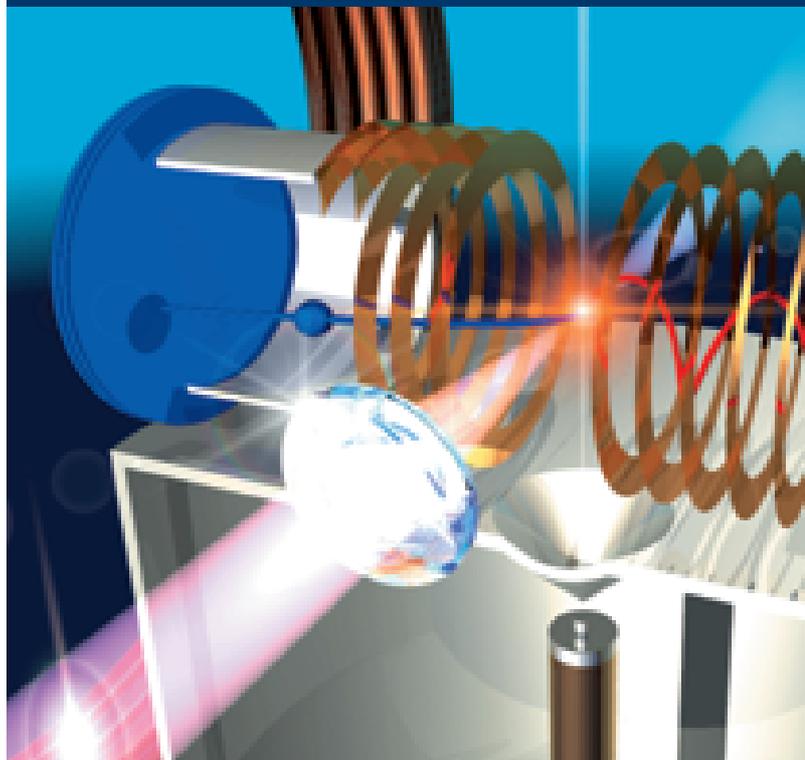


Forschung Frankfurt



- »Small is beautiful«
Bioforschung in der Nanowelt
- Chancen und Grenzen des
Arbeitsrechts: Gefangen
im globalen Wettbewerb
- Was verloren geht,
wenn Sprachen sterben
- Bewegung in der Welt der Quanten
- Frankfurter Studenten zwischen
1914 und 1959: Das Wechselvolle
des Politischen

Physik

3-4.2004

Liebe Leserinnen, liebe Leser,



»Verstehen wir uns noch?« – eine provokante Frage, mit der die Frankfurter

Sprachwissenschaftler ihren Beitrag betitelt haben. Weltweit gibt es über 6500 Sprachen, von denen einige hundert vom Aussterben bedroht sind. Die Globalisierung schreitet voran; auch hier nimmt die Wissenschaft eine Vorreiterrolle ein: Denn Englisch ist seit Jahrzehnten die »international language«. Doch auch wenn in der »science community« diese Weltsprache als »lingua franca« dominiert, spricht die Gemeinschaft der Forscher doch nicht nur eine Sprache – zu unterschiedlich sind ihre Forschungsgegenstände, zu spezifisch ihre »Dialekte«. Im Idealfall leistet eine Fachsprache das, was der Ehrgeiz aller Sprachkünstler ist: das Wesentliche mit dem richtigen Ausdruck zu erfassen – randscharf und punktgenau.

Doch oft werden die Wissenschaftler ihrem Anspruch, eine Kommunikationsgemeinschaft zu bilden, nicht gerecht; und noch viel schwieriger ist die Verständigung mit den interessierten Laien. Vorbei die Zeiten, als es noch von Leuten wimmelte – wie Lesing schrieb – »die alles, was sie nicht verstehen, für erhaben halten«. Der Druck auf die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, ihre Forschungsergebnisse öffentlich zu machen, hat zugenommen. Wissenschaft für den Dialog über die Fachdisziplinen hinweg verständlich aufzubereiten – das ist das Anliegen von »Forschung Frankfurt«. Dabei gilt es den Fachjargon – im Dialog der Fachwissenschaftler unverzichtbares Instrument für eine eindeutige, präzise Kommunikation – in eine allgemeinverständliche Sprache zu übertragen, denn nur wer sich »versteht«, kann miteinander arbeiten.

Netzwerke, Verbundforschung, Centers of Excellence, Forschungscluster – all das kann nur funktionieren, wenn Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen eine gemeinsame Sprache in einem stimmigen Umfeld finden. Das Zusammenwirken in Groß-Projekten, die mit Millionensummen gefördert werden, gehört in den Naturwissenschaften zum Alltag. Im Center for Membrane Proteomics (CMP) arbeiten zurzeit 40 Gruppen aus vier verschiedenen Fachbereichen sowie den Max-Planck-Instituten für Biophysik und Hirnforschung zusammen. Das CMP bündelt die in Frankfurt vorhandene Expertise im Bereich Membranbiologie fachübergreifend und interdisziplinär und macht diesen Universitätsschwerpunkt dadurch national und international sichtbar. Ideale Voraussetzungen für Forschung im Verbund schafft auch der Umzug des Fachbereichs Physik auf dem Campus Riedberg, der im Frühjahr 2005 abgeschlossen sein wird; das Institut für Kernphysik macht im Spätherbst 2004 den Umzugsauftakt. Auch in den Geisteswissenschaften geht der Trend zu Forschungsprojekten, die im qualifizierten, oft international besetzten Team bearbeitet werden. Dafür ist der von einem Autoren-Team geschriebene Beitrag über die weltweit bedrohten Sprachen ein überzeugendes Beispiel.

Und so hoffe ich sehr, dass Sie, liebe Leserinnen und Leser, nach der Lektüre auch zu der Auffassung gelangen, »wir verstehen uns immer besser«.

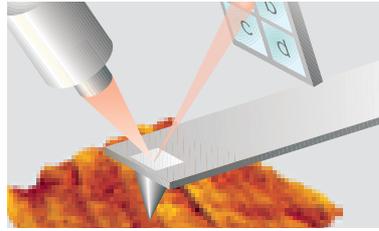
Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

Ihr

Prof. Dr. Rudolf Steinberg
Präsident der Johann
Wolfgang Goethe-Universität

Nachrichten

- 4 Luise Schorn-Schütte: Im Präsidium der Deutschen Forschungsgemeinschaft
- 4 Neuer Sonderforschungsbereich: »Die troposphärische Eisphase«
- 5 Eine genetische Ursache der Parkinson-Krankheit entschlüsselt
- 6 Weitere Etappen auf dem Weg zur Universität der drei Campi
- 7 Eckhard Reh binder: »Vater des modernen Umweltrechts«
- 8 Wer Musik macht, lebt glücklicher – Kulturpreis für Hans Günther Bastian
- 8 Uran im Urin
- 9 »Sapere aude! – Wage zu wissen!« – 1822-Universitätspreis für Helmut Wicht



»Small is beautiful« – Bioforschung in der Nanowelt

»Think small!« ist ein technologischer Ausdruck, der die Welt verändert hat. Von der Mikroelektronik über die Optik bis hin zur Biotechnologie erobert die Nanotechnologie Forschung und Entwicklung, Arbeitstechniken und Anwendungen. Auch in der Biochemie eröffnen nanotechnologische Erkenntnisse und Techniken neue Wege. Der Aufbruch in den Nanokosmos ist geschafft – dies zeigt der Beitrag von Professor Dr. Robert Tampé und Ali Tinazli, Institut für Biochemie. Die beiden Biochemiker erläutern den Einsatz der Nanotechnologie bei der Entwicklung von Protein-Chips, mit denen Proteome, die Gesamtheit der Proteine eines Organismus, analysiert werden können. Die Anwendungsmöglichkeiten dieser neuartigen Bio-Chips reichen von der Umweltanalytik über die medizinische Diagnostik bis hin zur medizinischen Therapie.

Forschung intensiv

- Nano-biotechnologie** 10 »Small is beautiful« – Bioforschung in der Nanowelt
- Arbeitsrecht weltweit** 15 Gefangen im globalen Wettbewerb
- Pflanzliche Arzneimittel** 22 Johanniskraut – Von Inhaltsstoffen und anderen Unwägbarkeiten
- Bedrohte Sprachen weltweit** 28 Verstehen wir uns noch? Was verloren geht, wenn Sprachen sterben

Die weltweite Vernetzung von Märkten, Kapital und Produktion lässt Entwicklungs- und Schwellenländer der Versuchung des »social dumping« erliegen: Das ohnehin niedrige arbeitsrechtliche Niveau senken sie noch weiter ab, um im globalen Wettbewerb mithalten zu können. Davon betroffen sind Länder in Afrika, Asien und Lateinamerika ebenso wie in Mittel- und Osteuropa. Doch bedroht sind auch die sozialen Errungenschaften in den Industrieländern. Prof. Dr. Manfred Weiss, der sich wissenschaftlich und in internationalen Gremien mit dem Arbeitsrecht beschäftigt, geht den Fragen nach, welche Konzepte der Gegensteuerung sich auf globaler Ebene ausmachen lassen, wie deren Effektivität einzuschätzen ist und welche Zukunftsperspektiven sich entwickeln.



Arbeitsrecht: Gefangen im globalem Wettbewerb

Forschung aktuell

- 38 Umzug des Fachbereichs Physik steht bevor – Das Stern-Gerlach-Zentrum für experimentelle Physik
- 41 Bewegung in der Welt der Quanten
- 45 Kurze Wellen, lange Wellen, Terawellen – Elektromagnetische Strahlung im Terahertz-Frequenzbereich erobert neue Anwendungsfelder
- 49 »Gehabte Schmerzen, die hab' ich gern« – Besonderheiten der Schmerztherapie
- 53 Virtuelle Börsen im Marketing



Von Inhaltsstoffen und anderen Unwägbarkeiten

Wo Johanniskraut drauf steht, ist auch immer Johanniskraut drin. So weit, so wahr. Doch nicht immer enthalten die aus *Hypericum perforatum L.*, so der botanische Name, gewonnenen Trockenextrakte die wirksamkeitsbestimmenden Inhaltsstoffe in ausreichender Menge. Da Johanniskraut-Trockenextrakte häufig zur Behandlung von leichten bis mittelschweren Depressionen eingesetzt werden, ist ihre konstante Zusammensetzung mit wirksamen Komponenten jedoch von besonderer Bedeutung für die Betroffenen. Prof. Dr. Manfred Schubert-Zsilavec und Dr. Mario Wurglics, Institut für pharmazeutische Chemie, erläutern, welche Überraschungen die Wirkstoffbestimmung verschiedener Johanniskrautpräparate zutage brachte.

Was verloren geht, wenn Sprachen sterben

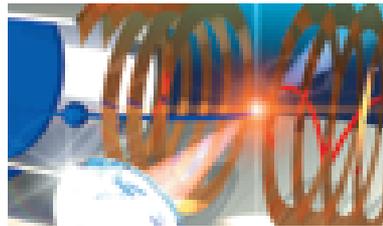


Vielen Tier- und Pflanzenarten vergleichbar sind auch zahlreiche Sprachen bedroht. Was sind Ursachen für das beschleunigte Sprachensterben? Was geht damit verloren? Wie bewahrt man das Wissen für die Nachwelt? Überall in der Welt sind Dutzende von Forscherteams unterwegs, um mit Computern, Tonbandgeräten und Video-Kameras Aufnahmen von Sprachen zu machen, von denen zu erwarten ist, dass sie das Ende dieses Jahrhunderts nicht »überleben« werden.

Auch an der Universität Frankfurt stehen bedrohte Sprachen im Fokus linguistischer Forschung, wobei so unterschiedliche Weltgegenden wie der Kaukasus (Prof. Dr. Jost Gippert und Dr. Manana Tandaschwili), Afrika (Prof. Dr. Rainer Vossen), Sibirien (Prof. Dr. Marcel Erdal) und Südostasien (Prof. Dr. Bernd Nothofer) im Mittelpunkt stehen.

Bewegung in der Welt der Quanten

Chemische Reaktionen mit Hilfe von Lasern kontrollieren zu können, ist der Traum vieler Naturwissenschaftler. Mit der Entwicklung der COLTRIMS-Technologie sind sie diesem Traum einen Schritt näher gekommen, denn diese Technik erlaubt es, Bewegungen von Elektronen und geladenen Atomen sichtbar zu machen.



Mit modernen bildgebenden Verfahren und Lasern ist es sogar möglich, in einen neuen Bereich der Ultrakurzzeitphysik, den Attosekundenbereich, vorzustoßen, wie Professor Dr. Reinhard Dörner, Institut für Kernphysik, erläutert. Doch bis zum Filmen der Elektronen in Atomen und Molekülen ist noch viel Forschungsarbeit zu leisten. Das neue Stern-Gerlach-Zentrum bietet hierzu ideale Voraussetzungen, wie Professor Dr. Horst Schmidt-Böcking, Institut für Kernphysik, in einem weiteren Beitrag erklärt.

»Gehabte Schmerzen, die hab' ich gern «

Schmerz ist der Hauptgrund für einen Besuch beim Arzt. Zwar übt Schmerz – vor allem akuter Schmerz – eine nützliche Warnfunktion aus, er kann aber auch, insbesondere wenn er chronifiziert, selbst zur Krankheit werden. Weltweit gehören Schmerzmittel zu den am häufigsten eingesetzten Pharmaka. Viele der zur Verfügung stehenden Arzneimittel haben jedoch entweder eine zu geringe schmerzlindernde Wirkung oder lösen bei chronischer Anwendung ernste Nebenwirkungen aus. Im Rahmen der Frankfurter Schmerzplattform arbeiten Professor Dr. Dr. Gerd Geißlinger und Privatdozent Dr. Jörn Lötsch, Institut für Klinische Pharmakologie, an der Erforschung von analgetisch wirksamen Substanzen sowie der Entwicklung von neuer Wirkprinzipien.



Perspektiven

Der Unibator – Eine akademische Brutstätte für Innovatives	56
»Forschungspotenzial muss sich entfalten können« Prof. Dr. Günther Wess im Gespräch mit Dr. Monika Mölders	60
Ein erfolgreiches Wissenschaftsmodell für die Zukunft: Das fachbereichsübergreifende Center for Membrane Proteomics	64

Wissenschafts- und Universitätsgeschichte

Die Universität Frankfurt – eine der Geburtsstätten der theoretischen Physik in Deutschland	67
»... denn schließlich hatte ich doch selbst diese Tragödie mit ausgelöst« Otto Hahn im Spannungsfeld von Wissenschaft und Politik	70
Mini-Campus für Kernfragen – Das Institut für Kernphysik von Ferdinand Kramer	77
Orientalistik jenseits aller Nationalismen Der jüdische Gelehrte Josef Horowitz	80
Frankfurter Studenten zwischen 1914 und 1959: Das Wechselvolle des Politischen	84

Gute Bücher

Das Einmaleins der Skepsis	89
Frankfurt zwischen Wirtschafts-Jetset und Multikulti-Seligkeit	90
Wider das Vergessen: Spuren des jüdischen Widerstands	91
Tilly Edinger – Naturwissenschaftlerin mit Hang zum Makabren	92
Das Böse, das der Vernunft trotzt Ungewöhnlicher Blick auf die Geschichte der Philosophie	93
Die Macht des Sozialen: Wie frei sind wir wirklich?	94

Vorschau

Vorschau/Impressum/Bildnachweis	96
---------------------------------	----

Im Präsidium der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Prof. Dr. Luise Schorn-Schütte wird Vizepräsidentin der DFG – Neues Graduiertenkolleg

Mit der Historikerin Luise Schorn-Schütte wurde Anfang Juli zum ersten Mal eine Frankfurter Professorin zur Vizepräsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft gewählt; sie hat ihr Amt am 1. September angetreten. Zuvor war die Wissenschaftlerin bereits Senatorin der Deutschen Forschungsgemeinschaft und zugleich Mitglied des Hauptausschusses. Als Ziel ihrer Arbeit im Präsidium nennt Schorn-Schütte die Umorientierung der Förderpolitik für die Geisteswissenschaften, denen es nicht so sehr um die Arbeit in Groß-



Frankfurter Historikerin im Präsidium der Deutschen Forschungsgemeinschaft: Prof. Dr. Luise Schorn-Schütte.

projekten gehe, sondern um die qualitätsorientierte Unterstützung kleinerer Arbeitsgruppen wie Forscher- und Nachwuchsgruppen sowie Netzwerke unter Nachwuchswissenschaftlern, die dann allerdings stark international ausgerichtet sein sollten. »Das Bewusstsein für diese Eigenständigkeit geisteswissenschaftlichen Forschens, das als Qualitätsmerkmal ernst genommen werden muss, ist bei den Universitätsleitungen kaum entwickelt, weil stets die für manche Naturwissenschaften sinnvollen Großprojekte als Aushängeschild betrachtet werden«, so die neue DFG-Vizepräsidentin. Diese Umorientierung werde, wie ihre Arbeit in Senat und Hauptausschuss gezeigt habe, auch von Physikern, Mathematikern und Juristen unterstützt.

