. Jutta Heibel** ist Historikerin und arbeitet gegenwärtig als Datenbankredakteurin bei den Wertpapier-Mitteilungen (WM-Datenservice).

# Die Neandertaler – animalische Muskelprotze oder mitfühlende Zeitgenossen?

Die ersten Europäer wurden von modernen Menschen verdrängt

**C**ogito ergo sum – ich denke, also bin ich. Gedacht haben die Neandertaler gewiss – insofern hat nie jemand gelehrt, dass sie zur Gattung der Hominiden gehören. Die Frage, die sich Forscher seit der Entdeckung der steinzeitlichen Überreste im Jahr 1856 im idyllischen Tal der Düssel in der Nähe von Mettmann lange stellten, war jedoch, ob sie zu unseren direkten Vorfahren gehören oder eher zu einer weniger erfolgreichen Variante auf dem Weg zur Menschwerdung? Die Antwort darauf ist inzwischen gefunden. Die Neandertaler haben sich aus dem *Homo heidelbergensis* entwickelt, der europäischen Variante des Frühmenschen *Homo erectus*. Der moderne Mensch hingegen hat seine Wurzeln in Afrika.

Was wissen wir heute über den Neandertaler? Die Frankfurter Paläoanthropologen Friedemann Schrenk und Stephanie Müller vom Forschungsinstitut Senckenberg geben in ihrem Buch »Die Neandertaler« einen knappen, sachlichen und vor allem verständlichen Überblick über die Geschichte unserer vermeintlichen Vorfahren. Sie berichten nicht nur über die Funde im Neandertal, das nach dem im 17. Jahrhundert lebenden Dichter und Komponisten zahlreicher Kirchenlieder, Joachim Neander, benannt wurde. Sie widmen sich auch den Vorfahren des Neandertalers und des modernen Menschen.

Ihr Augenmerk liegt auf dem genetischen Vergleich, der Anatomie, dem Verhalten und der Lebensweise der Frühmenschen. Neben der Morphologie der Funde – also ihrem Aussehen und Alter – beleuchten sie insbesondere auch die geografische Lage fossiler Funde. Denn diese Biogeografie liefert wissenschaftliche Interpretationen, die die Veränderungen des regionalen Lebensraums berücksichtigen. So besiedelten die Neandertaler für die Dauer von mindestens 100 000 Jahren als erste Menschen sehr gezielt das unwirtliche eiszeitliche Europa. In dieser Zeit haben sie eine ganz eigenständige Lebensweise und

Kultur entwickelt und erfanden und nutzten Werkzeugtechniken, die sie diesen beachtlich langen Zeitraum überleben ließen. Erst das Zusammentreffen mit *Homo sapiens* führte – nachdem sie rund 50 000 Jahre nebeneinander gelebt hatten – vor etwa 30 000 Jahren zu ihrem spurlosen Verschwinden. Ein für uns moderne Menschen durchaus erschreckender Befund.

Nicht zuletzt widmen sich die Autoren der öffentlichen Meinung, der Rezeptionsgeschichte der Funde – also dem sich wandelnden Bild des Neandertalers in der Öffentlichkeit. Die Autoren sehen sich als Mittler zwischen Forschung und Öffentlichkeit. Sie wollen mit ihrem Buch auch der Verpflichtung nachkommen, unseren Kenntnisstand vom Erbe der Menschheitsgeschichte in allgemein verständlicher Form zu verbreiten. Denn das Bild, das wir uns von unseren Vorfahren machen, ist immer auch ein Spiegelbild unserer eigenen Zeit. Der Neandertaler ist hierfür das beste Beispiel.

Seit dem Fund vor genau 150 Jahren mussten die Wissenschaftler schon mit vielen Vorurteilen über die Neandertaler aufräumen. So mit demjenigen der Keulen schwingenden Primitivlinge. Die Neandertaler waren vielmehr eine eigenständige Menschenart, die sich in ganz spezieller Weise den besonderen Bedingungen des eiszeitlichen Europas angepasst hatte. So konnten diese ersten Europäer Feuer machen, waren geschickte Großwildjäger, die ihre Beute mit Speeren erlegten, und sie waren sozial organisiert. Sie besaßen Kleider und Schmuck und haben – gelegentlich – ihre Toten bestattet. Kulturell waren sich die Neandertaler und der aus Afrika stammende moderne Mensch also durchaus ähnlich.

Warum sie dennoch vom modernen Menschen verdrängt wurden, darauf wissen auch Schrenk und Müller keine endgültige Antwort. Sicher sind sie sich jedoch, dass es nichts mit mangelnder Intelligenz zu tun hatte. Eher mit der

Fortpflanzungsrate. Denn bei einer angenommenen Population von 10 000 müssten pro Jahr nur zwei Neandertaler mehr gestorben sein als geboren wurden, um die Art innerhalb recht kurzer Zeit aussterben zu lassen.



Friedemann Schrenk und Stephanie Müller  
**Die Neandertaler**  
Verlag C. H. Beck,  
September 2005,  
ISBN  
3-406-50873-1,  
128 Seiten,  
7,90 Euro.

Auch wenn anlässlich des 150-jährigen Jubiläums der Entdeckung des Neandertalers zahlreiche Publikationen zum Thema auf den Markt kommen, ist gerade dieses Buch aus der Beckschen Reihe »Wissen« wegen seiner klaren und verständlichen Sprache und seinen zahlreichen Abbildungen besonders lesenswert, wenn man sich einen kurzen, fundierten Überblick über die Welt dieser Frühmenschen verschaffen will.

Vor allem ist es aber auch ein Plädoyer »für die gegenseitige Akzeptanz und Toleranz zwischen Menschen, seien sie fossil oder rezent und stammen sie aus Afrika, Europa oder einem anderen Erdteil«. Denn schließlich – so die Autoren – gehört es zur Existenzbedingung unserer Spezies, dass die Menschen auf den verschiedenen Kontinenten in einer wechselseitigen Abhängigkeit leben. ♦

Die Autorin

**Dr. Beate Meichsner** ist promovierte Chemikerin und arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin. Sie lebt mit ihrer Familie in der Nähe von Frankfurt.