Das Präsidium der DFG setzt sich aus dem hauptamtlichen Präsidenten und acht ehrenamtlich tätigen Vizepräsidentinnen und Vizepräsidenten zusammen, die für zunächst drei Jahre gewählt werden und deren Amtszeit häufig um weitere drei Jahre verlängert wird. Sie vertreten neben den laufenden Geschäften die Deutsche Forschungsgemeinschaft bei wissenschaftspolitischen Anlässen im In- und Ausland. Von 1992 bis 1998 war bereits der bekannte

Frankfurter Historiker Prof. Dr. Lotmar Gall DFG-Vizepräsident.

Die 55-jährige Schorn-Schütte, Mutter einer 21-jährigen und 14-jährigen Tochter, promovierte 1981 an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und habilitierte sich 1992 an der Justus-Liebig-Universität in Gießen. 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.

Im April hatte die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Einrichtung eines Internationalen Graduiertenkollegs grünes Licht ge-

geben, das aus einer gemeinsamen Initiative von 15 Professoren der Universitäten Frankfurt, Trient (Italien), Innsbruck (Österreich) und Bologna (Italien) entstanden ist – daran war Schorn-Schütte als Sprecherin in der Antragsphase maßgeblich beteiligt; im Mai wurde sie auf der konstituierenden Sitzung des Kollegs in Frankfurt zur Sprecherin gewählt. Diese europäische Graduiertenausbildung ist ein wichtiger Beitrag zur Exzellenzbildung in Deutschland, ebenso wie zur Internationalisierung der Ausbildung von Geisteswissenschaftlern. Forschungsgegenstand des Kollegs – des ersten internationalen geisteswissenschaftlichen Kollegs in Hessen – ist »Politische Kommunikation von der Antike bis in das 20. Jahrhundert«. Grundlage der gemeinsamen Arbeit ist ein wissenschaftliches Rahmenkonzept, die politische Kommunikation, innerhalb dessen die verschiedenen nationalen Forschungstraditionen in einem gemeinsamen neuen Zugriff auf die politische Ideengeschichte zusammengeführt werden sollen. ◆

Neuer Sonderforschungsbereich: »Die troposphärische Eisphase«

Uni Frankfurt kooperiert mit Universitäten Mainz und Darmstadt sowie dem Max-Planck-Institut für Chemie

Die Bildung von Eisteilchen in den Wolken ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Entwicklung des Niederschlags. Wegen ihrer komplexen chemischen und physikalischen Eigenschaften beeinflussen die Eisteilchen aber auch in vielfältiger Weise den Energiehaushalt der Atmosphäre und damit das Klima, die Ausbreitung

von Sonnenstrahlung und die Verteilung von verschiedenen Spurenstoffen in der Atmosphäre. Trotzdem sind die Eisteilchen in der Troposphäre bisher relativ wenig erforscht. Dies wird sich in Kürze ändern, denn die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat zum 1. Juli 2004 einen neuen Sonderforschungsbereich (SFB 641) zum The-

ma »Die troposphärische Eisphase – TROPEIS« eingerichtet und zunächst für einen Zeitraum von vier Jahren Forschungsmittel in Höhe von etwa fünf Millionen Euro bewilligt. In diesem Forschungsverbund werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus insgesamt sieben Instituten an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, der Mainzer Johannes Gutenberg-Universität und der Technischen Universität Darmstadt sowie aus zwei Abteilungen des Max-Planck-Instituts für Chemie in Mainz in 14 Teilprojekten auf dem Gebiet der Atmosphärenforschung zusammenarbeiten. Sprecher des Sonderforschungsbereiches ist Prof. Dr. Ulrich Schmidt, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Frankfurt.

Das Forschungsprogramm dieses Sonderforschungsbereiches umfasst experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Rolle der eisförmigen Partikel in Wolken und Niederschlag. In dem ersten Förderzeitraum werden sich die Forschungsarbeiten auf die Entwicklung von neuen Messtechniken und numerischen Modellen konzentrieren, mit denen ein verbessertes Verständnis der Bildung, Verteilung und Wirkung von Eisteilchen erarbeitet werden kann. Ziel ist es, einerseits das grundsätzliche Verständnis der physikalisch-chemischen Prozesse in der Atmosphäre zu verbessern und andererseits die Zuverlässigkeit der Vorhersage von Niederschlagshäufigkeit und -intensität zu erhöhen.

Mit dem Sonderforschungsbereich intensivieren die beteiligten Forschungsinstitute ihre bereits 30-jährige erfolgreiche Kooperation auf dem Gebiet der Atmosphärenforschung. Der Forschungsverbund ist darüber hinaus ein Beitrag zur organisatorischen Vernetzung der Geowissenschaftlichen Institute an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen in der Rhein-Main-Region. »Die Entscheidung der Landesregierung, das hessische Zentrum der Geowissenschaften an der Universität Frankfurt einzurichten, trägt damit erste Früchte. Zusammen mit den Kooperationspartnern in Darmstadt und Mainz entsteht so ein regionales Exzellenznetzwerk von Rang«, sagte der Präsident der Universität Frankfurt, Prof. Dr. Rudolf Steinberg. ◆



Gewitterwolke über dem Rheingau. Insbesondere in dieser Wolkenart spielt die Eisphase eine große Rolle.

Eine genetische Ursache der Parkinson-Krankheit entschlüsselt

Schritt nach vorne bei der molekularen Aufklärung der Schüttellähmung

Mutationen des mitochondrialen Proteins PINK1 (Park6) im Gehirn können zur Parkinson-Krankheit, der so genannten »Schüttellähmung«, führen. An der Entdeckung von PINK1 waren neben Wissenschaftlern aus Italien, Großbritannien und den USA auch Forschergruppen aus dem Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität beteiligt. Zu ihnen gehören die Arbeitsgruppe Neurologie (Prof. Dr. Georg Auburger) sowie Arbeitsgruppen der Dr. Senckenbergischen Anatomie (Prof. Dr. Thomas Deller und Prof. Dr. Horst Werner Korf). Über diesen wissenschaftlichen Fortschritt berichtete die renommierte Wissenschaftszeitschrift »Science« bereits in ihrer April-Ausgabe.

Der Morbus Parkinson tritt als sehr häufiges Nervenleiden in Erscheinung: Ungefähr fünf Prozent aller über 80-Jährigen sind davon betroffen – Männer genauso häufig wie Frauen. In Deutschland schätzt man die Zahl der Erkrankten auf

zirka 600 000, davon sind etwa 50 000 Patienten jünger als 40 Jahre. Unwillkürliches Zittern in Ruhe zusammen mit Bewegungsarmut und Muskelsteifheit sind sichtbare Krankheitszeichen. Ausgelöst wird diese Bewegungsstörung durch einen Mangel des Signalstoffs (Neurotransmitters) Dopamin im »Streifenkörper« (Corpus striatum). Dopamin wird normalerweise von Nervenzellen in der »schwarzen Substanz« (Substantia nigra) produziert, einer Region im Mittelhirn, in der es bei Parkinson zu degenerativen Veränderungen kommt. Medikamente können das Dopamin-Signal teilweise ersetzen, was die Beweglichkeit der Patienten über Jahre noch verbessern kann.

Die Suche nach den Ursachen dieser Erkrankung ist durch die Entdeckung des PINK1-Proteins nun einen Schritt vorangekommen. Die Frankfurter Wissenschaftler hatten eine spanische Parkinson-Familie analysiert, in der eine Verwandtenehe zur Parkinson-Krankheit bei



An der Parkinson-Krankheit, die häufig äußerlich an der gebückten Haltung zu erkennen ist, leiden auch zahlreiche Prominente, unter ihnen auch Papst Johannes Paul II.

drei Geschwistern führte. Dadurch konnten Defekte im PINK1-Protein nachgewiesen werden, die zu einer Störung der Energie-Nutzung im Gehirn führen. »Durch die molekulare Aufklärung der Ursachen der Parkinson-Krankheit könnte es gelingen, neue Therapiestrategien zu entwickeln, die das chronische Fortschreiten der Krankheit verhindern«, resümiert Prof. Dr. Georg Auburger von der Klinik für Neurologie.

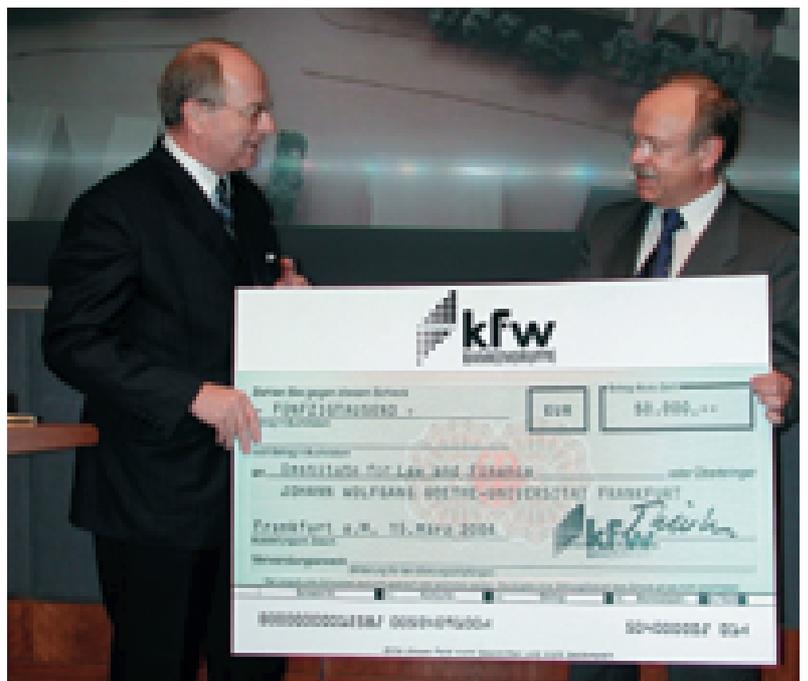
Die Arbeiten zur Erforschung der Parkinson-Krankheit sollen zukünftig in Frankfurt im Nationalen Genom-Forschungsnetzwerk 2 (NGFN2) durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung ge-

fördert werden. Das Universitätsklinikum Frankfurt hat eine lange Tradition der Parkinson-Forschung: Der am Frankfurter Institut für Neuropathologie tätige Prof. Dr. Friedrich-Heinrich Lewy (1885-1950) hat im Jahr 1912 erstmals für diese Krankheit mikroskopisch charakteristische »Lewy-Körper« beschrieben. Die medikamentöse Parkinsontherapie wurde von Prof. Dr. Peter-Alexander Fischer in der Klinik für Neurologie in den 1970er bis 1990er Jahren verbessert. Die Abfolge neuropathologischer Stadien, mit denen erstmals eine Abschätzung des wahren Ausmaßes der Parkinson-Krankheit und auch der Alzheimer Demenz schon in einem frühen Erkrankungsstadium möglich wird, wurde erst jüngst am Institut für Klinische Neuroanatomie von Prof. Dr. Heiko Braak erarbeitet. Braak wurde dafür 2003 mit dem Lundbeck-Parkinson-Preis ausgezeichnet. ♦

Es geht voran: Weitere Etappen auf dem Weg zur Universität der drei Campi

Positives Votum des Wissenschaftsrats unterstützt Ausbaupläne – 90 Millionen durch Grundstücksverkauf an KfW Bankengruppe

Die Ausbaupläne der Universität schreiten auf verschiedenen Ebenen voran: So kaufte im März 2004 die KfW Bankengruppe für 90 Millionen Euro vom Land Hessen fast 12 000 Quadratmeter Grundstücksfläche im Westend, auf der bisher der Altbau Deutsche Bibliothek sowie die Gebäude der Geowissenschaften und andere Institute der Universität angesiedelt sind. Äußerst positiv bewertete der Wissenschaftsrat im Juni in seinem Gutachten das Ausbaukonzept der Universität Frankfurt, die sich künftig auf drei Standorte konzentrieren wird. Im Mai startete der Architektenwettbewerb für den ersten Bauabschnitt auf dem Campus Westend, zu dem neben dem »House of Finance« Gebäude für die Fachbereiche Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, Hörsaal- und Mensgebäude sowie zwei Wohnheime für Studierende gehören, die von den Kirchen errichtet werden. Auf dem Campus Riedberg wird der Neubau



Der Sprecher der KfW Bankengruppe Hans W. Reich (links) überreichte Universitätspräsident Prof. Dr. Rudolf Steinberg nach der Vertragsunterzeichnung eine Spende von 50 000 Euro für die Johann Wolfgang Goethe-Universität – zur Förderung der banknahen Ausbildung in der Mainmetropole.

Physik ab Spätherbst bezogen. Der Wettbewerb für den Neubau Geowissenschaften/Werkstattzentrale auf dem Riedberg ist ebenfalls bereits ausgeschrieben und wird im Oktober entschieden.

Auf den beiden Standorten Campus Westend für die Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften und Campus Riedberg für die Naturwissenschaften beabsichtigt das Land Hessen, bis zum Jahr 2015 Bauvorhaben im Umfang von knapp 600 Millionen Euro zu realisieren, davon sollen 350 Millionen auf dem Campus Westend investiert werden.

Der Wissenschaftsrat würdigt in seinem Gutachten besonders die mit der fachlichen Profilierung und Erweiterung der Hochschule einhergehende bauliche Vision, durch die sich insbesondere der Campus Westend auszeichnet, und bezeichnete das Vorhaben der Standortneuordnung als »einmalige« Chance. Er begrüßte nachdrücklich, dass von Land und Universität eine Planung betrieben werde, die über den jeweiligen Raumbedarf hinaus die Ausbauperspektiven mit einer abgestimmten konzeptionellen Entwicklungsplanung verbindet. Das Votum des Wissenschaftsrats gilt als richtungweisende Empfehlung für die Mitfinanzierung des Bunds bei Hochschulbauvorhaben im Rahmen der Gemeinschaftsaufgaben.

Nach dem Kaufvertrag, der zwischen der KfW Bankengruppen, dem Land Hessen und der Universität abgeschlossen wurde, kann die KfW bereits seit Juni über das Grundstück an der Zeppelinallee verfügen, die Universitätsgebäude in der Senckenberganlage und Danestraße werden bis zum Januar 2007 geräumt. Bis dahin werden die Geowissenschaften ihr neues Domizil auf dem Campus Riedberg bezogen haben. Erklärtes Ziel der Landesregierung – so äußerte der hessische Finanzminister Karlheinz Weimar bei der Vertragsunterzeichnung – sei es gewesen, »der KfW als Element des Bankenstandorts und Finanzplatzes und als Wirtschaftsfaktor das Verbleiben in Frankfurt zu ermöglichen«. Die KfW ihrerseits habe eine anteilige Übernahme der Kosten übernommen, die dem Land durch die Verlagerung der Universität entstünden. »Im Rahmen dieser komplexen Transaktion war das ein guter Schritt für einen fairen Interessenausgleich«, stellte Weimar fest. ♦

»Vater des modernen Umweltrechts«

Bruno H. Schubert-Preis an Eckhard Reh binder



Preisträger und Stifter: Prof. Dr. Eckhard Reh binder (links) und der Frankfurter Mäzen Bruno H. Schubert bei der Preisverleihung.

Wie kein Zweiter in Deutschland hat Prof. Dr. Eckhard Reh binder zur rechtlichen Fundierung des Umweltschutzes in den vergangenen drei Jahrzehnten beigetragen: »Er lässt sich deshalb ohne Übertreibung als Umweltrechtler der ersten Stunde, ja als Vater des modernen Umweltrechts in Deutschland bezeichnen«, sagte Prof. Dr. Rudolf Steinberg in seiner Laudatio bei der Verleihung des mit 40 000 Euro dotierten Bruno H. Schubert-Preis an Reh binder. Zum 22. Mal wurde der mit insgesamt 100 000 Euro höchstdotierte private Preis für Natur und Umweltschutz in Deutschland in drei Kategorien vergeben; zum ersten Mal wurde ein Jurist ausgezeichnet.

Der 67-jährige Reh binder, der seit 1972 eine Professur für Wirtschaftsrecht, Umweltrecht und Rechtsvergleichung an der Universität Frankfurt inne hat, wirkte seit den 1970er Jahren an mehreren Reformvorhaben des Umweltrechts mit; so verfasste er grundlegende Arbeiten zum Verursacherprinzip und entwickelte das Modell eines Betriebsbeauftragten als »Umweltgewissen« im Unternehmen. Schon früh trat er für die Verbandsklage zur Kontrolle der Verwaltung ein. Dazu der Laudator: »Ein Anliegen war und ist ihm, die unterrepräsentierten Interessen zu vertreten. Dies tat er lange Zeit gegen eine Phalanx von Gegnern aus der deutschen Staats- und Verwaltungsrechtswissenschaft und aus Wirtschaft und

Verwaltung. Nach der schrittweisen Einführung der naturschutzrechtlichen Verbandsklage in fast allen Ländern und im Jahr 2002 auf Bundesebene bildet die Aarhus-Konvention eine späte Bestätigung für die Zukunftsträchtigkeit seiner Forderungen.« Reh binder hat in erheblichem Maße die umweltrechtliche Praxis mitgestaltet: Er war acht Jahre lang Mitglied des Sachverständigenrats für Umweltfragen, davon vier Jahre dessen Vorsitzender, und beriet in dieser Funktion drei Umweltminister – Klaus Töpfer, Angela Merkel und anfangs auch Jürgen Trittin.