# Konnten die Römer mit ihren Zahlen eigentlich multiplizieren?

Auf Entdeckungsreise mit 111 Fragen und Antworten

Der Dampfer sticht in See, wir stehen da wie die Ölgötzen, haben eine Zeitungsenne entdeckt oder schieben unangenehme Dinge gerne auf die lange Bank. Diese Ausdrücke gehören zu unserem Alltag, wir benutzen sie, ohne viel darüber nachzudenken. Aber spannend wäre es schon, zu erfahren, woher sie eigentlich stammen. Was es mit »der langen Bank« auf sich hat, wollte eine Hörerin des Hessischen Rundfunks wissen, ein Autor hat bei der Gesellschaft für Deutsche Sprache recherchiert und die folgende Geschichte herausgefunden:

hatte die ebenso einfache wie spannende Idee: Fragen von Hörern aus Natur und Technik, Kulturgeschichte, Politik und Wirtschaft kompetent beantworten zu lassen. Seit sechs Jahren machen sich Autoren und Autorinnen bei Experten aller wissenschaftlichen Disziplinen kundig, recherchieren in Dokumenten und Nachschlagewerken. Wissenschaftler der Johann Wolfgang Goethe-Universität werden dabei gern und häufig als verlässliche Informationsquelle angefragt: So klärte zum Beispiel der Germanistik-Professor Ernst Erich Metzner die Frage, warum die Sachsen und andere Mitteleuropäer ihre schönen Landschaften als »Schweiz« bezeichnen. Ausgangspunkt für diesen Etikettenschwindel war die Reiselust der Menschen im 18. und 19. Jahrhundert. Und entdeckte man anderswo wieder, was man im Alpenland besonders romantisch gefunden hatte – etwa die Felsen und die Burgen, Wasserfälle oder Seen – übertrug man den Namen der Schweiz auf diese Landschaften. Und noch heute wirbt die Fremdenverkehrsbranche allerorten – sogar in Sibirien und Afrika – mit diesem Etikett. Mit dem Bach aus dem Taunus, mit Weinbergen, Mühlen und rundherum Feldern und Äckern findet sich selbst am Untermain bei Flörsheim eine kleine Schweiz.

Recherche-Ergebnisse sind nicht nur wissenschaftlich interessant, sie sind häufig unterhaltsam und manchmal auch verblüffend. Denn: wer weiß beispielsweise, ob eigentlich die alten Römer mit ihren langen Zahlenfolgen nicht nur addieren und subtrahieren, sondern auch multiplizieren und dividieren konnten? Auch der Experte, der Gießener Mathematikprofessor Albrecht Beutelspacher, weiß es nicht hundertprozentig. Seine Vermutung: der Abakus, die gängige Rechenhilfe der Antike, eignete sich kaum zum Malnehmen oder Teilen. Die Römer behielten sich wahrscheinlich mit Addieren und Verdoppeln: Wer mit acht multiplizieren wollte, addierte diese Zahl zu

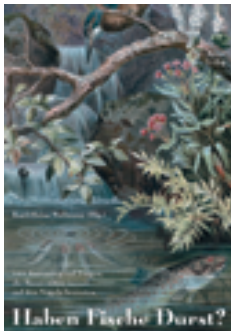
sich selbst und verdoppelte noch zweimal. So brauchten die alten Römer nur drei Additionen, um mit acht malzunehmen.

Auch nach sechs Jahren ist die »hr1-Entdeckungsreise« eine Erfolgsgeschichte – mehr als 1000 Fragen wurden seither gestellt. Grund genug für Karl-Heinz Wellmann, die überraschendsten Geschichten auszuwählen, zu überarbeiten und in Buchform herauszugeben. Fragen wie: Woher kommt die Zahlenkombination 08/15? Wie groß ist ein Quantensprung? Wo stand Hempels Sofa? Warum schimmern Gewässer im Hochgebirge so intensiv türkis? Und warum täuscht man andere mit dem berühmten »Trick 17«? sind dabei nur eine kleine Auswahl.

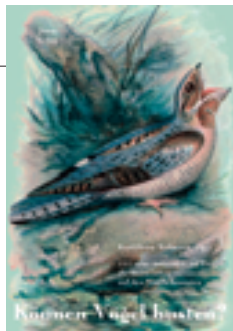
»111 Fragen und Antworten, die Ihnen schon immer auf den Nägeln brannten« enthielt schon der erste Band »Haben Fische Durst?« – er wurde bereits mehr als 10 000-mal verkauft. Die Texte sind meist eine knappe Buchseite lang, präzise und knapp formuliert und – so allgemeinverständlich geschrieben, dass sie auch für Jugendliche und ebenso für den Unterricht zu empfehlen sind. Inzwischen ist der Nachfolgeband »Können Vögel husten?« erschienen. Übrigens: Vögel können tatsächlich nicht husten – sie haben kein Zwerchfell, das besitzen nur hoch entwickelte Säugetiere. Allerdings, weiß Professor Erhard Kaleta von der Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische an der Universität Gießen, haben auch Vögel gelegentlich eine verunreinigte Luftröhre und ziehen dann ihre Bauchwand ruckartig zusammen. Mit Hilfe kleiner Härchen auf der Oberfläche der Luftröhre können sie dann auch kleinere Teile hinaus befördern. Ob allerdings Fische Durst haben, wird an dieser Stelle nicht verraten – das liest man am besten selbst nach. ♦

Die Autorin

**Brigitte Bosing** ist Diplom-Pädagogin und arbeitet als freie Autorin und Redakteurin für Print und Hörfunk in Frankfurt.



Karl-Heinz Wellmann (Hrsg.)  
**Haben Fische Durst?**  
**111 Antworten auf Fragen, die Ihnen schon immer auf den Nägeln brannten**  
Jonas-Verlag, Marburg 2003,  
ISBN 3894453168 ,  
128 Seiten, 10 Euro.



Karl-Heinz Wellmann (Hrsg.)  
**Können Vögel husten?**  
**111 neue Antworten auf Fragen, die Ihnen schon immer auf den Nägeln brannten**

Das zweite Buch zur »Entdeckungsreise« in hr 1, Jonas Verlag, Marburg 2005, ISBN 389445346X,  
120 Seiten, 10 Euro.

den: Die lange Bank hat es tatsächlich vor mehr als 400 Jahren gegeben. Sie war der Vorläufer unserer heutigen Aktenschränke. Sie ähnelte eher einer länglichen Truhe und stand in den Amtsstuben der deutschen Gerichte. Dort wurden all die Gerichtsakten aufbewahrt, die nicht sofort bearbeitet werden mussten. Nur was direkt auf dem Richtertisch landete, wurde gleich erledigt.

Zu hören – und inzwischen auch nachzulesen – war diese Geschichte in der Reihe »Entdeckungsreise« im 1. Hörfunk-Programm des Hessischen Rundfunks. Dr. Karl-Heinz Wellmann, Naturwissenschaftler und HR-Wissenschaftsredakteur,

# Green Chemistry

Ein spannendes Thema für den Unterricht

Chemie ist Leben« – so lautet zumindest ein Slogan der chemischen Großindustrie. Und tatsächlich, fast alle Dinge, die uns umgeben – und unsere Lebensqualität entscheidend verbessern – sind in ihrer Entstehung an chemische Vorgänge geknüpft. Vieles von dem, was uns selbstverständlich erscheint, ist erst durch die moderne chemische Forschung möglich geworden. Trotz allem gilt Chemie in unserer Gesellschaft allgemein als gefährlich beziehungsweise ungesund. Der Begriff »Chemie« wird fast immer mit negativen Dingen, wie Schadstoffen und Schwermetallen assoziiert. Dabei arbeiten besonders Chemiker intensiv daran, den Zustand unserer Umwelt zumindest nicht weiter zu verschlechtern. »Green Chemistry« oder die »grüne« (nachhaltige) Chemie ist ein neuer Forschungszweig, der sich speziell der Erschließung von Abfall vermeidenden, Material und Energie sparenden, kostengünstigen industriellen Prozessen widmet.

Das vorliegende Buch stützt sich auf Material der chemischen Gesellschaften Deutschlands, Großbritanniens und der Vereinigten Staaten. Bearbeitet wurde dieses unter anderem von Prof. Hans Joachim Bader (Universität Frankfurt) und Prof. Müfit Bahadır (TU Braunschweig). Bader ist unter den deutschen Chemie-Didaktikern sicherlich derjenige, der sich in den vergangenen Jahren am intensivsten mit der Aufarbeitung von ökologischen Themen, wie zum Beispiel nachwachsenden Rohstoffen für den Chemieunterricht, auseinandergesetzt hat. Bahadır ist Professor für Ökologische Chemie und Abfallanalytik und gilt als Experte auf dem Gebiet der toxischen Schadstoffe und umwelthygienischen Untersuchungen von Recyclingprodukten.

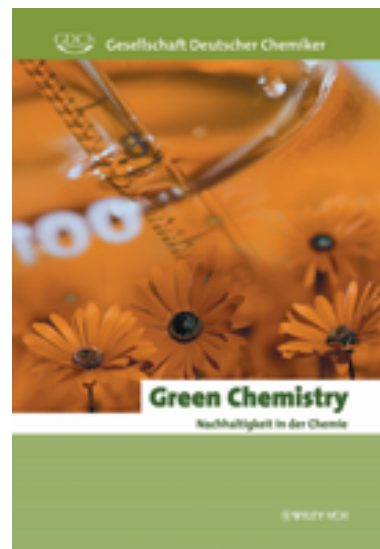
Die Grundideen von »Green Chemistry« werden im Einführungskapitel vorgestellt: Einsatz von nicht-toxischen Ausgangsmaterialien, Verwendung erneuerbarer Ressourcen, Vermeidung von Neben- und Abfallprodukten und Verminderung des Energiebedarfs.

In den einzelnen Kapiteln werden diese Grundideen aufgegriffen und mit gelungenen Praxisbeispielen untermauert. Insgesamt zeichnet sich das Buch durch eine große inhaltliche Spannweite aus. Neben den eher theoretisch ausgelegten, aber dennoch anregenden Artikeln, wie beispielsweise zum Denken in Struktur-Wirkungs-Beziehungen oder zur Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln, werden auch praktische Beispiele zur direkten Umsetzung im schulischen Chemieunterricht gegeben. Daher eignet sich das Arbeiten mit diesem Buch auch für Chemielehrer. Aus didaktischen Gesichtspunkten bieten sich besonders die Kapitel zum Biodiesel, zu den Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen und den spannenden Ausführungen rund um die Mikrowellen-Chemie zur Vertiefung im Chemieunterricht an. Neben prägnanten Fachinformationen werden hier auch zahlreiche detaillierte Beschreibungen von Schülerexperimenten dargestellt.

Die Implementierung von »Green Chemistry« in das Schulfach Chemie wäre ein wichtiger Schritt in Richtung eines zeitgemäß ausgelegten Chemieunterrichts. So zeigt sich doch immer wieder, dass die Unbeliebtheit des Schulfachs Chemie besonders durch die häufig zu abstrakten Themen bereits zu Beginn des Chemieunterrichts hervergerufen wird. Unverständlichkeit und ein fehlender Bezug zur direkten Umwelt führen zu einer ablehnenden Haltung der Schüler gegenüber allem irgendwie »Chemischen«. Neue Unterrichtsansätze wie »Chemie im Kontext«, das – angelehnt an das »Salters Advanced Chemistry Project« aus England – von den Universitäten Kiel (IPN), Dortmund, Saarbrücken und Oldenburg entwickelt wird, beinhalten lebensweltliche Themen, die für die Schüler von Interesse sind und anhand derer sich chemische Fachkenntnisse erarbeiten lassen. Green Chemistry ließe sich hervorragend in ein modern ausgelegtes Curriculum integrieren, bietet es doch vielfältige Anknüpfungspunkte an den

Alltag, orientiert sich eng an Kontexten, die für Schüler Relevanz aufweisen und liefert somit vielfältige Einsatzmöglichkeiten im schulischen Chemieunterricht.

Auch in der eigenen Praxis hat sich dieses Buch bewährt: So haben wir in der Chemiedidaktik der Universität Bielefeld im laufenden Semester sowohl eine Vorlesungseinheit zum Thema nachhaltige Chemie und nachwachsende Rohstoffe gegeben als auch Experimente aus diesem Buch im Praktikum für an-



Bader (Hrsg.),  
**Green Chemistry – Nachhaltigkeit in der Chemie**  
Verlag Wiley-VCH,  
Weinheim 2003,  
ISBN  
3-257-30875-6,  
146 Seiten,  
19,90 Euro.

gehende Chemielehrer durchgeführt. So wurden zum Beispiel die Herstellung von Biodiesel, die Gewinnung von Kunststofffolien aus Kartoffeln (Stärke) sowie die Erzeugung hoher Temperaturen mittels eines selbst gebauten Hochtemperaturtiegels mit Aktivkohle im Mikrowellenofen demonstriert.

Das überzeugende Text-Bild-Layout und die zahlreichen interessanten grafischen Darstellungen sorgen für ein verständliches und angenehmes Lesen. Abschließend lässt sich sagen: »Green Chemistry« ist zukunftsorientiert und stellt einen neuen und wichtigen Forschungszweig der Chemie dar. Die spannenden Inhalte des Buchs richten sich nicht nur an Schüler und Lehrer, Studenten und Dozenten, sondern an alle chemisch interessierten Leser. ♦

Der Autor

**Dr. Björn Risch**, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Chemie I an der Universität Bielefeld. Sein Arbeitsschwerpunkt ist die Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Kindesalter.

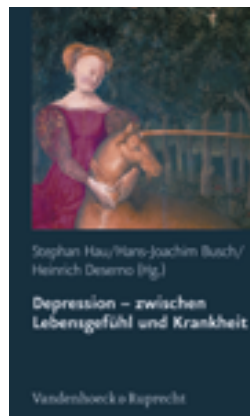
# Depression – eine moderne Zeitkrankheit?