Der Frankfurter Rechtswissenschaftler favorisiert schon seit Jahren anstelle administrativer Regulierungen einen »weichen Instrumenten-Mix«, zu dem unter anderem bilaterale Übertragbarkeit von Emissionsberechtigungen, handelbare Emissionsrechte – heute im Klimaschutz etabliert –, Umwelthaftung, Umweltschutz im Betrieb und Selbstverpflichtungen gehören. Reh binder ist seit 2000 Generalsekretär des International Court on Environmental Arbitration and Conciliation, einer Nichtregierungsorganisation, die versucht, die Lücken des internationalen Rechtsschutzes in Umweltsachen zu schließen. Darüber hinaus war der Jurist in einer Reihe von europäischen und internationalen Gremien tätig. Seit Anfang der 1990er Jahre engagiert sich Reh binder intensiv in Mittel- und Osteuropa. ♦

Wer Musik macht, lebt glücklicher

Binding-Kulturpreis 2004 für Musikpädagogen Hans Günther Bastian



Dem Frankfurter Musikwissenschaftler Prof. Dr. Hans Günther Bastian wurde im Juni im Kaisersaal des Römer der mit 50 000 Euro dotierte Binding-Kulturpreis 2004 verliehen; er teilt den Preis mit dem Musiker und Musikmanager Karl Rarichs. Beide Preisträger wur-

Die beiden Musikvermittler: Karl Rarich (links), Geschäftsführer der Edition Peters, und Prof. Dr. Hans Günther Bastian, Musikpädagoge, wurden mit dem Binding-Kulturpreis geehrt.

den von Vorstand und Kuratorium für ihre Verdienste um Initiativen gewürdigt, junge Menschen an die Musik heranzuführen und so zu fördern, dass Musik zur Entfaltung ihrer Persönlichkeit maßgeblich beiträgt und Teil ihres Lebens wird. Beide Preisträger, so FAZ-Redakteur Günter R. Koch in seiner Laudatio, wirkten nicht unbedingt im Rampenlicht, dafür umso nachhaltiger im Hintergrund.

Der Musikwissenschaftler und -pädagoge Bastian, so Koch, arbeite keineswegs im akademisch-ästhetischen »Elfenbeinturm«; ihm gehe es auch nicht in erster Linie um Begebungsforschung, etwa um »Wunderkinder« zu produzieren. Sein Forschungsfeld sei die umfassende

Wirkung von Musik insbesondere auf Kinder und Jugendliche. Im Rahmen breiter Feldstudien, unter anderem in Berlin, habe er dargelegt, wie sehr Beschäftigung mit Musik wesentliche persönlichkeitsbildende Fähigkeiten fördere: kognitive, soziale, seelische wie physische. Wer Musik macht, lernt besser, ist stabiler, teamfähiger, kann mit sich selbst mehr anfangen, letztlich sogar glücklicher leben. Dabei, so Koch weiter, wisse Bastian, dass das Rezept »Musik« kein Allheilmittel sei. Seine Erkenntnisse und Forderungen jedoch blieben stetige Herausforderung an die (Bildungs-) Politiker, das »Musische« als wesentliche Komponente von Bildung und Erziehung zu würdigen und zu fördern. Bastian, der auch an der Universität Frankfurt studiert hat, ist seit 1998, nach Stationen in Bonn und Paderborn, Professor und Geschäftsführender Direktor des Instituts für Musikpädagogik. ◆

Uran im Urin

Mineralogen gelingt Nachweis von Uran-Kontamination bei Menschen durch amerikanische Waffen im Irak

In den USA haben die Ergebnisse des Frankfurter Mineralogen Dr. Axel Gerdes für Schlagzeilen gesorgt, und auch hierzulande riefen sie ein breites Medienecho hervor: Ergebnisse seiner am Institut für Mineralogie der Universität Frankfurt durchgeführten Studie zeigen, dass sich abgereichertes Uran im Boden und zum Teil in geringen Mengen im Urin von irakischen Zivilisten sowie amerikanischen Soldaten nachweisen lässt, die im ersten Golfkrieg und im Irakkrieg eingesetzt worden sind.

Abgereichertes Uran wird als Kern in zahlreichen Geschossen verwendet, da es ihnen aufgrund der hohen Dichte des Schwermetalls eine erhöhte Durchschlagskraft verleiht. Es fällt als Abfallprodukt beim Herstellungs- und Wiederaufbereitungsprozess von reaktorfähigem Uran an und behält dabei etwa 60 Prozent seiner Radioaktivität. Der Uranstaub, der bei der Detona-

tion beziehungsweise dem Einschlagen der Geschosse freigesetzt wird, steht im Verdacht, die Gesundheit zu schädigen. Offiziell wurde erklärt, dass sich das abgereicherte Uran kaum oder gar nicht in der Umwelt und erst recht nicht im Urin von Menschen nachweisen lasse, es sei denn, die Kontamination erfolge über eine Wunde.

Den Gegenbeweis hat Dr. Axel Gerdes, Forscher am Institut für Mineralogie der Universität Frankfurt, angetreten. Mit Hilfe neuer Reinstluftlabore und eines modernen Multikollektor-Massenspektrometers gelang es ihm, neben den drei natürlichen Uran-Isotopen auch das im Kernreaktor entstandene U-236 im Urin in vorher noch nicht nachweisbar kleinen Mengen ($0,5 \times 10^{-15}$ bis 150×10^{-15} Gramm/Liter) zu belegen.

Die Methode zur Bestimmung der Uran-Isotopenzusammensetzung in biologischem Material hat der 40-jährige Wissenschaftler bei

einem Forschungsaufenthalt am Isotopenlabor des Natural Environment Research Council (NERC) im englischen Nottingham mitentwickelt. Die apparative Ausstattung in Frankfurt erlaubte ihm nun, noch kleinere Anteile abgereicherten Urans in biologischen und geologischen Proben exakter zu bestimmen, als dies bisher in anderen Laboren weltweit möglich war.

Mit der Untersuchung der 50 Urin- und Bodenproben wurde Gerdes durch das Uranium Medical Research Center in Toronto beauftragt. Die privat finanzierte Forschungseinrichtung, die von einem ehemaligen Arzt der amerikanischen Armee gegründet wurde, hatte die Entnahme von Bodenproben sowie Urin-Proben der Zivilbevölkerung im Irak im vergangenen September ohne offiziellen Auftrag veranlasst. Die Urinproben der amerikanischen Armeemitglieder wurden von der Tageszeitung »New

York Daily News« beschafft und die Analyse am Frankfurter Institut in Auftrag gegeben.

In 40 Prozent der jetzt in Frankfurt untersuchten Urin-Proben fand Gerdes Spuren der in der Natur nicht vorkommenden Uran-Isotope, auch die meisten Bodenproben waren kontaminiert.

In der Einschätzung des gesundheitlichen Gefährdungspotenzials ist der Mineraloge sehr vorsichtig. Denn der Anteil an abgereichertem Uran im Urin stellt mit 1,1 bis 65,3 Nanogramm/Liter nur 0,2 bis etwa zehn Prozent der im Urin nachgewiesenen Gesamtmenge des Schwermetalls dar. Wie gering diese Konzentration ist, macht Gerdes mit folgendem Bild deutlich: »Selbst die Probe mit dem höchsten bisher gemessenen Anteil an abgereichertem Uran im Urin hat eine Konzentration von rund 500 Zuckerkörnern,



verteilt auf den Bodensee!« Um zu beurteilen, wie gefährlich die Belastung auch mit geringen Mengen abgereichertem Urans für den menschlichen Organismus ist, bedürfe es noch weiterer Untersuchungen, betont Gerdes.

50 Urin- und Bodenproben aus dem Irak untersuchte Dr. Axel Gerdes, Forscher am Institut für Mineralogie: In 40 Prozent der Urinproben fand er Spuren der in der Natur nicht vorkommenden Uran-Isotope, auch die meisten Bodenproben waren kontaminiert.

Wenn die Uranpartikel durch Inhalation von Staub in die Lunge aufgenommen werden, dann lässt der Urintest nur bedingt eine Abschätzung des Ausmaßes der eingeatmeten Menge zu. Diese unter sehr hohen Temperaturen gebildeten Partikel sind nahezu unlöslich in der Lungenflüssigkeit, und Teile davon verbleiben daher möglicherweise über Jahrzehnte im Körper. Die radioaktive Wirkung des Urans, die äußerlich eher vernachlässigbar ist, hat im Inneren des Körpers eine andere Qualität, da die beim Zerfall entstehenden Alphateilchen sehr energiereich sind und direkt und über lange Zeit auf das Gewebe einwirken können. ◆

»Sapere aude! – Wage zu wissen!«

Blick über die Grenze des eigenen Fachs:

Der Biologe Wicht erhält 1822-Universitätspreis für exzellente Lehre

Sie ist schon zur guten Tradition geworden – die alljährliche Verleihung des mit 15 000 Euro dotierten 1822-Universitätspreises für exzellente Lehre: Im Juni wurde Privatdozent Dr. Helmut Wicht aus dem Fachbereich Medizin von Frankfurts Oberbürgermeisterin Petra Roth, Karl-Heinz Schmidt, Vorstandsmitglied der Frankfurter Sparkasse, und Universitätspräsident Prof. Dr. Rudolf Steinberg für seine herausragenden Leistungen ausgezeichnet.

Der Biologe und Anatom Wicht, der seit 1990 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Dr. Senckenbergischen Anatomie lehrt und forscht, habilitierte sich 1997 an der Universität Frankfurt für das Fach (Human-)Anatomie. In seinen Lehrveranstaltungen gelingt es ihm, schwierige Materie durch Bezüge zu anderen Wissensgebieten anregend darzustellen – entsprechend seinem Motto »Sapere aude! - Wage zu wissen!«. Dabei arbeitet er gleichermaßen mit althergebrachten wie neuen Lehrmethoden und Medien. Ein Beispiel ist sein interaktives Lernprogramm zur Anatomie »www.fanatonic.de«, das von den Studie-

renden intensiv genutzt und geschätzt wird. Dabei weiß Wicht, dass gute Lehre die eigene akademische Karriere weit weniger fördert als Forschungs- und Publikationsleistungen. Doch er möchte erlebbar machen, dass eine Universität nicht nur ein Forschungs- und Lehrbetrieb mit Scheinvergabekriterien und Möglichkeit des Erwerbs eines berufsqualifizierenden Abschlusses ist, sondern eine »Universitas«, ein Ganzes, ein Ort, an dem Menschen zusammen kommen, die Freude an der Bewegung des Geistes empfinden.

Mit dem 1822-Universitätspreis werden Hochschullehrer an der Universität Frankfurt ausgezeichnet, die sich in besonderer Weise um die Ausbildung der Studierenden bemühen. Karl-Heinz Schmidt sagte, Motivation für die Stiftung des Preises sei die Tatsache, dass die Lehre stets ein wenig im Schatten der Forschung stünde. Man wolle die öffentliche Aufmerksamkeit auf die Bedeutung und die hohe Qualität der Lehre an der Universität Frankfurt lenken und für die Hochschullehrer einen Anreiz schaffen, neue Wege in der Lehre zu gehen. In Zukunft sei ein anspruchsvolles



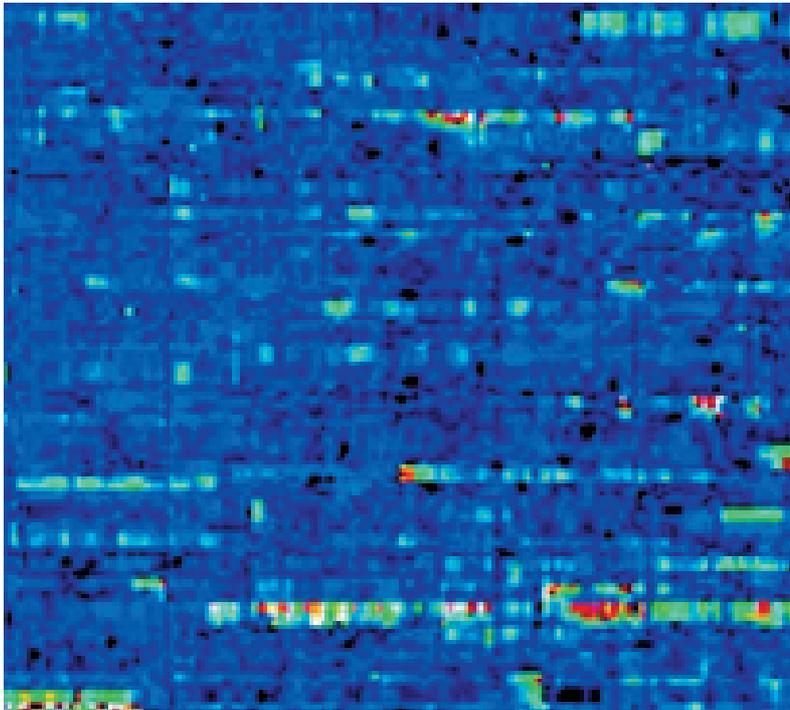
1822-Universitätspreis für exzellente Lehre: Der Preisträger Privatdozent Dr. Helmut Wicht (Zweiter von rechts) aus dem Fachbereich Medizin, gemeinsam mit Frankfurts Oberbürgermeisterin Petra Roth, Karl-Heinz Schmidt (rechts), Vorstandsmitglied der Frankfurter Sparkasse, und Universitätspräsident Prof. Dr. Rudolf Steinberg.

Bildungsangebot für die Jugend immer wichtiger. Gute Lehre sei eine wesentliche Voraussetzung für erfolgreiche Abschlüsse in regelgerechten Zeiten und somit ein Schlüsselfaktor für die Qualität der Berufschancen, betonte auch Steinberg. ◆

»Small is beautiful«

Bioforschung in der Nanowelt

Von Ali Tinazli und Robert Tampé



Im Zuge der steigenden Bedeutung der Proteomforschung und der »Molekularisierung« der Medizin werden neue, effizientere Plattformen zur Untersuchung von Proteinen und deren Wechselwirkungen notwendig. Hier bietet die Nanotechnologie, eine Wissenschaft mit Ursprüngen in der Physik und der Halbleiterindustrie, attraktive Lösungsperspektiven. Ein Bereich der Forschung am Institut für Biochemie der Universität Frankfurt um Prof. Dr. Robert Tampé widmet sich den Aspekten der Nanotechnologie zur Entwicklung von Protein-Chips für die Proteomforschung und Erzeugung von Mustern im Kleinstformat.

DNA-Chips zur funktionellen Genomanalyse werden seit einigen Jahren erfolgreich in der Bio- und Pharmaforschung eingesetzt. Zur Klärung essenzieller Fragen auf der Ebene des Proteoms sind jedoch Protein-Chips mit immobilisierten Proteinen erforderlich. Ein Teil der Nanobiotechnologie ist die Entwicklung nanoskaliger Protein-Chips zur effizienten Durchführung von Protein-Interaktionsanalysen.

»There's Plenty of Room at the Bottom«

Richard Feynman Vordenker der Nanotechnologie, 1959.

In der von uns wahrgenommenen Welt sind uns Objekte am vertrautesten, die unserem eigenen Größenmaßstab entsprechen. So können wir Objekte bis zu einer Größe von 0,1 Millimeter mit bloßem Auge mühelos erkennen, zum Beispiel einzelne Härchen. Für kleinere Objekte, wie etwa einzelne Zellen oder Zellkompartimente, reicht die Auflösung des menschlichen Auges jedoch nicht aus; wir benötigen Lichtmikroskope zur Abbildung dieser Strukturen. Die Auflösungsgrenze für Lichtmikroskope liegt aus physikalischen Gründen bei etwa einem Mikrometer, dies entspricht dem Hundertstel der Dicke eines Haares. Zur Abbildung von Molekülkomplexen oder einzelnen Molekülen, deren Dimensionen sich im Nanometermaßstab befinden und somit dem 100 000sten Teil eines Härchens entsprechen, bedarf es anderer Techniken als der Lichtmikroskopie. Hier sind in den vergangenen zwei Dekaden neue Mikroskopietechniken entstanden, die sowohl Abbildung als auch Kontrolle über einzelne Moleküle ermöglichen. Die von Gerd Binnig (Nobelpreis für Physik, 1986) und Kollegen in den 1980er Jahren bei IBM entwickelte Rastersondenmikroskopie öffnete die Tür in die Nanowissenschaften und markiert hiermit einen Meilenstein der Nanotechnologie. Ein in den Biowissenschaften immer wichtiger werdendes Instrument ist hierbei das Rasterkraftmikroskop **1**.

»Think small!« ist ein technologischer Anspruch, der die Welt verändert hat. Die Entwicklung der Mikroelek-

tronik – vom Transistor bis zu Mikroprozessoren und Speicherchips – gipfelt in einer Fülle von Produkten der Informationstechnologie (IT). Die gesamte Mikroelektronik stützt sich auf Routineverfahren, mit denen sich feine Strukturen bis zu einem zehntel Mikrometer Dicke herstellen lassen. Die Untergrenze liegt hier also bei wenig mehr als hundert Nanometern und grenzt an die Nanotechnologie. Verglichen mit den Gegenständen des Alltags ist das eine winzige Größenordnung, und doch nutzen wir tagtäglich Computer, MP3-Spieler, CD/DVD-Systeme oder Handys, in denen elektronische Komponenten durch Ergebnisse der Nanotechnologie optimiert wurden und die unser Leben hiermit bereits direkt beeinflussen. Die Nanotechnologien wirken jedoch nicht nur in der Halbleiter- und IT-Branche, sondern haben das Potenzial, auch die Biowissenschaften in Zukunft nachhaltig zu verändern.