Zu einer neuen Reihe des Sigmund-Freud-Instituts

Verdeckt hinter vielfältigen Körpersymptomen oder Schlafstörungen erkennen Ärzte Depressionen nur etwa bei der Hälfte der daran leidenden Menschen. Etwa sechs Prozent oder 3,1 Millionen



Marianne Leuzinger-Bohleber/Stephan Hau/Heinrich Deserno (Hrsg.)  
**Depression – Pluralismus in Praxis und Forschung**  
Verlag Vandenhoeck & Ruprecht,  
Göttingen 2005, ISBN 3-525-45164-4, 252 Seiten, 38,90 Euro.



Stephan Hau/Hans-Joachim Busch/Heinrich Deserno (Hrsg.)  
**Depression – zwischen Lebensgefühl und Krankheit**  
Verlag Vandenhoeck & Ruprecht,  
Göttingen 2005; ISBN 3-525-45163-6, 349 Seiten, 27,90 Euro.

Bundesbürger, darunter viele Jugendliche, sind betroffen. Damit zählt diese Erkrankung zu einer der häufigsten. Psychiater verordnen bei Depressionen Psychopharmaka. Psychoanalytiker suchen nach den seelischen Hintergründen, doch ihre Interpretationen wechseln mit der Entwicklung ihres Fachs: unbewusste Wendung der Aggression gegen sich selbst, Selbstbestrafung aus Schuldgefühl, Reaktion auf Verluste, Selbstwertzweifel, Folge nicht bewältigter seelischer Verletzungen im Kindesalter, Defizite in der Entwicklung der Persönlichkeit. Neuerdings werden soziale Zustände von Überforderung als Ursache diagnos-

tiziert, aus denen die Betroffenen keinen Ausweg sehen: Arbeitslosigkeit, Orientierungsverlust, Umwertung der Werte, ungesicherte Zukunft, Terrorbedrohung. Daher ist es äußerst verdienstvoll, dass sich Wissenschaftler des Frankfurter Sigmund-Freud-Instituts, 1960 von Alexander Mitscherlich mit tatkräftiger Unterstützung des Landes Hessen gegründet, des vernachlässigten Themas konstruktiv annehmen.

Band 1 gewährt Einblick in die aufwändige Arbeit in einzelnen Analysen, die in einer umfassenden Studie ausgewertet wurden: Bei 80 Prozent der über 400 Patienten besserte sich ihr Befinden deutlich in dem Maße, in dem ihre seelischen Nöte verstanden wurden. Die Psychoanalyse beansprucht nicht mehr das Deutungsmonopol; auch Medikamente und Verhaltenstherapie haben Erfolge, vor allem aber Methodenkombinationen. Unerlässliche sozialpsychologische Aspekte – die Psychoanalyse verstand sich schon immer als Gesellschaftskritik! – runden den informativen Band ab und schlagen die Brücke zu Band 2.

Hier gelangen neben Krankheitslehre, Behandlungsmethoden und empirischer Forschung aktuelle Befindlichkeiten der Menschen an der Schwelle zum 21. Jahrhundert ins Blickfeld: Macht Depression auf unerkannte Verluste aufmerksam? Was haben wir verloren? Sicherer Halt, verlässliche Orientierung, Zukunftsperspektiven? Gelangen wir an die Grenzen möglicher Erkenntnis? Ist der Traum vom Faustischen Streben ausgeträumt? Nicht alle Fragen werden beantwortet, einige aber doch: Depression kann kreativ machen (Stephan Hau), Frauen werden im Laufe ihrer Entwicklung zur weiblichen Identität in geschlechtsspezifischer Weise stärker gefordert als Männer (Ilka Quindeau). Melancholie war schon immer eine Lebensform. Rolf Haubl zeigt dies eindrucksvoll am Beispiel Walter Benjamins; sie bestimmt maßgeblich die Gegenwartsliteratur, wie Heinrich Deserno am Beispiel von Dieter Wellersdorfs Roman »Der Liebeswunsch« überzeugend interpretiert. Weitere Beispiele

aus der Literatur wären Fontanes »Effi Briest«, Gontscharovs »Obломov« oder Arthur Millers »Tod eines Handlungsreisenden«. Aber auch die bildende Kunst reflektiert die latente Depression der Menschheit, wie jüngst eine Ausstellung im Grand Palais Paris über »Melancholie – Génie et folie en Occident« bewies. Meist reagieren die Künstler in kreativer Weise auf schwer erträgliche Zustände einer kranken Gesellschaft. Alexander Mitscherlichs »Auf dem Weg zur vaterlosen Gesellschaft« lässt grüßen (Der Kranke in der modernen Gesellschaft, 1967) oder Margarete Mitscherlichs »Vom Ende der Vorbilder« (1978). Idole halten nicht das, was sie versprechen, und christliche Werte haben in einer säkularisierten Welt keine Chance mehr, obwohl die Menschen in der Not nach Katastrophen wieder den Trost in der Kirche suchen. Oder vermeiden die Menschen Depression durch Flucht in Hektik? Tomas Plänklers befasst sich mit der Manie als Abwehr von Depression. Er begrenzt sich aber ausnahmsweise auf den Einzelnen. Dabei wäre es naheliegender, Depression in der Gesellschaft als kollektive Reaktion auf nicht bewältigte Trauer zu deuten: Wir haben keine Zeit mehr zu trauern, früher emotional aufgeladene Beredungsriten sind durch betont sachliche Abläufe ersetzt. Insofern wäre Depression Ausdruck einer »Unfähigkeit zu trauern« wie die beiden Mitscherlichs, bezogen auf die deutsche Nachkriegsgesellschaft, 1967 kühn diagnostizierten. Trauern fällt schwer; nicht von ungefähr sprach Freud von »Trauerarbeit«.

Die Wissenschaftler des Sigmund-Freud-Instituts haben eine schwierige Umstrukturierung trotz existenzieller Bedrohung jedenfalls kreativ bewältigt. Mit ihren neuen Schriftenreihen liefern sie den lebendigen Beweis für die erfolgreiche Überwindung der eigenen depressiven Krise. Sie sind so produktiv wie nie zuvor. Die Anbindung des Instituts an die Universität war dabei sicher eine wichtige Voraussetzung. Auf weitere Publikationen darf man gespannt sein. ◆

Der Autor

**Prof. Dr. Peter Kutter** lehrte und forschte von 1974 bis 1994 als Professor für Psychoanalyse an der Universität Frankfurt; seit seiner Pensionierung 1994 lebt er in Stuttgart.

# Die subtilen Wege: Frauen und das Musikgeschehen in der frühen Neuzeit

Handbuch »Frauen – Musik – Kunst« eröffnet Einblick in unbekannte Quellen

Wer käme je auf die Idee, ein Lexikon ganz zu lesen? Nach der Lektüre des Handbuchs »Frauen – Musik – Kultur« können wissenschaftlich und einfach an Musikgeschichte Interessierte diese Frage ohne zu zögern beantworten: Es ist in jeder Hinsicht ein Gewinn. Bis zur Veröffentlichung dieser Habilitationsschrift war die frühe Neuzeit aus Frauenperspektive ein »dunkler Kontinent«.

Die Frankfurter Musikwissenschaftlerin Linda Maria Koldau hat sich auf Entdeckungsreise begeben, dabei aber nicht einfach nach weiblichen Komponistinnen aus jener Zeit gesucht – mit dieser Arbeit wäre sie schnell fertig gewesen; sie hat nicht die Endergebnisse wie Partituren untersucht, sondern das ganze kulturelle Umfeld einbezogen. Sie hat versteckte Quellen wie Tagebücher und Briefe, Klosterchroniken und Andachtsbücher, Stammbücher, Liedtexte, Botschafterberichte und Reisebeschreibungen ausgewertet und zu einem riesigen Puzzle zusammengetragen. Sie hat sich gleichsam als Maulwurf durch 37 Archive gewühlt, Erdhäufchen ans Tageslicht geschaufelt, unterirdische Gänge und Verknüpfungen freigelegt. Dabei hat sie Frauen entdeckt, die musizierten, sangen, Noten druckten, als Mäzeninnen wirkten, selber Musik schrieben – oft unter Männernamen.

Diese Quellenforschungen sind keine theoretischen Luftübungen, sondern im wahrsten Sinne »Drecksarbeit«: Es galt, alte vergilbte Papiere zu entziffern und aus dem Lateinischen, Italienischen, Niederländischen oder Niederdeutschen zu übersetzen.

Damit sich niemand in der Materialfülle verirrt, hat Koldau die Forschungsergebnisse in drei große Bereiche eingeteilt: Frauen und Musik an den Adelshöfen, Frauen und Musik im Bürgertum, Musik in Frauenklöstern und religiösen Frauengemeinschaften.

Einige Beispiele aus dem Handbuch sollen neugierig machen: Die adligen Frauen genossen die Musik

bei Hofe, Mädchen wurden auf Zupf- und Tasteninstrumenten sowie in Gesang unterrichtet und bauten ihre Fähigkeiten als Instrumentalistinnen aus, holten sich qualifizierte Musiker an den Adelsitz und sorgten so für ein reiches Konzertleben. Durch die Heiratspolitik der europäischen Adels- und Herrscherhäuser – allen voran die Habsburger, aber auch kleinere Fürstnhäuser – wirkten Frauen als musikalische Botschafterinnen und verbreiteten musikalische Impulse. So wanderte die italienische Oper über die Alpen nach Wien und in weiter nördliche Landstriche.

Die bürgerlichen Frauen hatten es weit schwerer, sich musikalisch zu betätigen; ihr Alltag, auch der musikalische, ist deutlich schlechter dokumentiert. Das Liedgut spielte bei der christlichen Erziehung eine große Rolle – dabei gab die Reformation einen wesentlichen Anstoß. Das Gesangbuch von Katharina Zell (1534) mag hier als Beispiel dienen, darin vermischte sich kirchliches mit weltlichem Liedgut wie Wiegenliedern, aber auch Liedern von Handwerkerinnen. Offensichtlich haben auch Druckerinnen, die ihre Männer in Druckwerkstätten unterstützten, erheblich dazu beigetragen, dass Liedtexte und Noten unter die Leute kamen. Professionelle Musikerinnen fanden sich unter den fahrenden Spielleuten sowie in Wirtschaftshäusern und Bordellen.

Intensiv schildert Koldau die Aktivitäten der Frauen in den Klöstern [siehe auch Linda M. Koldau, »Gesang als Lebenselixier: Die verborgene Musikkultur in den Frauenklöstern des Mittelalters und der Frühen Neuzeit«, Seite 53]. Über die liturgischen Gesänge hinaus wurde volkssprachliches Liedgut gepflegt. Ausgerechnet die verschärfte Klausurregelung im 17. Jahrhundert führte dazu, dass Frauen selbstbewusst ihre Freiräume nutzten und eine eigene musikalische Gestaltung ihrer Gottesdienste entwickelten. Musik wurde zu einer Form des Widerstands, die Nonnen sangen mit geistlichen Liedern gegen

die Reformation an.

Das Handbuch ist übersichtlich aufbereitet und so trotz der Materialfülle gut lesbar. Das Personenregister umfasst allein 50 Seiten. Zugleich bildet das Werk einen idealen Ausgangspunkt für weitere Forschungen, da immer wieder auf Anknüpfungspunkte verwiesen wird. Die neuen erschlossenen Quellen machen eigene Frauensprache sichtbar und hörbar. Koldau arbeitet trans-



Linda M. Koldau  
**Frauen – Musik – Kultur.**  
 Ein Handbuch zum deutschen Sprachgebiet der Frühen Neuzeit  
 Böhlau Verlag, Köln/Weimar/Wien, 2005, ISBN 3-412-24505-4, 1189 Seiten, 89,90 Euro.

disziplinär, sie verbindet Musikwissenschaft mit Kultur und Geschichtswissenschaft.

Das Handbuch ist ein wichtiger Schlüssel für den Zugang zur frühen Neuzeit. Auch aus frauenpolitischer Perspektive ist das Werk sehr interessant: Frauen werden nicht als Opfer der Geschichte präsentiert, als Vergessene, stumm Gemachte; vielmehr holt die Frankfurter Musikwissenschaftlerin Frauen aus allen Gesellschaftsschichten hinter dem Schleier hervor und zeigt auf, wie sie in ihrer jeweiligen Zeit und an ihrem jeweiligen Ort Gestalterinnen musikalischen Lebens waren.

In seinem Gutachten zur Erlangung der Habilitation schreibt der Kieler Historiker Michael Salewski: »Nach der Lektüre dieser Arbeit wird die Musikgeschichte dieser Jahrhunderte wenn nicht völlig, so doch in wichtigen Teilen umgeschrieben werden müssen.« Dem ist nichts hinzuzufügen. ◆

Die Autorin

**Gerhild Frasch** ist als Diplom-Pädagogin und Supervisorin in der Aus- und Weiterbildung tätig. Die Hobby-musikerin ist im Vorstand des »Förderkreises des Cornelia Goethe Centrums für Frauenstudien und die Erforschung der Geschlechterverhältnisse« und in der Jury für die Vergabe des Cornelia Goethe Preises.