Ähnlich den Mikroprozessoren in der Elektronik werden nanoskalige Protein-Chips für bioanalytische Funktionen die Produktivität und Effizienz in den Biowissenschaften in Zukunft maximieren, insbesondere bei der Analyse von Proteinen beziehungsweise Protein-Protein-Interaktionen. Bei diesen Verfahren wird ein Kontrollprotein, beispielsweise ein Antikörper oder Zellrezeptor, auf der Chip-Oberfläche immobilisiert und nach Zugabe von verschiedenen Liganden (Interaktionspartnern) auf Bindungsereignisse hin untersucht.

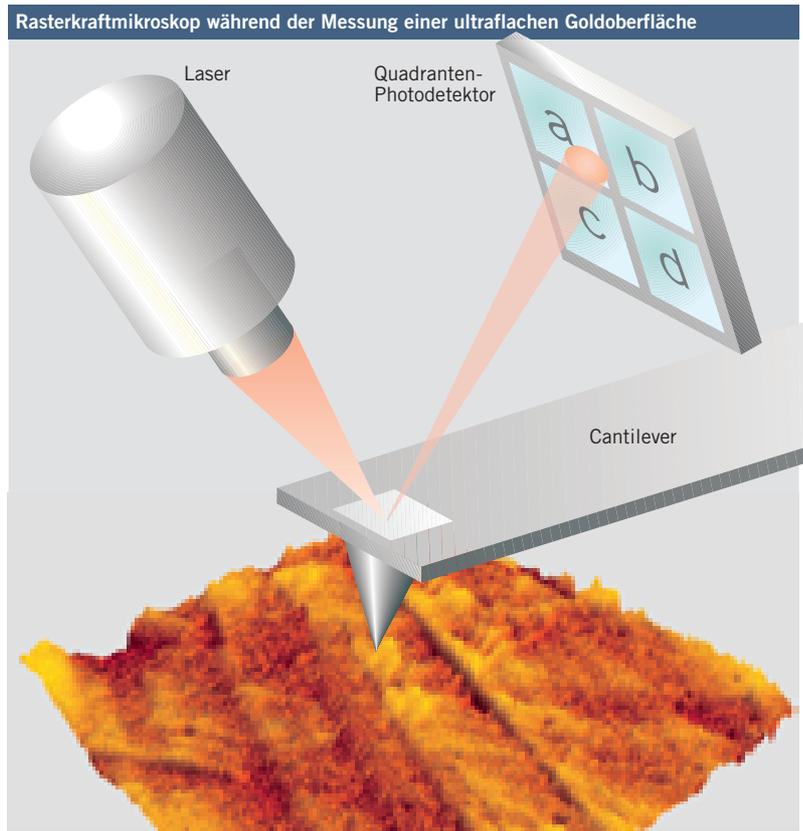
Vor allem in der Proteomforschung und der Wirkstoffsuche (»Proteomics«/»Pharmakoproteomics«), bei der Tausende von Proteinen auf mögliche Interaktionspartner hin überprüft werden, besteht ein enormer Bedarf, die Ausbeute und Wirtschaftlichkeit dieser Methoden zu steigern. Die Nachfrage nach schnell durchführbaren Funktionstests mit verschiedenen Kontrollproteinen sowie häufig geringen Analytmengen in der medizinischen Diagnostik und Wirkstoffforschung begründet die rasche Weiterentwicklung nanoskaliger Protein-Chips.

Allerdings lassen sich Proteine, im Gegensatz zu den bereits seit Jahren etablierten DNA-Chips, nicht ohne weiteres auf festen Trägern immobilisieren. Proteine reagieren im Vergleich zur DNA äußerst empfindlich auf ihre Umwelt und können sehr leicht denaturieren, wodurch ihre Funktion zerstört wird. Schonende Wege zur Protein-Immobilisierung sind daher die entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung von Protein-Chips. Außerdem sollen im Idealfall ausschließlich die erwünschten Proteine dicht gepackt und funktional an die Chip-Oberfläche binden. Zusätzlich ist – aus Gründen der Wirtschaftlichkeit – eine Regenerierung der Chip-Oberflächen wünschenswert, die es ermöglicht, ein und denselben Chip mehrmals zu verwenden. Die Art der Bindung, mit der das Protein an der Oberfläche immobilisiert wird, soll also reversibel sein. Um den verschiedenen Anforderungen bei der Chipentwicklung gerecht zu werden, ist ein kombinierter Ansatz aus den Bereichen Physik, Chemie und Biologie nötig. Eine neue Disziplin entsteht: die Nanobiotechnologie ¹¹.

Gebunden auf Gold

Chip-Oberflächen zur Immobilisierung von Proteinen können aus Silizium, Siliziumoxiden oder Gold hergestellt werden. Goldoberflächen bieten den Vorteil, dass sie außerordentlich flach (ultraflach) präpariert werden können. Außerdem lassen sich durch chemische Modifikationen mit Alkyl-Thiolen Plattformen mit fast beliebigen Eigenschaften herstellen. Alkyl-Thiole sind schwefelhaltige organisch-synthetische Moleküle, die spontan mit Goldoberflächen reagieren und selbstorganisierende, hochgeordnete, mono-molekulare Schichten (»Self-Assembled Monolayer«, SAM) ausbilden ¹². Mit Hilfe dieser spontanen Selbst-Organisation von Molekülen zu komplexeren Verbänden verfügt der Chemiker über ein potentes Mittel, über nanoskopische Entitäten mesoskopische Strukturen aufzubauen. In dieser mono-molekularen Schicht sind die Moleküle fast vertikal ausgerichtet und zeigen ein frei zugängliches Ende, das die Eigenschaft der Goldoberfläche bestimmt. Daran können so genannte »funktionelle Gruppen« fixiert sein, wie zum Beispiel die Gruppierung »N-Nitrilo-Triacetic Acid« (NTA), die Proteine spezifisch erkennt und diese an die Oberfläche bindet ^{3, 4, 5} **2**. Die Besonderheit dieser funktionellen Gruppe ist die Metall-Ionen-abhängige Schaltbarkeit der Protein-Bindung. Erst nach Aktivierung dieser NTA-Gruppe mit Nickel-Ionen werden Proteine nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip erkannt und gebunden. Diese funktionelle Einheit stellt eine selektive, molekulare Pinzette dar, die ihre »Greifer« nur in Gegenwart des »richtigen« Proteins »schließt«. Erkannt werden ausschließlich Proteine, die durch einen rekombinanten Eingriff – quasi als Markierung – eine kurze Aminosäuresequenz von Histi-

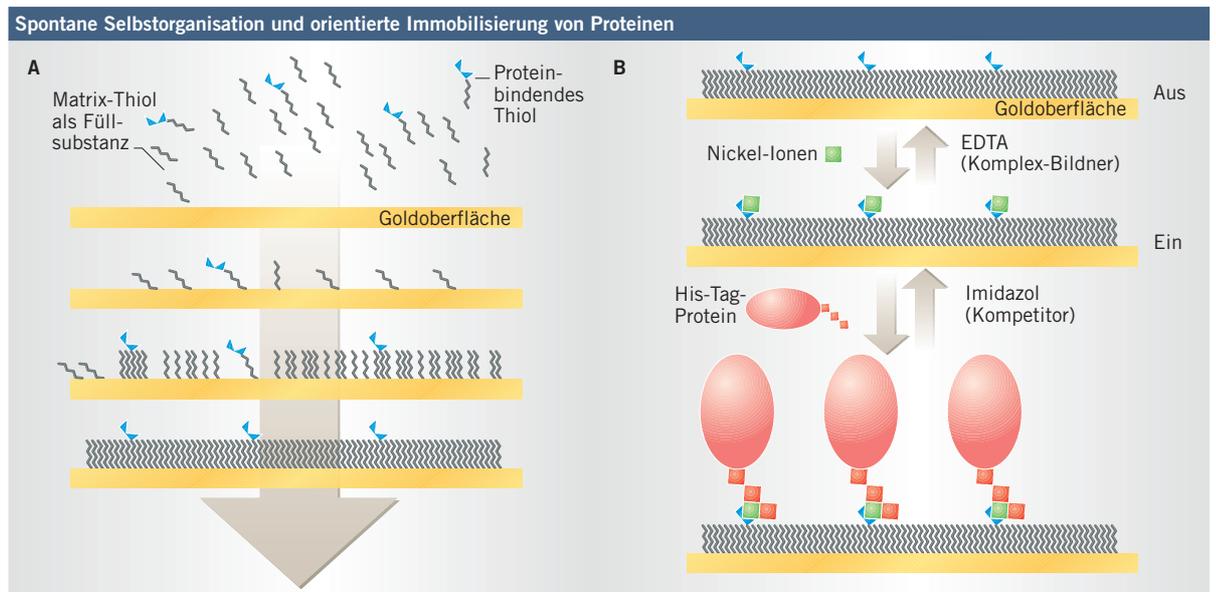
dinen, einen so genannten His-Tag, tragen. Dieser His-Tag wird weltweit in allen Biochemielabors zur Proteinaufreinigung eingesetzt und ist somit nahezu universell. Die Eleganz dieser Bindung ist ihre Orientierung und Reversibilität: Die immobilisierten Proteine besitzen eine präzise definierte Ausrichtung und können »nach Gebrauch« von der Oberfläche wieder schonend entfernt werden. Diese Reversibilität wird durch Zugabe von Substanzen, die mit den Proteinen um die Bindungsstelle konkurrieren (Imidazol) oder Komplexbildnern (EDTA) erreicht, die die Nickel-Ionen abfangen und dadurch die Bindung des Proteins an die Oberfläche auflö-



1 Das Arbeits-
ähnelt dem des
Plattenspielers:
mit einer pyramiden-
der Regel zwei bis
messer – sitzt am Ende
sich auf und ab bewegt, wenn
Tiefen der Probenoberfläche
von der Steuereinheit ausgewertet wird. So können noch Höhenunterschiede, die kleiner
als die Abmessung der Sonde, gemessen werden. Die Probenoberfläche wird
während der Messung hin und her bewegt und sukzessive von der Spitze förmlich
abgetastet (gerastert). Für diese Bewegungen im Nano- bis Mikrometerbereich werden
piezoelektrische Bauteile verwendet, die uns auch aus Ski-Ausrüstungen oder
E-Gitarren geläufig sind. Dieses Piezo-Element (Piezo-Scanner) wird durch Span-
nungssignale zu winzigen Längenänderungen angeregt. Damit lassen sich nun Be-
wegungen erzeugen, deren Schrittweiten nicht einmal ein hundertstel Nanometer
betragen. Die Abbildung zeigt ein Rasterkraftmikroskop während der Messung einer
ultraflachen Goldoberfläche. Zu erkennen sind Reliefstrukturen in der Morphologie
der Oberfläche. Die durchschnittliche Höhendifferenz beträgt in dieser Fläche etwa
0,2 Nanometer. Übertragen auf unsere makroskopische Welt würde dies bedeuten,
dass eine Ebene von 3 x 3 Metern nur eine Höhenabweichung von 0,2 mm aufweist.
Proteine haben eine Größe von wenigen Nanometern. Daher darf die Oberflächen-
morphologie des Chips keine Verwerfungen aufzeigen, die größer als die darauf be-
findlichen Proteine sind. Je ebener die Oberfläche ist, umso besser lassen sich
einzelne Proteine abbilden.

prinzip
guten alten
Eine kleine Sonde –
förmigen Spitze – in
dreißig Nanometern Durch-
eines Auslegers (Cantilever), der
sie sukzessive über die Höhen und
fährt. Diese Auslenkung wird mit einem
einem Photodetektor aufgefangen und von

2 Alkyl-Thiole reagieren spezifisch mit Gold und bilden selbstorganisierende, mono-molekulare Schichten (A). Durch ihren Einsatz können diese Schichten spezifisch Proteine binden. Der Bindungsprozess ist durch die Zugabe von Imidazol oder EDTA umkehrbar (B).

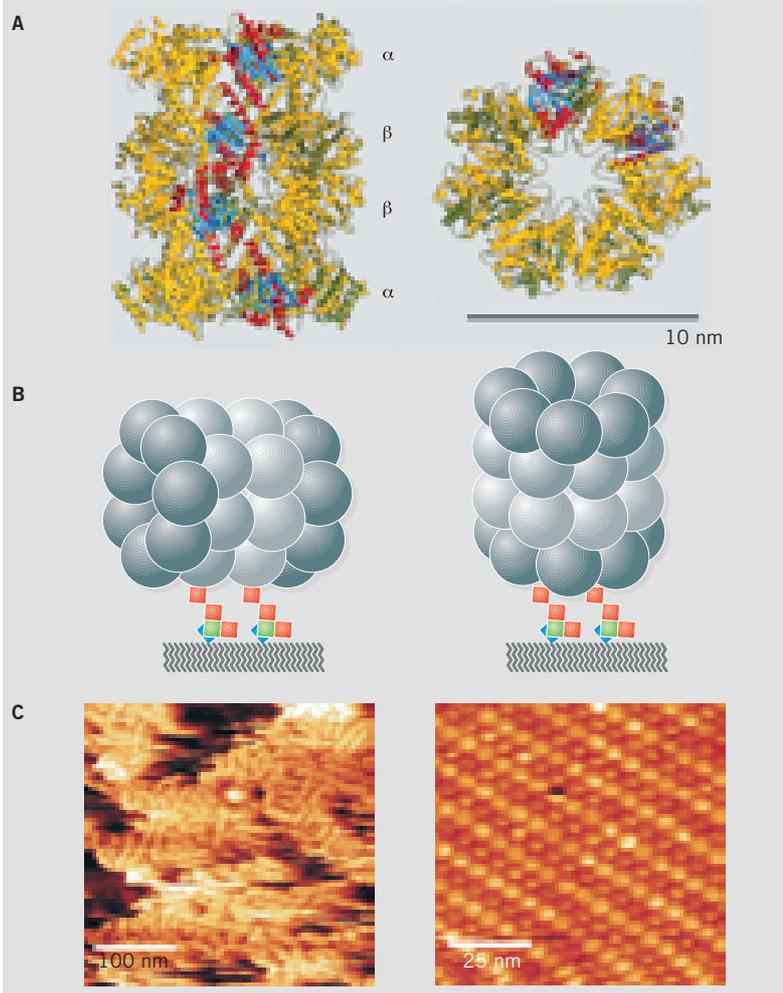


sen. Damit sich die NTA-Gruppen nicht gegenseitig behindern, wird dieser mono-molekularen Schicht eine zweite selbstorganisierende Verbindung beigemischt, die als Füllsubstanz (»Matrix«) dient, das Matrixthiol. Beide Verbindungen, sowohl das NTA-Thiol als auch das Matrixthiol, minimieren die unspezifische Bindung von Proteinen, das heißt die Bindungen, die nicht über den His-Tag der rekombinanten Proteine erfolgen.

Als Testprotein in der Entwicklung der Protein-Chip-Oberflächen dient das so genannte 20S Proteasom, ein zylindrischer Proteinkomplex mit Ausmaßen von 11 x 15 Nanometern, der in fast allen Lebewesen vorkommt ^{16/}. Das Proteasom bildet ein Nano-Kompartiment in der Zelle für die Beseitigung nicht (mehr) erwünschter Proteine (Proteolyse). Aufgrund dieser proteolytischen Eigenschaft kann man das Proteasom auch als »Nano-Reißwolf« der Zelle bezeichnen. Durch die Positionierung der His-Tags ist es möglich, die Ausrichtung dieser molekularen Maschine auf der Chip-Oberfläche zu bestimmen ^{17, 8, 9/}. Die Kontrollierbarkeit der Protein-Orientierung ist insofern essenziell, weil nur so gewährleistet werden kann, dass das aktive Zentrum des Proteins – in diesem Fall der Hohlraum des Zylinders – auch nach der Bindung an die Oberfläche noch frei zugänglich für Substrate und somit auch voll funktionstüchtig bleibt.

Mit Hilfe einer Variante der Rasterkraftmikroskopie, der chemischen Kraftmikroskopie (»Chemical Force Microscopy«), ist es möglich, die Bindungsaffinität zwischen der Chip-Oberfläche und der chemisch funktionalisierten Spitze des Rasterkraftmikroskops genau zu untersuchen ^{10/}. Hierzu wird die Spitze des Rasterkraftmikroskops chemisch so modifiziert, zum Beispiel mit His-Tags, dass sie Protein-bindende Stellen von nicht-bindenden unterscheiden kann. Die Spitze hat nun ein »chemisches Auge« und »sieht« das, was auch das Protein »sieht«. Mit dieser Methode kann man überprüfen, in welchem Zustand (»ein«/»aus«) sich die biochemischen Pinzetten des Protein-Chips befinden ^{4/}.