# Von seltenen Vögeln

Ein engagiertes Plädoyer zum Schutz bedrohter Arten

Vögel haben die Menschen aller Zeiten fasziniert. Die Schönheit ihres Gesanges, die farbenprächtigen Gefieder, die Anmut und Eleganz der Bewegungen und – vielleicht mehr als alles andere – die Fähigkeit zu fliegen haben ihre Phantasie beschäftigt. In der nordischen Götterwelt beispielsweise trägt Odin zwei Raben als Zeichen der Weisheit bei sich. In Mozarts »Zauberflöte« wünscht sich Papageno ein Netz, mit dem er nicht nur Vögel, sondern auch Mädchen einfangen kann. Eine moderne Fluglinie schließlich versinnbildlicht den Traum vom Fliegen, von Fernweh und Freiheit mit dem Kranich. Es ist offensichtlich: Menschen begeistern sich auch deshalb für Vögel, weil sie sich als Projektionsflächen ihrer Wünsche eignen. Damit aber haben sie ein Motiv – und es ist sicher nicht das schlechteste –, um Vögel zu schützen und zu bedauern, wenn sie verschwinden.

In den letzten 400 Jahren sind

der Autorin selbst. Bei den ausgestorbenen Vogelarten werden Wandertauben, Karolinasittiche, Riesenalke und die farbenprächtigen Aras gewürdigt. Unter den gefährdeten sind es Waldraupe, Wachtelkönige, Nachtschwalben, Schleier- und Sperbereulen sowie Eisvögel. Ergänzt werden die Essays durch die Übersetzung eines einleitenden Kapitels aus der *Naturgeschichte der Vögel* des französischen Naturforschers Georges Buffon aus dem Jahr 1770. Man kann diesen sehr interessanten Text »Über die Natur der Vögel« auch ohne moderne Erläuterungen lesen, aber Hinweise auf das Leben und Werk von Buffon, der einer der bedeutendsten Biologen überhaupt war, wären sicher nützlich gewesen. Zu bezweifeln ist auch, dass die Mehrzahl der Leser weiß, dass es sich bei den »vierfüßigen Tieren«, von denen ständig die Rede ist, um nichts anderes handelt als um Säugetiere. Hier scheint die Autorin selbst verwirrt, denn sie schließt die Fledermäuse aus, obwohl Buffon sie im Text explizit als Vierfüßler nennt.

In »Von seltenen Vögeln« ist ein schönes Buch, und es enthält eine Fülle interessanter Informationen über die besprochenen Vogelarten – über ihre Ausrottung ebenso wie über verfehlte und gelungene Schutzmaßnahmen. Und doch hinterlässt es einen zwiespältigen Eindruck, seine demonstrative Naivität wirkt nicht echt, sondern gezwungen. Am deutlichsten wird dies im Nachwort der Autorin, in dem sie sich zu einer wütenden Polemik gegen die moderne Hirnforschung und Evolutionstheorie, hier besonders gegen die Soziobiologie, hinreißen lässt. Welche Vogelart, so fragt sich der verdutzte Leser, haben denn die Soziobiologen auf dem Gewissen? Einer der Begründer dieser Wissenschaft, der berühmte Ameisenforscher Edward O. Wilson, hat sich in den letzten Jahren sogar vehement für den Artenschutz eingesetzt. Und doch findet er als Repräsentant der modernen Biowissenschaften keine Gnade. Warum also diese Polemik gegen potenzielle Verbündete, zumal es doch an Gegnern nicht mangelt?

Der Grund ist, und hier wird das Buch problematisch, dass Biologen die realen Vogelarten schützen wollen, es Anita Albus aber in erster Linie um den »Kulturverlust« geht, wie es im Klappentext heißt. Damit sind die eingangs erwähnten Ideen, Wünsche, Mythologien gemeint. Diese sind nicht nur durch das Aussterben der Vögel gefährdet, sondern auch durch die Wissenschaft. Und zwar dann, wenn sich herausstellt, dass es sich um Phantasieprodukte und nicht um die Realität handelt. Besonders an einer Stelle verzeiht Anita Albus der Wissenschaft die Konfrontation mit der Realität nicht – bei der moralischen Vorbildfunktion der Vögel. Noch bei Konrad Lorenz galten die Graugänse als ausschließlich monogam. Bei Vögeln allgemein herrscht, wie Buffon schreibt, »in der Liebe mehr Zärtlichkeit, Anhänglichkeit und Sittlichkeit«, während die Säugetiere, zu denen bekanntermaßen auch die Menschen gehören, »kaum Beispiele ehelicher Keuschheit und noch weniger Beispiele väterlicher Fürsorge« zeigen. Die moderne Biologie hat dieses Bild relativiert, indem sie mit Hilfe von Gentests die erstaunlich hohe Zahl von Seiten-sprünge selbst bei sozial monogamen Vogelarten nachwies. Schlimmer noch, die Soziobiologie erklärt Paarbindung und Familiensinn als Anpassungen an die Notwendigkeiten der Brutpflege, die sich herausbilden, wenn ein Elternteil alleine keine realistische Chance hat, den Nachwuchs aufzuziehen. Es geht also um Fortpflanzungsstrategien, biologische Kosten-Nutzen-Rechnungen, und nicht um Moral.

Aus welchen Motiven auch immer ein Mensch sich für bedrohte Vogelarten einsetzt – weil er den Traum vom Fliegen liebt oder sich mehr Familiensinn wünscht – ist zunächst unerheblich. Problematisch für den Artenschutz wird es, wenn die Phantasien auf Kosten der realen Tiere in den Vordergrund treten, wenn die Aufdeckung einer Illusion als »Kulturverlust« beklagt und mit dem echten Naturverlust gleichgesetzt wird. ◆

Anita Albus,  
**Von seltenen Vögeln**  
Frankfurt am Main: S. Fischer Verlag, 2005, ISBN 3-10-000620-8, gebunden, 297 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 48 Euro.



mindestens 150 Vogelarten ausgestorben. Insgesamt zehn bereits untergegangene und bedrohte Vogelarten werden von Anita Albus vorgestellt und beschrieben. In einzelnen Essays verbindet sie historische Berichte, wissenschaftliche Erläuterungen und poetische Nachdichtung der Lebensweise dieser Vögel. Illustriert werden sie durch allesamt sehr ästhetische Abbildungen aus historischen Werken zur Ornithologie, ergänzt durch Bilder

Der Autor  
**Privatdozent Dr. Thomas Junker** ist Evolutionsbiologe und Wissenschaftshistoriker. Er lehrt und forscht in Tübingen und Frankfurt zur Geschichte der Biologie und zur Evolutionstheorie.

# An der Schnittstelle von Literatur und Medizin

Ein Lexikon, das zum Schmökern verleitet

Wissen Sie, dass sich unser Wortschatz zum Geruch im Vergleich zum Alt- und Mittelhochdeutschen auf ein Viertel reduziert hat? Schuld daran ist die im 18. Jahrhundert einsetzende Desodorierung. Oder dass Landärzte in der Literatur vergleichsweise positiv bewertet wurden? Mehr darüber erfahren Sie im Lexikon »Literatur und Medizin«, das von der Literaturwissenschaftlerin Bettina von Jagow und dem Medizinhistoriker Florian Steger vorgelegt wurde. Das 500-seitige Lexikon zu den Schnittstellen von Medizin und Literatur, mit etwa 200 Artikeln von 80 Fachkollegen aus Literaturwissenschaft, Medizinethik und Medizingeschichte, bietet einen fundierten Überblick und eine Orientierung zu dem nicht leicht überschaubaren Feld von Medizin und Literatur. Es ist das erste deutschsprachige Lexikon mit diesem Schwerpunkt und schließt somit eine wichtige Lücke der Lexikografie.

Die Artikel haben weitgehend einen einheitlichen Umfang und Aufbau: Im ersten Teil eines Lemmas wird die medizinhistorische beziehungsweise kulturgeschichtliche Bedeutung eines Begriffs dargestellt, in einem zweiten Teil werden literarische Repräsentationen des jeweiligen Begriffs in der europäischen Literatur in verschiedenen Zeitepochen erörtert. Es werden alle Literaturgattungen berücksichtigt, auch der Film, beispielsweise »Das Meer in mir« unter dem Stichwort »Euthanasie«. Die Auswahl der Stichwörter geschah in einem mehrstufigen Prozess, geleitet von der Überlegung der gegenseitigen Bedeutsamkeit für Literatur und Medizin; die Rezensentin konnte keine nennenswerten Lücken entdecken.

Die Autoren sind um Aktualität bemüht: dies verdeutlicht bereits die Auswahl der Stichwörter wie Gentechnik, Geschlechterdifferenz, Medical Humanities, Reproduktionstechnologien, Terror, Virus und betrifft sowohl die zitierten literarischen Werke als auch den Stand der Forschung. Jeder Artikel wird jeweils durch fünf Literaturangaben

zur medizinhistorischen, -ethischen beziehungsweise literaturwissenschaftlichen Forschung ergänzt. Zudem enthält das Werk ein umfangreiches Personen- und Werkregister.

In seinem Geleitwort hebt der Medizinhistoriker Dietrich von Engelhardt drei wichtige Funktionen für die Beziehung zwischen Medizin und Literatur hervor: Erstens können medizinische beziehungsweise medizinhistorische Kenntnisse zum Verständnis eines literarischen Texts beitragen. Dies ist beispielsweise bei der Darstellung Somnambuler in der Literatur der Romantik der Fall, die man nur vor dem Hintergrund des zeitgenössischen Systems des Mesmerismus versteht (Stichwort »Mesmerismus«). Zweitens kommt der Literatur Bedeutung für die Medizin zu. Literarische Darstellungen gewähren Einblicke in die Subjektivität des Kranken, in sein Erleben der Krankheit, der Beziehung zum Arzt, der Therapie und der medizinischen Institutionen. Somit fordert Literatur zur Überprüfung therapeutischer Methoden und Ziele auf. Drittens fördert die Literatur allgemein das öffentliche Verständnis für den Kranken, die Krankheit, für den Arzt und die Therapie. Sie kann auf Risiken und Gefahren hinweisen, Krankheiten deuten, Normen und Institutionen in Frage stellen, aber auch zur Popularisierung bestimmter Wertorientierungen einer Epoche beitragen. So thematisierte die Literatur des 19. Jahrhunderts die Degenerationslehre und Theorien der Rassenhygiene eher auf affirmative Weise (Stichworte »Genetik«, »Eugenik«, »Hygiene«).

Nicht in allen Beiträgen wird das komplexe Wechselspiel von Medizin und Literatur so differenziert dargestellt wie unter dem Stichwort »Geschlechterdifferenz«. Auch hier übernahm der literarische Diskurs keineswegs generell die Funktion eines kritischen Korrektivs gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Geschlechtercodierungen. Verflechtungen und Eigenständigkeit der Diskurse in Literatur und Medizin finden sich in der Zuschreibung von

Krankheitsbildern. So wurde dem Mann, dem Genie und Gelehrten häufig »Melancholie« attestiert, während man den Frauen »Hysterie« zuordnete.



Bettina von Jagow und Florian Steger (Hrsg.)  
**Literatur und Medizin. Ein Lexikon**  
 Vandenhoeck & Ruprecht.  
 Göttingen 2005.  
 498 S. 59 Euro.

Die Beiträge sind im Allgemeinen gut verständlich geschrieben. Ein Satz wie der unter dem Stichwort »Leib und Seele« gefundene »Dagegen präferieren analytisch geprägte Ansätze der Neurophilosophie substanzmonistische, epiphänomenale oder eliminativistische Positionen«, ohne weitere Erläuterungen der Begriffe, kommt zum Glück selten vor.

Die Autoren verstehen ihr Projekt als interdisziplinäre Herausforderung und wollen damit einen Beitrag im Rahmen der humanwissenschaftlichen Grundlagenforschung leisten, durch den der aktuelle Dialog zwischen Geisteswissenschaften und empirischen Wissenschaften angeregt wird. Es ist ein gelungenes Buch, in dem man richtig schmökern kann und das zum Weiterlesen anregt. Das Lexikon ist nicht nur ein wichtiges Arbeitsmittel für Literaturwissenschaftler und Medizinhistoriker, es sollte auch an keiner höheren Schule fehlen und sei allen an Literatur, Medizin und Geschichte Interessierten wärmstens empfohlen. ♦

Die Autorin

**Dr. phil. Barbara Wolf-Braun** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Senckenbergischen Institut für Geschichte und Ethik der Medizin der Universität Frankfurt. Sie ist Mitglied des Klinischen Ethik-Komitees an der Universitätsklinik Frankfurt.

Die nächste Ausgabe von »Forschung Frankfurt« erscheint Mitte Juli 2006.

## Afrika im Wandel: Natur, Kultur, Gesellschaft



In kaum einem anderen Teil der Erde kommt sich der durchschnittliche Europäer fremder vor, hat er mehr Angst um seine Gesundheit und Sicherheit. Afrika, der Kontinent des Nebeneinanders von bitterer Armut und riesigen Ressourcen, der Kontinent der Negativschlagzeilen – für zahlreiche Frankfurter Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aber nicht nur ein äußerst spannendes Arbeitsumfeld, sondern ein Erdteil, der sie persönlich fesselt und prägt. So geht ihr Engagement auch in vielen Fällen über die reine Forschungsarbeit hinaus, wie der Bau eines Kultur- und Museumskomplexes in Malawi oder die Einrichtung von botanischen Schutzzonen in Benin zeigt.