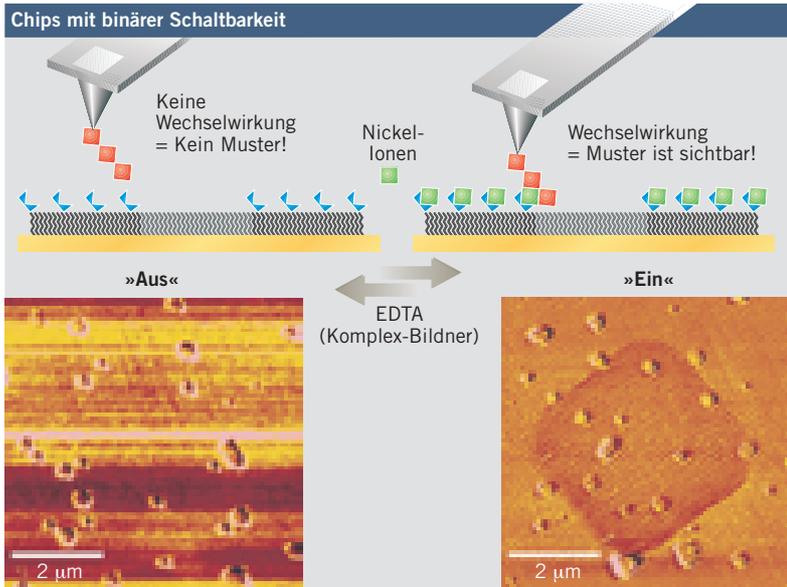
Das Proteasom – eine zylindrische Nano-Maschinerie



Nanostrukturierte Protein-Chips: kleiner, schneller, besser

Dichtgepackte Protein-Chips können dazu beitragen, funktionale und diagnostische Untersuchungen im me-

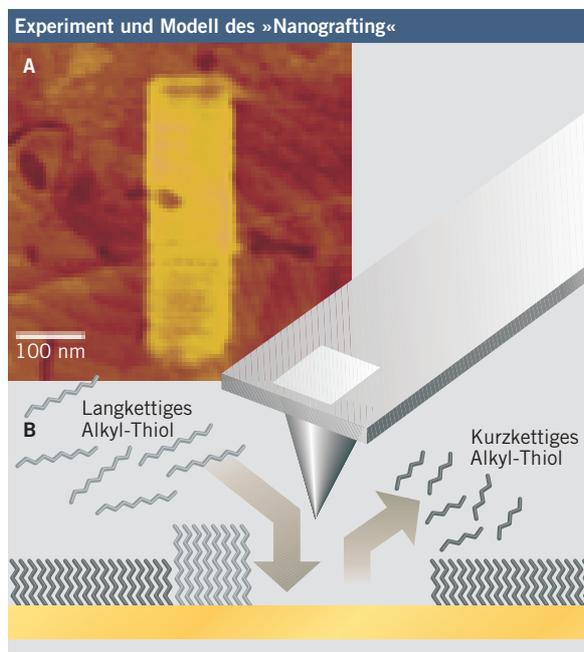
3 Das Proteasom – eine zylindrische Nano-Maschinerie. Dieser Proteinkomplex setzt sich aus 28 Untereinheiten zusammen und besitzt einen Hohlraum ^{16/} (Nanokompartiment), in dem in der Zelle nicht (mehr) benötigte Proteine abgebaut werden (A). Durch die rekombinante Positionierung von His-Tags kann das Proteasom sowohl liegend als auch stehend immobilisiert werden (B). Die Abbildung zeigt die Unterschiede der beiden immobilisierten Varianten deutlich (C) ^{17, 8, 9/}.



4 In Abwesenheit von Nickel-Ionen findet keine Wechselwirkung zwischen der His-Tag-modifizierten Spitze und der Oberfläche statt (»Aus«). Nach Zugabe der Nickel-Ionen dagegen tritt diese Wechselwirkung hervor. Die chemisch modifizierte Spitze des Rasterkraftmikroskops hat jetzt eine unterschiedliche Affinität zu den verschiedenen Arealen. Man sieht den Kontrast und das aufgestempelte Quadrat deutlich (»Ein«). Durch Zugabe des Komplexbildners EDTA werden die Nickel-Ionen abgefangen und der Ausgangszustand wieder hergestellt (»Aus«). Mit der chemischen Kraftmikroskopie lassen sich zuverlässig verschiedene Bindungsaffinitäten ablesen und die Schaltbarkeit der Proteinbindung darstellen.

5 Beim »Nanografting« werden bestehende mono-molekulare Thiol-Schichten mit der Spitze des Rasterkraftmikroskops lokal herausgekratzt, wobei die Goldoberfläche freigelegt wird. Andere Alkyl-Thiole binden an die freigelegte Stelle und bilden lokal ebenfalls eine mono-molekulare Schicht aus (B). In der rasterkraftmikroskopischen Analyse setzen sich die eingebauten langkettigen Alkyl-Thiole deutlich vom Untergrund ab und werden als Nanostruktur im topographischen Bild sichtbar (A).

dizinischen Bereich parallel und beschleunigt durchzuführen – auch mit kleineren und damit kostengünstigeren Analytmengen. So dienen zum Beispiel Antikörper in der Medizin häufig als »molekulare Spürhunde« zur Diagnose von Infektionen; sie sind jedoch sehr teuer (zehn Mikrogramm kosten einige Tausend Euro). Beim Einsatz nanoskaliger Bio-Chips und Analysemethoden ließen sich damit die eingesetzten Mengen und Kosten drastisch senken. Daher laufen Forschungsanstrengungen zur Erzeugung nanoskaliger Strukturen auf Hochtouren. Verschiedene Methoden mit jeweils spezifischen Vor- und Nachteilen stehen derzeit zur Wahl. Eine Technik, die momentan bevorzugt angewendet wird, ist das so genannte »Nanografting« (dtsh.: Nano-Pfropfen) ^{11/5a}. Die Methode basiert darauf, dass man mit der Spitze des Rasterkraftmikroskops Oberflächen nicht nur abbilden, sondern auch gezielt verändern und verformen kann. Entscheidend hierbei ist die Kraft, die auf die Probenoberfläche ausgeübt wird. Kräfte werden in der Einheit Newton ausgedrückt; ein Newton entspricht beispielsweise der Gewichtskraft, die eine Tafel Schokolade (100 g) am Äquator auf Meereshöhe auf die Masse der



Die Autoren

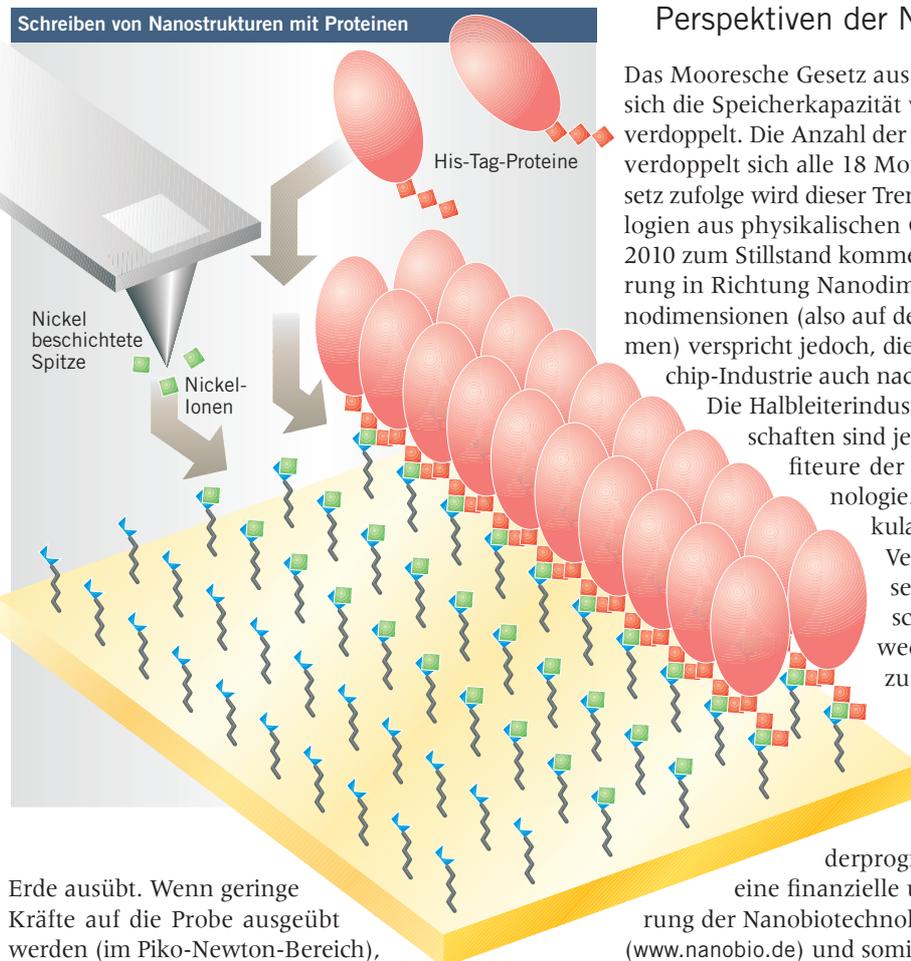
Prof. Dr. Robert Tampé (rechts), 42, studierte Chemie an der TU Darmstadt, wo er im Fach Biochemie 1989 bei Prof. Dr. Hans-Joachim Galla mit einer Arbeit über Lipid-Protein-Wechselwirkungen promovierte. An der Stanford University forschte er zusammen mit Prof. Dr. Harden M. McConnell an der Struktur und Funktion von MHC 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 als Professor des Instituts für Physiologische Chemie (Medizin) an die 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 Vorstandsmitglied des Center for

Membrane Proteomics. Seine Hauptforschungsinteressen liegen in den Bereichen der Biochemie und Biophysik biologischer Membranen, molekularen Immunologie, intrazellulären Transportprozesse sowie der Nanobiotechnologie.

Ali Tinazli, 26, studierte von 1997 bis 2002 Biochemie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt. Seine Diplomarbeit bei Prof. Dr. Heinz D. Osiewacz am Botanischen Institut zum Thema »Biologische Alterungsprozesse« wurde mit dem »Procter & Gamble« Förderpreis 2002 ausgezeichnet. Nach einer dreimonatigen Mitarbeit an einem Proteomics-Projekt bei Aventis Pharma Deutschland begann er seine Doktorarbeit am Institut für Biochemie bei Prof. Dr. Robert Tampé und widmet sich seitdem nanobiotechnologischen Fragestellungen.



Die noch in der Entwicklung befindliche Methode basiert auf der lokalen Abscheidung von Nickel-Ionen an der Spitze des Kraftmikroskops. Dadurch werden nur die nächstgelegenen funktionellen Alkyl-Thiole, so genannte »Greifer«, aktiviert, die wiederum His-Tag-Proteine erkennen und binden. Durch die lokale Abscheidung von Nickel-Ionen werden Nanostrukturen mit Proteinen »geschrieben«. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden hier die Matrix-Thiole weggelassen.



Erde ausübt. Wenn geringe Kräfte auf die Probe ausgeübt werden (im Piko-Newton-Bereich), wird diese lediglich abgetastet und abgebildet, nicht aber verformt. Bei Steigerung der einwirkenden Kraft verschiebt und entfernt die Spitze die mono-molekulare Alkyl-Thiol-Schicht von der Goldoberfläche und legt sie dadurch frei. Mit dieser Prozedur lassen sich verschiedene nanoskalige Muster in die Oberfläche »eingravieren«. Durch die Zugabe von Thiol-Molekülen lässt sich die freigelegte Goldoberfläche auch wieder auffüllen. Durch Beigabe einer anderen Thiol-Verbindung können Areale von verschiedenen Thiolen in ein und derselben mono-molekularen Schicht erzeugt und mit dem Rasterkraftmikroskop nachgewiesen werden ^{5b}. Ein weiterer Ansatz zur Nanostrukturierung von Proteinen ist zurzeit noch in der Umsetzungsphase ⁶.

Perspektiven der Nanotechnologie

Das Mooresche Gesetz aus dem Jahr 1965 besagt, dass sich die Speicherkapazität von Computerchips jährlich verdoppelt. Die Anzahl der Transistoren auf einem Chip verdoppelt sich alle 18 Monate. Dem Mooreschen Gesetz zufolge wird dieser Trend mit den heutigen Technologien aus physikalischen Gründen bis etwa zum Jahr 2010 zum Stillstand kommen. Die weitere Miniaturisierung in Richtung Nanodimensionen oder gar Sub-Nanodimensionen (also auf der Ebene von einzelnen Atomen) verspricht jedoch, diesen Trend in der Computerchip-Industrie auch nach 2010 aufrecht zu erhalten.

Die Halbleiterindustrie und die Materialwissenschaften sind jedoch nicht die einzigen Profiteure der aufkommenden Nanotechnologie. Zusätzlich findet auf molekularer Ebene fortschreitend ein Verschmelzen der Materialwissenschaften mit den biologischen Disziplinen statt und erweckt die Nanobiotechnologie zu einem neuen Forschungsfeld. Frühzeitig hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit der Gründung von nationalen Förderprogrammen die Weichen für

eine finanzielle und infrastrukturelle Sicherung der Nanobiotechnologie in Deutschland gestellt (www.nanobio.de) und somit die internationale Position Deutschlands auf diesem Gebiet gestärkt.

Mehr und mehr wächst die Nanotechnologie in den Biowissenschaften zur Nanobiotechnologie heran und verspricht dadurch mittel- und langfristig neue Werkzeuge in den Lebenswissenschaften. Nach dem Siegeszug der DNA-Chips, die die Molekularbiologie revolutioniert haben, versprechen Protein-Chips Ähnliches im Bereich der Proteine. Die Anwendungsmöglichkeiten dieser neuartigen Bio-Chips reichen von der Umweltanalytik über die medizinische Diagnostik bis hin zur individuellen Bestimmung der optimalen Wirkstoffmengen in der medizinischen Therapie. ♦

Im Internet: <http://www.biochem.uni-frankfurt.de>

Literatur:

^{1/1} Niemeyer, C.M. und Mirkin, C., NanoBiotechnology. Hrsg. (2004), Wiley-VCH, New York.

^{1/2} Ulman, A., Formation and structure of self-assembled monolayers. Chem. Rev. (1996), 96: S. 1533–1554.

^{1/3} Hochuli, E., Large-scale chromatography of recombinant proteins. J.

Chromatogr. (1988), 444: S. 293–302.

^{1/4} Schmitt, L., Dietrich, C. und Tampé, R., Synthesis and characterization of chelator lipids for reversible immobilization of engineered proteins at self-assembled lipid interfaces. J. Am. Chem. Soc. (1994), 116: S. 8485–8491.

^{1/5} Tampé, R. et al., Biofunctionalized membranes on solid surfaces in nanofabrication and biosystems: Integrating materials science, engineering and biology, H.C. Hoch, L.W. Jelinski and H.G. Craighead, Hrsg. (1996), Cambridge University Press: Cambridge. S. 201–221.

^{1/6} Löwe, J., Stock, D., Jap, B., Zwickl, P., Baumeister, W. und Huber, R., Crystal structure of the 20S proteasome from the archaeon *T. acidophilum* at 3.4 Å resolution. Science (1995), 268: S. 533–539.

^{1/7} Dorn, I.T., Eschrich, R., Seemüller, E., Guckenberger, R. und Tampé, R., High-resolution AFM-imaging

and mechanistic analysis of the 20S proteasome. J. Mol. Biol. (1999), 288: S. 1027–1036.

^{1/8} Thess, A., Hutschenreiter, S., Hofmann, M., Tampé, R., Baumeister, W. und Guckenberger, R., Specific orientation and two-dimensional crystallization of the proteasome at metal-chelating lipid inter-

faces. J. Biol. Chem. (2002), 277 (39): S. 36321–36328.

^{1/9} Hutschenreiter, S., Tinazli, A., Model, K. und Tampé, R., Two-substrate association with the 20S proteasome at single-molecule level. EMBO J. (2004), 23: S. 2488–2497.

^{1/10} Frisbie, C.D., Rozsnyai, L.F., Noy, A., Wrighton, M.S.

und Lieber, C.M., Functional group imaging by chemical force microscopy. Science (1994), 265: S. 2071–2074.

^{1/11} Xu, S., Miller, S., Laibinis, P.E. und Liu, G.-Y., Fabrication of nanometer scale patterns within self-assembled monolayers by nanografting. Langmuir (1999), 15: S. 7244–7251.

Gefangen im globalem Wettbewerb

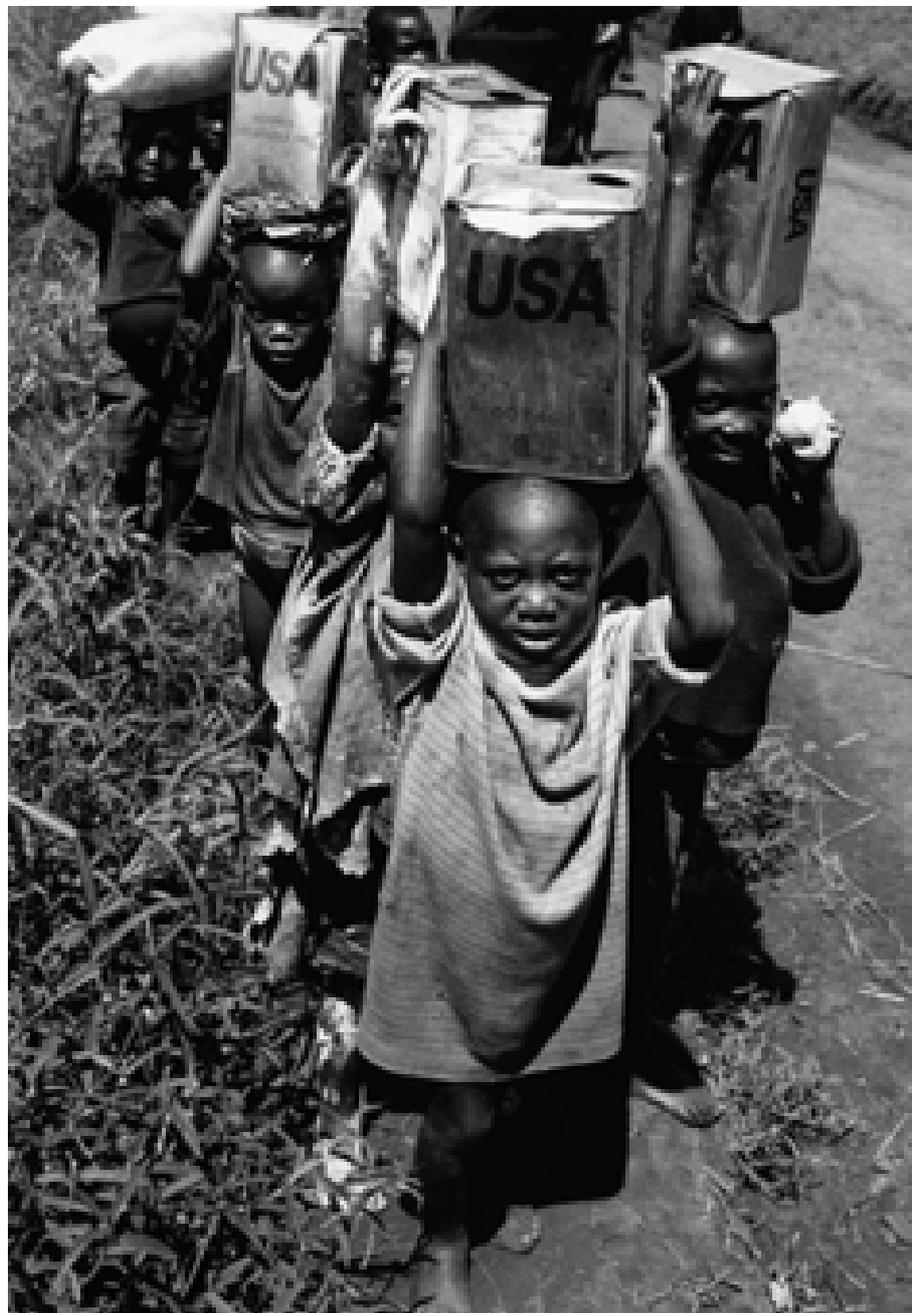
Chancen und Grenzen
des Arbeitsrechts:
Internationale Organisationen,
staatliche Eigeninteressen
und multinationale Konzerne

von Manfred Weiss

Die weltweite Vernetzung von Märkten, Kapital und Produktion lässt Entwicklungs- und Schwellenländer der Versuchung des »social dumping« erliegen: Das ohnehin niedrige arbeitsrechtliche Niveau senken sie noch weiter ab, um im globalen Wettbewerb mithalten zu können. Davon betroffen sind Länder in Afrika, Asien und Lateinamerika ebenso wie in Mittel- und Osteuropa. Doch bedroht sind auch die sozialen Errungenschaften in fortgeschrittenen Industrieländern, da die Produktion immer häufiger in Länder mit geringeren Arbeitskosten verlagert wird. Eine Abwärtsspirale ist in Gang gesetzt, der viel beschworene »race to the bottom« erscheint unaufhaltsam. Deshalb soll hier der Frage nachgegangen werden, welche Konzepte der Gegensteuerung sich auf globaler Ebene ausmachen lassen, wie deren Effektivität einzuschätzen ist und welche Zukunftsperspektiven sich aus den bisherigen Erfahrungen gewinnen lassen.

Die International Labour Organisation (ILO) mit Sitz in Genf bemüht sich seit ihrer Gründung im Jahre 1919 um weltweite Mindestbedingungen im Arbeitsrecht. Vor allem drei Überlegungen standen Pate bei der Gründung der ILO: Erstens wurde die Regulierung des Arbeitsmarkts als gesamtgesellschaftliche Notwendigkeit im Interesse der Gesundheit der arbeitenden Bevölkerung begriffen. Zweitens hatte der Schrecken der russischen Oktoberrevolution bei den Regierungen die Einsicht befördert, dass schlechte Arbeitsbedingungen zu nicht mehr kontrollierbaren Erup-

Schwere Lasten müssen diese kleinen Hutu-Kinder auf ihren Köpfen tragen: Das Trinkwasser transportieren sie aus einem 1,5 Kilometer entfernten Brunnen in ihr Flüchtlingslager. Weltweit müssen nach Angaben der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) rund 211 Millionen Kinder arbeiten.





Auf den Feldern der »AmCan Minerlas Ltd.« im Osten von Sierra Leone schürfen Kinder nach Diamanten. Von den 211 Millionen Kindern, die arbeiten müssen, schufteten rund 186 Millionen unter Bedingungen, die ihrer Entwicklung schaden. Sie arbeiten in Bergwerken, knüpfen Teppiche oder verdingen sich als Hausangestellte oder Schuhputzer.

tionen der Arbeitermassen führen könnten. Und drittens kam die Furcht vor »social dumping« hinzu: Kein Land sollte sich dadurch einen Wettbewerbsvorteil verschaffen können, indem es die Arbeitsbedingungen absenke und somit die Arbeitskosten reduziere.

ILO-Konventionen: Verbindlich, aber oft nicht durchsetzbar

Im Vergleich zu allen anderen internationalen Organisationen hat die ILO eine einzigartige organisatorische Struktur. In ihr sind die Mitgliedstaaten nicht nur mit den jeweiligen Regierungen, sondern auch mit Gewerkschaften und Arbeitgeberverbänden vertreten. Das erhöht die Chance, dass bei der Implementierung alle drei Akteure zusammenwirken und für eine effiziente Umsetzung sorgen. Blickt man nun auf die Normsetzungstätigkeit der ILO, so sind zwei Instrumente zu unterscheiden: verbindliche Konventionen und rechtlich unverbindliche Empfehlungen. Letztere sind vor allem als Appell an die Mitgliedsländer zu verstehen und werden weitaus häufiger als Begleitprodukte für Konventionen ausgearbeitet, um den Mitgliedstaaten darin praktische Hinweise für die Umsetzung zu geben. Bis heute hat die ILO insgesamt 185 Konventionen und 194 Empfehlungen verabschiedet, die fast das gesamte Spektrum der Arbeitsbedingungen abdecken.

Konventionen werden wie multilaterale völkerrechtliche Verträge behandelt, obwohl sie ihnen durch die Beteiligung der Arbeitgeber- und Gewerkschaftsvertreter nicht voll entsprechen. Um in den Mitgliedstaaten verbindlich zu werden, bedürfen sie der Ratifikation, zu der es oft nicht kommt. Dabei bedeutet Ratifizierung noch lange nicht die praktische Umsetzung. Insbesondere in den Entwicklungsländern fehlt es an den einfachsten verwaltungstechnischen Voraussetzungen. Außerdem sind die Regierungen nur bedingt an praktischer Implementierung interessiert, da sie ihren Stand-



Unterricht im Flüchtlingslager Ntamba im Nordosten Burundis: Oft haben Kinder in Entwicklungsländern keine Chance, die Schule regelmäßig zu besuchen, weil sie für den Lebensunterhalt der Familien mit aufkommen müssen. 30 jugendliche Delegierte aus Asien, Afrika und Lateinamerika, die im Frühjahr an der internationalen Tagung in Berlin der »Weltbewegung arbeitender Kinder« teilnahmen, sprachen sich gegen ein generelles Verbot von Kinderarbeit und für mehr Bildungsprogramme in ihren Ländern aus. Das entspricht auch der Strategie der International Labour Organisation (ILO): von der Sanktion zur Kooperation.

ortvorteil nicht gefährden wollen. Auch die Überwachungsverfahren der ILO sind nicht sonderlich effizient: Gewerkschaften und Arbeitgeberverbände können zwar an den von den Regierungen zu erstattenden Berichten mitwirken. Aber Gewerkschaften vor Ort betätigen sich nicht gerne als Nestbeschmutzer und sind deshalb oft geneigt, im Interesse einer für das jeweilige Land günstigen Standortideologie Missstände hinzunehmen. Selbst wenn Missstände unmittelbar an die ILO heran getragen werden, enden die Verfahren schlimmstenfalls mit der Feststellung eines Verstoßes. Bleibt die illusionäre Hoffnung auf die so genannte »mobilization of shame«, wonach der Gescholtene Imageverlust oder gar die Ächtung durch andere Staaten riskiert.

Von den 185 Konventionen und 194 Empfehlungen haben nicht alle das gleiche Gewicht. Es gibt sieben Konventionen, die die unverzichtbare Mindestausstattung an Arbeitnehmergrundrechten enthalten: die Konvention Nr. 29 über Zwangs- und Pflichtarbeit vom 28. Juni 1930, die Konvention Nr. 87 über die Vereinigungsfreiheit und den Schutz des Vereinigungsrechts vom 9. Juli 1948, die Konvention Nr. 98 über die Anwendung der Grundsätze des Vereinigungsrechts vom 1. Juli 1949, die Konvention Nr. 100 über die Gleichheit des Entgelts männlicher und weiblicher Arbeitskräfte für gleichwertige Arbeit vom 29. Juni 1951, die Konvention Nr. 105 über die Abschaffung der Zwangsarbeit vom 25. Juni 1957, die Konvention Nr. 111 über die Diskriminierung in Beschäftigung und Beruf vom 25. Juni 1958 sowie die Konvention Nr. 138 über das Mindestalter für die Zulassung zur Beschäftigung vom 6. Juni 1973. Sechs dieser sieben Konventionen sind erst nach dem Zweiten Weltkrieg verabschiedet worden, fünf zwischen 1948 und 1958, ein Jahrzehnt der Aufbruchstimmung, um

Menschenrechte für Arbeitnehmer zu etablieren. Die Ernüchterung folgte jedoch schnell: Viele Länder ratifizierten nicht mal diesen grundrechtlichen Kernbestand, von Implementierung ganz zu schweigen.

Paradigmenwechsel: Von bloßer Normsetzung zu Hilfsprogrammen

Diese unbefriedigende Situation hat zu einem Neuanfang geführt, der im Jahre 1998 mit einer aufsehenerregenden Erklärung der Internationalen Arbeitskonferenz der ILO zu den Grundrechten der Arbeitnehmer begann. Danach sind alle 177 Mitgliedsländer ungeachtet der Tatsache, ob sie die sieben Konventionen ratifiziert haben oder nicht, allein aufgrund ihrer Mitgliedschaft in der ILO verpflichtet, die in diesen Konventionen angesprochenen Kerngrundrechte zu respektieren, zu befördern und durchzusetzen. Dabei handelt es sich um die Vereinigungsfreiheit und die effektive Anerkennung des Rechts zu Kollektivverhandlungen, die Abschaffung aller Formen von Zwangs- und Pflichtarbeit, die effektive Abschaffung der Kinderarbeit und die Beseitigung jedweder Diskriminierung in Beschäftigung und Beruf.

Das führte zu einem Paradigmenwechsel von Sanktion zu Kooperation, der sich inzwischen auf die Gesamtstrategie der ILO auswirkt: Geleitet von der Einsicht, dass viele Länder die faktischen Voraussetzungen für eine normgerechte Implementierung aus eigener Kraft gar nicht schaffen können, zielen detaillierte Vorschriften über den einzuschlagenden Weg der Implementierung, jetzt in eine ganz neue Richtung: Die Berichtsaktivität soll sich jährlich nur auf eines der vier Kerngrundrechte beziehen, um alle Energie auf diese eine Frage verwenden zu können. Entscheidend ist, dass diese Be-

»Früh übt sich...«
– Mit Holz Waffen kontrollieren tschetschenische Kinder die Reisenden an »ihrem« Checkpoint am Ortseingang. Kinder-Armeen werden entgegen aller internationalen Vereinbarungen in Bürgerkriegen überall in der Welt eingesetzt. Die schlimmsten Formen der Kinderarbeit, wie Zwangsdienste in Kampftruppen, Prostitution und Kinder-Pornografie, müssen nach Ansicht von Hilfsorganisationen entschieden bekämpft werden.





Geschäftstüchtig verkauft dieser junge Russe Flaschenbier in Tjumen, Sibirien, einem der größten Ölfördergebiete Russlands. Kinderarbeit ist nicht auf die Entwicklungsländer beschränkt; in den Ländern der ehemaligen Sowjetunion ist sie nach dem Zusammenbruch des alten Bildungs- und Wirtschaftssystems besonders verbreitet.

richte nicht auf Sanktionsvermeidung abzielen, sondern als Basis dienen, um die Effektivität der von der ILO den Ländern angebotene Hilfe beurteilen und Prioritäten in Form von Aktionsplänen und Hilfsprogrammen festlegen zu können. Dieses Implementierungsverfahren bedeutet gleichzeitig, dass nicht nur zwischen ILO und Mitgliedsländern, sondern auch zwischen diesen ein ständiger Dialog stattfindet. Als Akteure in den Mitgliedsländern sind nicht nur Regierungen, sondern auch Sozialpartner mit im Boot. Der von der ILO zu erstellende globale Bericht verbunden mit einem internationalen Solidaritätsprogramm hat vor allem die Funktion, für eine ausgewogene Ressourcenverteilung an die betroffenen Länder zu sorgen.

Kinderarbeit: Der stufenweise Ausstieg

Der Sinn des Paradigmenwechsels lässt sich am Beispiel der Kinderarbeit demonstrieren: Müsste aufgrund der ILO-Erklärung mit einem Schläge die Kinderarbeit abgeschafft werden, würde das für viele Länder Afrikas, Südamerikas und Südasiens eine Katastrophe bedeuten. Sicherungssysteme für diejenigen, die von Kinderarbeit abhängen, fehlen ebenso wie Bildungseinrichtungen für die dann arbeitslosen Kinder und Institutionen, die solche Kinder etwa vor dem Abgleiten in die Prostitution oder die Drogenszene schützen.

Das Langzeitprogramm gegen Kinderarbeit muss von einem Kurzzeitprogramm flankiert werden: So müssen zunächst die besonders schlimme Formen der Kinderarbeit wie Kinderhandel, Zwangsarbeit und Kinderprostitution ausgemerzt werden, wie es die Konvention Nr. 182 der ILO aus dem Jahr 1999 festlegte. Die gleichzeitig verabschiedete Empfehlung Nr. 190 beschreibt im Einzelnen die Maßnahmen zur Abschaffung dieser unerträglichen Kinderausbeutung. Keine andere Konvention ist so schnell und von so vielen Mitgliedsländern

ratifiziert worden wie diese. Noch nie war das Bewusstsein um den Kampf gegen Kinderarbeit so groß, nie zuvor wurde mehr unternommen als in den vergangenen fünf Jahren, um die Infrastruktur zur Beseitigung der Kinderarbeit zu verbessern; was nicht darüber hinweg täuschen darf, dass dieses Problem weiter besteht.

Auch andere Kerngrundrechte bedürfen vermehrter Anstrengungen: Die Rechte der Gewerkschaften werden in vielen Ländern nicht respektiert. Auch das Verbot der Diskriminierung, vor allem wegen des Geschlechts, konnte nicht weltweit durchgesetzt werden. Eklatante Ungleichbehandlung von Frauen wird in einigen Ländern weiterhin damit gerechtfertigt, dass man sich von westlichen Werten nicht eigene kulturelle Traditionen zerstören lassen wolle. Und schließlich werden auch in westlichen Industrieländern Vorbehalte gegen die Durchsetzung von Kerngrundrechten artikuliert: Deren Beachtung sei mit ökonomischer Prosperität nicht vereinbar. So schreibt etwa die *Financial Times* am 9. Februar 2000: »People in developing countries need jobs and income, not human rights.« Um sich mit diesen Vorurteilen auseinanderzusetzen, hat die ILO eine große Kampagne gestartet: Sie klärt darüber auf, welche positiven ökonomischen Langzeitwirkungen sich einstellen, wenn arbeitsrechtliche Mindeststandards beachtet werden. Diese Kampagne zeigt erste Erfolge. So konterkarieren inzwischen andere globale Institutionen wie Weltbank, Internationale Währungsfonds und Welthandelsorganisation die Bemühungen der ILO nicht mehr offen. Es gibt sogar eine Kommission von Vertretern dieser Institutionen, die sich um konzertiertes Vorgehen bemüht.

Trotzdem: Es wäre eine Illusion, allein von der ILO zu erwarten, dass sie die Arbeitswelt global in Ordnung bringt. Flankierende Strategien anderer Akteure sind notwendig. So wird seit längerem über die Etablierung so genannter Sozialklauseln in Handelsverträgen gestrit-



Harte körperliche Arbeit in einem Steinbruch bei Bangalore in Indien. Bei einer internationalen Tagung forderten 14- bis 18-jährige Jungen und Mädchen aus 23 Entwicklungsländern, die sich zu einer »Weltbewegung arbeitender Kinder« zusammenschlossen hatten, im Frühjahr in Berlin mehr Einflussmöglichkeiten auf alle Entscheidungen, die sie betreffen.

ten. Dabei geht es darum, Handelsbeziehungen von der Einhaltung arbeitsrechtlicher Mindestbedingungen abhängig zu machen. Allerdings forcieren die westlichen Industrieländer dieses Anliegen so einseitig, dass Entwicklungsländer die Einhaltung der Mindeststandards als bloßen Vorwand begreifen, die für die ärmeren Länder dringend notwendige Marktöffnung zu verhindern. Erst wenn die Industriestaaten den Entwicklungsländern Schulden erlassen und Anreizsysteme mit arbeitsrechtlichen Mindestbedingungen gekoppelt werden, könnte dies Verbesserungen schaffen. Angesichts der festgefahrenen Fronten ist nicht zu erwarten, dass in absehbarer Zeit ein tragfähiger Konsens über Sozialklauseln erzielt wird.