Mit dem Zentrum für interdisziplinäre Afrikaforschung, kurz ZIAF, startete 2004 eine neue Ära in der Frankfurter Afrikaforschung, die in den 1920er Jahren mit dem genialen Außenseiter Leo Frobenius begann. Seit Jahrzehnten zählt Frankfurt nun zu den internatio-

nal einflussreichsten Forschungsstätten auf diesem Gebiet. Wissenschaftler aus acht Fachbereichen bündeln unter dem Dach des ZIAF ihre Aktivitäten. Die westafrikanischen Savanne bildet noch aus den Zeiten des Sonderforschungsbereichs einen Schwerpunkt, doch haben sich die Forschungsinitiativen inzwischen fast gleichmäßig über den ganzen Kontinent ausgebreitet – von Marokko bis Namibia, von Mali bis Kenia. Genauso vielfältig präsentieren sich die neuen Projekte, die in der nächsten Ausgabe von Forschung Frankfurt in einem Sonderheft »Afrika im Wandel« porträtiert werden. Wie forscht es sich als Ethnologie-Studentin »mit« Afrikanern, und nicht nur »über«? Was haben Dinosaurier mit Demokratie zu tun? Und warum ist Biodiversität auch für Analphabeten ein heißes Thema? Antworten auf diese und viele andere Fragen gibt die nächste Ausgabe, die unmittelbar vor der 20. internationalen Tagung der Vereinigung der Afrikanisten in Deutschland erscheint, die vom 24. bis 27. Juli am Campus Westend stattfindet und vom ZIAF organisiert wird. Nähere Informationen zu der Tagung: [www.ziaf.de](http://www.ziaf.de) oder [www.afrikaforschung.de](http://www.afrikaforschung.de) ♦

### 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@tg.uni-frankfurt.de](mailto:jaspers@tg.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)798-28622, Telefax (069) 798-28530  
E-Mail: [hardy@pww.uni-frankfurt.de](mailto: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](mailto:I.Steier@vdv.uni-frankfurt.de)

#### Forschung Frankfurt im Internet

[www.muk.uni-frankfurt.de/Publikationen/FFFM/index.html](http://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](mailto:info@vmk-verlag.de), Internet: [www.vmk-verlag.de](http://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](mailto:info@vmk-druckerei.de), Internet: [www.vmk-verlag.de](http://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](mailto:joachim@schreibervis.de), Internet: [www.schreibervis.de](http://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](mailto: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:** Abbildung von Kai Michael Toellner, Birmingham.

**Editorial:** Foto von Uwe Dettmar, Frankfurt.

**Inhalt:** Hinweise bei den jeweiligen Beiträgen.

**Nachrichten:** Foto Seite 4 von Jan Jacob Hofmann, Frankfurt; Foto Seite 5 Bildarchiv AP; Foto Seite 6 vom Medizinische Klinik III (Kardiologie); Foto Seite 7 von Aline Dépraz.

**Forschung intensiv – Korallenriffe:** Alle Fotos Seite 10 bis 14 Eberhard Gischler, Seite 11 oben NASA, unten Charles Darwin (1842), Seite 12 oben aus Veron, Corals in space and time, Sydney 1995, Seite 13 oben und Mitte aus Scoffin, Taphonomy of coral reefs, coral reef 11, S. 57–77, Autorenfoto Seite 13 Dettmar.

**Forschung intensiv – Theologie interkulturell:** Foto Seite 18 von Associated Press (AP) Bilderdienst, Frankfurt; Fotos Seite 19 von dpa Picture – Alliance, Frankfurt; Fotos Seite 20, 21, 22 von KNA Bild, Katholische Nachrichtenagentur, Bonn; Autorenfotos Seite 21 von Dettmar; Abbildungen Seite 23 und 24 von »Theologie interkulturell«, Fachbereich Evangelische Theologie.

**Forschung intensiv – Morbus Parkinson:** Grafiken Seite 26 bis 33 Ingrid Szász-Jacobi, Seite 27 oben und Seite 31 Braak in Neurobiol. Aging 2003a, 24: 197–210, Seite 28 Braak in Neurosci. Lett. 2006a, 396: 67–72, Autorenfoto Seite 32 von Dettmar; Seite 32 Braak et al. In Movem. Disord. 2006b (im Druck).

**Forschung intensiv – Viruspersistenz:** Seite 34 von Kay Grünewald, Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried; Abbildungen Seite 35 und 36 Christian Schölz und Robert Tampé; Autorenfoto Seite 36 von Dettmar.

**Forschung intensiv – Immunologie:** Abbildung Seite 39 von Kai Michael Toellner, Birmingham; Abbildungen Seite 41 bis 43 von Michael Meyer-Hermann; Autorenfoto Seite 43 von Dettmar.

**Forschung aktuell:** Seite 44 bis 47 Ausschnitte aus Videoclips zusammengestellt von Henry Keazor; Fotos Seite 48 von Ullstein Bild, Berlin; Cover Tonband Seite 49 Artefact von Hanns Peter Bushoff, München; Foto Seite 49 von Sony, BMG, München; Plakat Seite 50 Hessischer Rundfunk, Frankfurt; CD-Cover Seite 51 von Sony, BMG, München; Foto Seite 51 unten von Ullstein Bild; DVD-Cover Seite 52 von DVD Paramount, München; Abbildungen Seite 53 und 54 oben aus dem Archiv des Klosters Ebstorf; Fotos Seite 54 bis 56 von Linda Maria Koldau; Foto Seite 57 von Ullstein Bild; Fotos und Abbildungen Seite 58 und 60 oben von Eckard Boles; Fotos Seite 60 und 61 von DZ SV-Bilderdienst München; Foto Seite 61 oben; Foto Seite 62 von Ullstein Bild, Berlin.

**Perspektiven:** Fotos Seite 64 bis 67 von Dettmar; alle Grafiken Seite 68 bis 71 von Nature Publishing Group.

**Stifter und Sponsoren:** Fotos Seite 73 bis 76 von Dettmar; Fotos Seite 78 und 79 links von Dettmar; Fotos Seite 79.

**Universitätsgeschichte:** Fotos Seite 81 von Helmut Steiger; Fotos Seite 82 aus Universitätsarchiv Frankfurt am Main (oben: Photosammlung Buchstabe K, unten: Nr. 1147); Foto Seite 84 von Ulrich Winkler; Bild Seite 85 aus Privatbesitz Prof. Dr. Reiner Wiehl; Foto Seite 86 oben aus Historisches Museum Frankfurt am Main (Foto Anonym); Foto Seite 86 unten aus Bestand Stiftung Archiv der deutschen Frauenbewegung, Kassel (Internationaler Frauenkongress-Bericht, Den Haag vom 21. April – 1. Mai 1915, hrsg. vom Internationalen Frauenkomitee für Dauernden Frieden Amsterdam 1915); Fotos Seite 87 von Leo Baeck Institute, New York; Fotos Seite 88 von Anna Oezden, Frankfurt.

**Vorschau:** Foto Seite 100 von Irene Marzoff, Institut für Physische Geographie, Fachbereich Geowissenschaften/Geographie.