Codes of Conduct: Mehr als nur Imagepflege der Multis?

Vielversprechender ist eine andere Strategie: Codes of Conduct der multinationalen Unternehmen. Die mächtigen Akteure im Bereich der Arbeitswelt sind nicht die Nationalstaaten, sondern die multinationalen Unternehmen, die ihre Konditionen für die jeweiligen Länder diktieren können. Deshalb haben schon in den 1970er Jahren die ILO und die Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) Richtlinien für multinationale Unternehmen entwickelt, in denen die Einhaltung der von der ILO entwickelten Standards angemahnt wird. In den 1980er Jahren wollten die Vereinten Nationen diese Rechte weiter entwickeln, sind aber über den Entwurf eines Verhaltenskodex für multinationale Unternehmen nicht hinausgekommen. Erst Kofi Annan gelang es zur Jahrtausendwende, dass die UNO das Programm »Global Compact« auflegte. Der sehr vage gehaltene von Code of Conduct nimmt unter anderem Bezug auf die bereits erläuterten Kerngrundrechte der ILO-Erklärung und fordert die multinationalen

Unternehmen auf, sich durch Unterzeichnung zur Einhaltung dieses rechtlich unverbindlichen Kodex zu verpflichten. Diesen Schritt haben inzwischen viele der Global player – nicht zuletzt aus Imagegründen – getan.

Die von den drei Organisationen aufgestellten Codes of Conduct sind bloße Empfehlungen ohne Sanktionsdrohung. Doch ihre Symbolkraft sollte nicht unterschätzt werden. Haben sie doch das Bewusstsein für weltweiten Arbeitnehmerschutz geschärft und so zu den von den multinationalen Unternehmen selbst entwickelten Codes of Conduct geführt. Diese Codes, deren Zahl inzwischen unübersehbar geworden ist, sind im wesentlichen in den 1990er Jahren entstanden. Auslöser waren verbraucherschützende Non Government Organizations (NGOs): Sie haben nicht nur in den Heimat-



Kassensturz: Piroggen, die seine Mutter gebacken hat, verkauft dieser Junge in einem Café in Tschita, einem Ort in Sibirien in der Nähe der russisch-chinesischen Grenze. So muss jeder zum Familieneinkommen beitragen.



Auf einer Müllhalde in der kambodschanischen Hauptstadt Phnom Penh suchen Kinder nach Wert- und Verzehrbarem. Nur durch das Wühlen im Müll der Wohlhabenden können viele Familien, die in den Slums an den Rändern der Großstädte leben, überhaupt existieren.

ländern der Global player darauf aufmerksam gemacht, dass multinationale Konzerne massiv gegen die Richtlinien der ILO und der OECD verstoßen, sondern es ist ihnen auch gelungen, Verbraucherboykotts und ähnliche Aktionen zu organisieren, die sich als hoch effizient erwiesen. Dies veranlasste die Unternehmen, aktiv zu werden: Sie propagierten werbetätig selbst entwickelte und weit über die Vorgaben der ILO und der OECD hinausgehende Codes of Conduct. Diese Welle der Selbstverpflichtung begann in der Textil- und der Sportartikelindustrie und deckt mittlerweile alle Wirtschaftsbereiche ab. In manchen Branchen haben inzwischen internationale Organisationen der Arbeitgeberverbände solche Codes sogar für die gesamte Branche entwickelt.

Die Unterschiede zwischen einzelnen Branchen sind gravierend: So liegt etwa in der Textil- und Bekleidungsindustrie der Schwerpunkt eindeutig auf dem Verbot der Zwangs- und Kinderarbeit, während etwa in

der Chemieindustrie oder bei Transportunternehmen die Arbeitssicherheit im Vordergrund steht. Die Codes unterscheiden sich jedoch nicht nur in ihrem Inhalt, sondern vor allem in der Art ihres Zustandekommens. Manche – leider nur der kleinere Teil – der Codes handelten die Multis mit Arbeitnehmern, Gewerkschaften oder NGOs aus. Die meisten dieser Codes enthalten Diskriminierungsverbote, Klauseln über die Koalitionsfreiheit und die Tarifautonomie, über das Verbot der Kinder- und Zwangsarbeit sowie über die Gewährleistung einer der Arbeitssicherheit dienlichen Arbeitsumwelt. In den meisten Codes wird auf die von der ILO entwickelten Standards ebenso Bezug genommen wie auf das Recht des jeweiligen Gastlandes, das – wie bereits angedeutet – mit der Realität der Entwicklungsländer ansonsten wenig zu tun hat.

Zunehmend werden auch Subunternehmer und manchmal sogar sonstige Geschäftspartner einbezogen.

Moderne Textilfabrik, ein US-amerikanisch-usbekisches Joint Venture, unweit der Stadt Samarkand in Usbekistan gelegen. Es wird ausschließlich heimische Baumwolle verarbeitet. Ein Teil der Produktion wird ins westliche Ausland exportiert. Die Gewinne von weltweit agierenden Supermarktketten und Bekleidungsfirmen werden nach einer neuen Studie von Oxfam auf Kosten der Arbeiterinnen in den Produktionsländern gemacht. Große Unternehmen beachten bei ihren Zulieferbetrieben nicht die internationalen Arbeitsstandards, so ein Sprecher von Oxfam Deutschland bei der Vorstellung der Studie im Frühjahr.



Dabei sehen die Codes im Regelfall vor, dass bei Verstößen diese entweder beseitigt oder die Geschäftsbeziehungen abgebrochen werden müssen. Letzteres ist eine höchst ambivalente Sanktion, bedeutet sie doch unter Umständen für die Arbeitnehmer des Subunternehmers oder Geschäftspartners den Verlust des Arbeitsplatzes.

Alle diese Codes bewegen sich im juristischen Niemandsland: Sie sind nicht einklagbar, sondern verpflichten die Unternehmen nur moralisch. Leider kommt es häufig vor, dass weder die Arbeitnehmer noch die für die Implementierung der Regeln zuständigen Vorgesetzten über die Codes informiert sind. Um von vornherein nicht den Verdacht aufkommen zu lassen, an der Funktionslosigkeit der Codes of Conduct ein Interesse zu haben, beschlossen einzelne multinationale Unternehmen, sich in regelmäßigen Abständen einem »Monitoring« durch externe Akteure zu unterziehen. Solche Verfahren erweisen sich als durchaus vielversprechend.

Wie stark die Codes in der Praxis umgesetzt werden, hängt vom Gewicht der kontrollierenden Akteure ab und vor allem davon, wie sehr bei Verstößen die Öffentlichkeit mobilisiert und dadurch Druck auf das Unternehmen ausgeübt werden kann. Hier haben sich bislang die NGOs als wesentlich effizienter erwiesen als die Gewerkschaften. So hat es zum Beispiel die NGO »clean clothing« geschafft, ein weltweites Netzwerk zu etablieren, das es bei Verstößen in Entwicklungsländern sofort ermöglicht, am Sitz der Zentrale des Global players darauf zu reagieren. Die multinationalen Unternehmen können diese Kräfte nicht mehr ignorieren.

Inzwischen sind eine Reihe multinationaler Unternehmen dazu übergegangen, ihre Arbeitsbeziehungen und Arbeitsstandards als Werbefaktor einzusetzen und auch auf diesem Feld in einen Imagewettbewerb zu treten. In diesem Kontext spielt das von manchen NGOs in manchen Branchen praktizierte »labeling« eine wichtige Rolle: Produkte von Unternehmen, die sich nach Ansicht der jeweiligen NGO an die Spielregeln halten, werden mit einem Gütesiegel versehen. Die Selbstbindung der Unternehmen – auch »soft law« genannt – bedeutet zwar keine Garantie für weltweite Einhaltung arbeitsrechtlicher Mindeststandards in multinationalen Unternehmen, sollte aber in seiner tendenziell die Unternehmen unter Rechtfertigungsdruck setzenden Wirkung nicht unterschätzt werden.

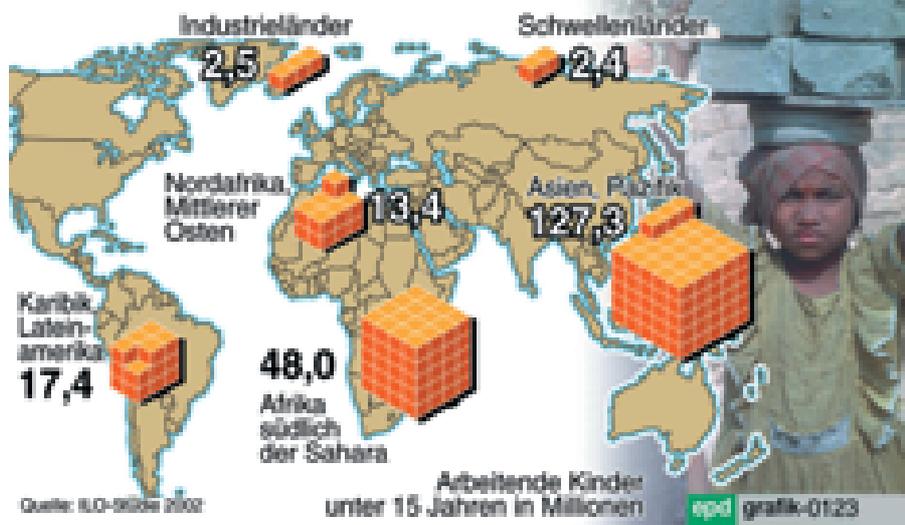
In einem Punkt herrscht allerdings noch immer weitgehend Fehlanzeige. Multinationale Unternehmen konnten bislang kaum dazu gebracht werden, sich am Aufbau einer zukunftssträchtigen Infrastruktur in den Entwicklungsländern zu beteiligen; sei es, dass sie sich verpflichten müssen, direkt in Schulen, Universitäten oder Wohnungen zu investieren, oder sei es, dass ihnen die vorhandenen Möglichkeiten des Steuertransfers abgeschnitten werden und sie dadurch den Staatshaushalt des jeweiligen Landes stärken.

»Soft law« und die Grenzen der globalen Kontrolle

Die ILO betrachtet die inflationäre Entwicklung der Codes of Conduct der multinationalen Unternehmen zwiespältig: Wenn die Umsetzung der ILO-Normen durch staatliche Gesetzgebung der Mitgliedsländer nicht mehr der entscheidende Orientierungspunkt ist, sondern ein von Privaten geschaffenes, wildwüchsig wu-

Kinderarbeit

211 Mio. Kinder müssen weltweit arbeiten



Kinderarbeit weltweit: Die meisten Kinder, 127,3 Millionen, müssen in Asien und im Pazifikraum arbeiten, gefolgt von 48 Millionen Kindern in Afrika, südlich der Sahara. Selbst in den Industriestaaten sind noch 2,5 Millionen der unter 15-Jährigen beschäftigt.

cherndes »soft law«, könnte der global agierenden ILO die Kontrolle entgleiten. Andererseits ist dem Ziel, Arbeitnehmerrechte weltweit umzusetzen, vermutlich nur mit einem Strategiebündel und im Zusammenwirken multinationaler Unternehmen, internationaler Organisationen, staatlicher Regierungen, Arbeitgeberverbänden, Gewerkschaften und NGOs näher zu kommen. ♦

Der Autor



Prof. Dr. Manfred Weiss, 64, hat seit 1977 eine Professur für Arbeitsrecht und Bürgerliches Recht an der Universität Frankfurt inne. Seit Jahrzehnten berät Weiss als international ausgewiesener Experte Regierungen (darunter Südafrika und mehrere ehemalige Ostblockstaaten) sowie supranationale und internationale Organisationen (insbesondere die Internationale Arbeitsorganisation in Genf) bei allen Fragen des nationalen und internationalen Arbeitsrechts. Er studierte von 1960 bis 1964 Rechtswissenschaft in Berlin und Freiburg, war anschließend ein Jahr als Forschungsstipendiat am Center for the Study of Law and Society an der California University in Berkeley/Kalifornien. Seine wissenschaft-

liche Karriere setzte er ab 1972 in Frankfurt fort: zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter, anschließend als Dozent im Fachbereich Rechtswissenschaft. 1974 folgte er einem Ruf an die Universität Hamburg, bevor er 1977 wieder an die Johann Wolfgang Goethe-Universität zurückkehrte. Weiss war Gastprofessor an den rechtswissenschaftlichen Fachbereichen der Universitäten Leuven/Belgien (1984), Paris-Nanterre/Frankreich (1985 und 1992), Sorbonne Paris/Frankreich (1993, 1994 und 1996), Straßburg/Frankreich (1987), Université Montesquieu in Bordeaux/Frankreich (1996 und 1999), University of Pennsylvania in Philadelphia/USA (1987, 1988 und 1991), University of Florida in Gainesville/USA (1989) und der New York University in New York/USA (1997 und 2001). Zu seinem Engagement in verschiedenen Verbänden gehörte auch der Vorsitz der Deutschen Sektion der International Industrial Relations Association (IIRA) von 1990 bis 1995 und die Präsidentschaft der International Industrial Relations Association für die Amtszeit 2000 bis 2003.

Johanniskraut – von Inhaltsstoffen und anderen Unwägbarkeiten



1 *Hypericum perforatum* L. (Johanniskraut) wird bereits seit dem Altertum zur Behandlung von Depressionen verwendet. Schon Paracelsus (1493–1541) bezeichnete Johanniskraut als »Arnica der Nerven«, aber erst im letzten Jahrhundert wurde die antidepressive Wirkung wissenschaftlich untersucht.

Von Mario Wurglics
und Manfred
Schubert-Zsilavec

Die Depression gehört zu den häufigsten Volkskrankheiten. Derzeit sind rund vier Millionen Deutsche an einer behandlungsbedürftigen Depression erkrankt. Die Erkrankung verläuft typischerweise in Form von Episoden, die Wochen bis Monate, manchmal auch Jahre anhalten können. Wenn die Erkrankung unbehandelt bleibt, kann sie wiederkehren und einen chronischen Verlauf nehmen. Rund 75 Prozent der Betroffenen erleiden nach einer Ersterkrankung innerhalb von fünf Jahren mindestens eine neue depressive Phase. Zudem werden mit steigender Episodenzahl die episodensfreien Zwischenzeiten immer kürzer. Es gilt heute als unstrittig, dass mehr als die Hälfte aller Depressionen nicht diagnostiziert und allenfalls ein Fünftel adäquat behandelt werden. Das verursacht nicht nur enorme Kosten für die Volkswirtschaft, sondern ist für die Betroffenen auch mit erheblichem Leid und Lebensgefahr verbunden.

Wenngleich zahlreiche Details der Krankheitsentstehung und ihres Verlaufs **2** noch unklar sind, so gilt als gesichert, dass während einer Depression das Gleichgewicht von Serotonin und/oder Noradrenalin – diese so genannten Neurotransmitter sind an der Signalübertragung zwischen Nervenzellen im Gehirn beteiligt – aus der Balance geraten ist. Entweder sind sie in zu geringer Konzentration vorhanden, oder die Übertragung zwischen Nervenzellen ist gestört. Viele antidepressive Medikamente wirken an dieser Stelle: Sie korrigieren das gestörte Gleichgewicht der Botenstoffe im Gehirn.

Therapie der Depression

Die Therapie der Depression wird je nach Beschwerden, Art der Depression und eventueller Begleiterkrankungen individuell angepasst. Zu den möglichen Maßnahmen gehören die Pharmakotherapie mit synthetischen oder pflanzlichen Antidepressiva, die psychotherapeutische Behandlung, aber auch spezielle Behandlungsverfahren unter bestimmten Bedingungen, wie zum Beispiel die Lichttherapie bei der zumeist im Winter auftretenden saisonalen Depression.

Führender Therapieansatz ist heute die medikamentöse Behandlung. Neben den synthetischen Antidepressiva werden vor allem auch Johanniskraut-Trockenextrakt-Präparate zur Behandlung von leichten bis mittelschweren Depressionen eingesetzt. Da dieser Indikationsbereich weit über die traditionelle naturheilkundliche Medizin hinausgeht, ist die Forderung berechtigt, dass die Verwendung von Johanniskraut-Trockenextrakt-Präparaten den Kriterien einer rationalen Arzneimitteltherapie entsprechen muss.

Für pflanzliche Arzneimittel (Phytopharmaka) gelten in Deutschland die rechtlichen Bestimmungen des Arzneimittelgesetzes. Damit muss ein pflanzliches Arzneimittel grundsätzlich die gleichen Anforderungen für die Zulassung erfüllen wie ein Arzneimittel mit chemisch definierten Arzneistoffen. Hauptkriterien für die Zulassung sind neben der Wirksamkeit und Unbedenklichkeit vor allem die pharmazeutische Qualität des Arzneimittels. Das Qualitätskriterium der Chargenkonformität

2 Volkskrankheit Depression. Die Erkrankung verläuft typischerweise in Form von Episoden. Diese sind durch eine Reihe psychischer, aber auch körperlicher Beschwerden gekennzeichnet.

Krankheitsentstehung und Verlauf

Psychische Beschwerden im Zusammenhang mit Depressionen

Antriebsmangel bei innerer Unruhe
Krankhafte Schuldgefühle
Stimmungsschwankungen
Aktivitätstiefpunkt am Morgen
Unfähigkeit, Freude zu empfinden
Hoffnungslosigkeit und innere Leere
Angstgefühle
Selbstmordgedanken

Körperliche Beschwerden

Schlafstörungen
Appetitmangel
Sexuelle Unlust

eines Arzneimittels, das heißt der einheitlichen Zusammensetzung einer Fertigarznei von Charge zu Charge, dient dabei primär der Sicherung von Wirksamkeit und Unbedenklichkeit.

Wirkstoffe in pflanzlichen Arzneimitteln

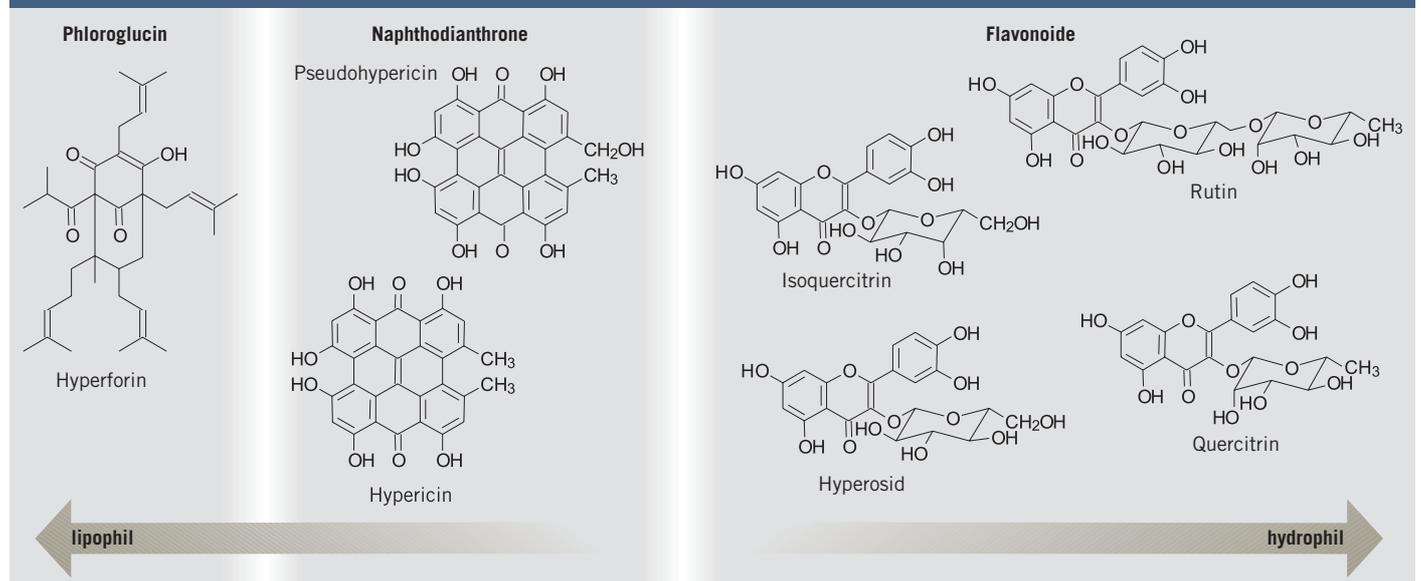
In Phytopharmaka ist der pflanzliche Extrakt der Wirkstoff. Dabei handelt es sich um ein sehr komplexes Substanzgemisch, dessen Zusammensetzung von verschiedenen Faktoren abhängt, wie zum Beispiel der natürlichen Variabilität des Pflanzenmaterials, dem Anbau, der Erntezeit, der Trocknung und Lagerung sowie dem Extraktionsprozess inklusive der Art des Auszugsmittels. Um eine gleichbleibende Qualität der Extrakte und somit der Präparate zu gewährleisten, sollten der Arzneipflanzen-Anbau sowie die Extraktions- und Herstellungsverfahren möglichst unter standardisierten Bedingungen erfolgen.

Nach Monographie-Entwürfen für das Europäische Arzneibuch können Pflanzenextrakte und Tinkturen in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Typ A (Standardised extracts) schließt pflanzliche Arzneimittel ein, für die wirksamkeitsbestimmende Inhaltsstoffe bekannt sind.
- Typ B1 (Quantified extracts) sind Pflanzenextrakte, bei denen das wirksamkeitsgebende Prinzip nicht voll-

3 Verschiedene Inhaltsstoffe tragen über unterschiedliche Mechanismen zur antidepressiven Wirkung von Johanniskraut bei.

Struktur der pharmazeutisch relevanten Inhaltsstoffe



Apothekenpflichtige Johanniskraut-Trockenextrakt-Präparate				
Produkt	Arzneiform	DEV*	Auszugsmittel	Präparatename
Extraktgehalt 250 mg				
P1	Filmtabletten	?	?	Remotiv
Extraktgehalt 300 mg				
P2	Dragees	4 – 7 : 1	Methanol 80 %	Jarsin® 300
P3	Filmtabletten	2,5 – 5 : 1	Ethanol 60 %	Neuroplant® 300
P4	Filmtabletten	7 – 7 : 1	Methanol 80 %	Texx® 300
Extraktgehalt 425 mg				
P5	Kapseln	3,5 – 6 : 1	Ethanol 60 %	Felis® 425
P6	Kapseln	3,5 – 6 : 1	Ethanol 60 %	Futuran®
P7	Kapseln	3,5 – 6 : 1	Ethanol 60 %	Helarium® 425
Extraktgehalt 600 mg bis 750 mg				
P8	Filmtabletten	2,5 – 5 : 1	Ethanol 60 %	Neuroplant® 1x1 (600mg)
P9	Filmtabletten	5 – 8 : 1	Ethanol 50 %	Lai® 600 (612 mg)
P10	Filmtabletten	3,5 – 6 : 1	Ethanol 60 %	Felis® 650
P11	Filmtabletten	4 – 7 : 1	Methanol 80 %	Jarsin® 750

* Droge-Extrakt-Verhältnis

4 Von weit mehr als 50 in Deutschland auf dem Markt befindlichen Johanniskraut-Trockenextrakt-Präparaten wurden elf für diese Untersuchungen ausgewählt.

ständig geklärt ist, wirksamkeitsmitbestimmende Substanzen (= pharmazeutisch relevante Inhaltsstoffe) aber bekannt sind. Hierzu werden Johanniskraut-Trockenextrakte gezählt.

– Typ B2 werden jene pflanzlichen Arzneimittel zugeordnet, bei denen die Wirkung noch keinem Inhaltsstoff zugeordnet werden kann (*Extr. Valerianae*, *Extr. Echinaceae*).

Pharmazeutische Qualität von Johanniskraut-Trockenextrakt-Präparaten

Auch beim Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.), eine der am besten untersuchten Arzneipflanzen der vergangenen Jahre, steht eine vollständige Aufklärung

aller wirksamkeitsbestimmenden Inhaltsstoffe noch aus. Nach bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen wirkt Johanniskraut nicht nur aufgrund eines einzelnen Inhaltsstoffs der Arzneipflanze beziehungsweise des Trockenextrakts. Vielmehr scheinen verschiedene Inhaltsstoffe über unterschiedliche Mechanismen mehr oder weniger stark zur antidepressiven Wirkung von Johanniskraut beizutragen 5. Dazu zählen Hyperforin, Hypericin und Pseudohypericin. Einzig für das Hyperforin konnte bisher eine Beteiligung an der antidepressiven Gesamtwirkung zweifelsfrei bestätigt werden.

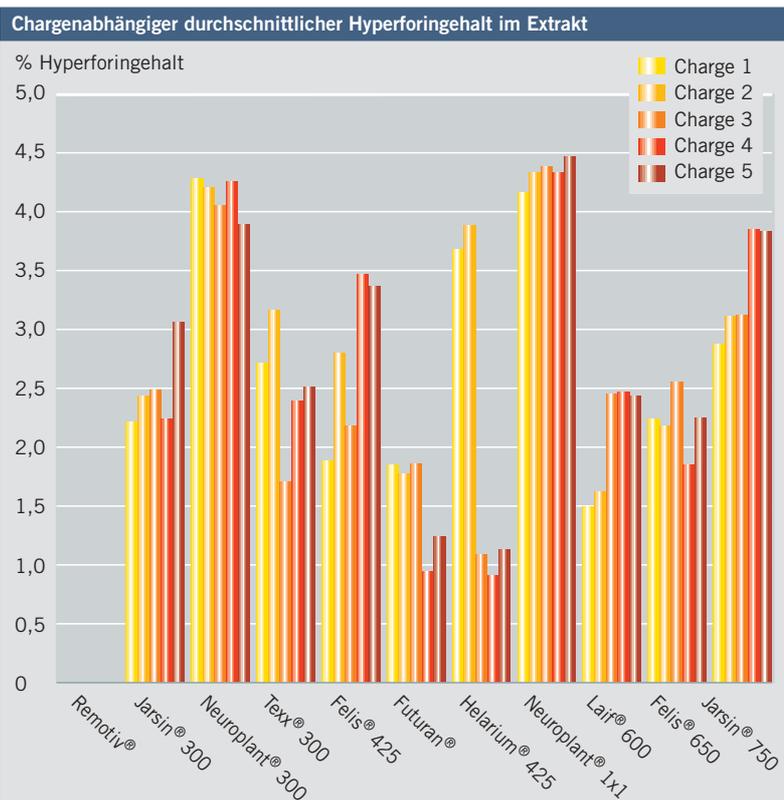
Hypericin und Pseudohypericin erwiesen sich in *in vitro*-Versuchen als unwirksam, jedoch deuten einige *in vivo*-Experimente auch auf eine Beteiligung von Hypericin und Pseudohypericin hin. In einem Test, in dem Hypericum-Extrakt antidepressive Wirkung zeigte, waren die beiden Substanzen zwar unwirksam, in Gegenwart lösungsvermittelnder Procyanidine – einer Substanzklasse, die natürlicherweise in Johanniskraut vorkommt – zeigten sie jedoch Wirksamkeit durch Verbesserung der Bioverfügbarkeit. Nach neuesten Untersuchungen trägt auch Rutin, ein weiterer Inhaltsstoff aus der Substanzklasse der Flavonoide, zur antidepressiven Wirkung von Johanniskraut-Trockenextrakten bei, ohne allerdings selbst aktiv zu sein. Der molekularpharmakologische Wirkmechanismus konnte allerdings bisher nicht aufgeklärt werden. Darüber hinaus gibt es wahrscheinlich auch noch andere Inhaltsstoffe aus der Gruppe der Flavonoide, die an der antidepressiven Wirkung von Johanniskraut beteiligt sind. Zur Beurteilung seiner Wirksamkeit wird daher vor allem der Hyperforingehalt, aber auch der Gehalt an anderen Inhaltsstoffen bestimmt.

Zurzeit sind mehr als fünfzig apothekenpflichtige Johanniskraut-Trockenextrakt-Präparate auf dem deutschen Markt erhältlich. In einer Studie untersuchten wir elf davon 4 auf ihren Gehalt an wirksamen Inhaltsstoffen (Hyperforin, Hypericine, Flavonoide und Biflavonoide). Um festzustellen, ob die Zusammensetzung der Präparate von Charge zu Charge identisch ist, prüften wir jeweils fünf verschiedene Chargen pro Arzneimittel.

Apothekenpflichtige Präparate

Wie unsere Untersuchungen ergaben, unterscheiden sich die einzelnen Produkte deutlich im Inhaltsstoffspektrum, vor allem in ihrem Gehalt an Hyperforin – obwohl alle apothekenpflichtigen Johanniskraut-trockenextrakt-Präparate vergleichbare Deklarationen aufweisen 5. Besonders auffällig ist das Präparat Remotiv®, das nahezu hyperforinfrei ist. Dies deutet auf einen nicht näher definierten Spezialextrakt hin. Die Mehrzahl der Präparate zeigte einen durchschnittlichen Gehalt von zwei bis drei Prozent Hyperforin im Trockenex-

5 Die Ergebnisse zeigen, dass die Forderung nach einer konstanten Extraktzusammensetzung trotz der natürlichen Schwankungsbreite von Inhaltsstoffen pflanzlicher Extrakte von einigen, nicht jedoch von allen Präparaten erfüllt wird. Die Schwankungen des Hyperforingehaltes von Charge zu Charge können entweder auf den Einsatz von Extrakten mit unterschiedlichen Hyperforingehalten oder aber auf eine mangelnde Stabilität des Hyperforins im Fertigarzneimittel zurückgeführt werden.



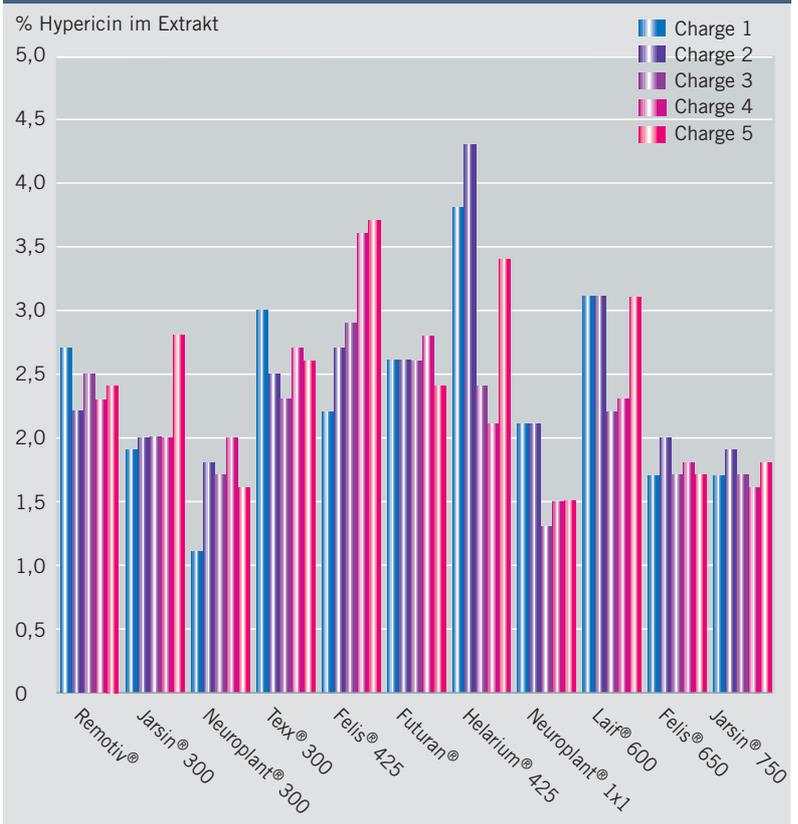
Die Gleichförmigkeit des Gehalts von Charge zu Charge ist ein wichtiges Qualitätskriterium, besonders bei pflanzlichen Arzneimitteln. Hier kann es aufgrund der natürlichen Variabilität des Pflanzenmaterials, der Erntezeit, Trocknung und Lagerung zu Schwankungen im Gehalt an Wirkstoffen kommen.

Den prozentual höchsten Hyperforingehalt (> drei Prozent) haben die Produkte Neuroplant® 300, Neuroplant® 1 x 1 und Jarsin® 750. Damit entsprechen nur diese drei Produkte den Anforderungen der im Januar 2003 in Kraft getretenen Monografie der USP (United States Pharmacopeia), dem amerikanischen Arzneibuch. Der Hyperforingehalt der untersuchten Fertigarzneimittel liegt bei nahezu allen Präparaten über dem von der USP geforderten Mindestgehalt von 0,2 Prozent.

Darüber hinaus wiesen einige Präparate große Unterschiede beim Hyperforingehalt in verschiedenen Chargen auf. Da es sich bei diesen Präparaten um Arzneimittel biologischen Ursprungs handelt, sind Schwankungen von 15 bis 20 Prozent durchaus tolerabel. Durch Poolen verschiedener Extraktchargen lassen sich aber deutlich geringere Schwankungsbreiten erreichen, wie es der Hersteller der beiden Neuroplant-Präparate demonstriert.

Die schlechte Chargenkonformität einzelner Präparate ist entweder auf den Einsatz von Extrakten mit unterschiedlichen Hyperforingehalten oder aber auf mangelnde Stabilität des Hyperforins zurückzuführen.

Chargenabhängiger durchschnittlicher Gesamthyperforingehalt im Extrakt



Anzeige



Beim Gesamthypericingehalt schnitt das Produkt He-larium® 425 mit einer Standardabweichung von knapp 30 Prozent am schlechtesten ab **7**. Alle übrigen Präpa-rate wiesen eine deutlich bessere Chargenkonformität auf (<20 Prozent).

Freisetzung des Wirkstoffs

Neben der Gleichförmigkeit des Gehalts an Wirk-stoff(en) hat auch die reproduzierbare Freisetzung der Wirksubstanz(en) aus der Arzneiform einen entschei-denden Einfluss auf die Wirksamkeit des Präparats, da erst mit der Freisetzung die Voraussetzung für die Bio-verfügbarkeit des Wirkstoffs geschaffen wird. Die Frei-setzung aus festen, einzeldosierten Darreichungsformen zur oralen Applikation kann durch so genannte *in vitro*-Dissolutionstests bestimmt werden.

Für Fertigarzneimittel mit chemisch definierten Arz-neistoffen gibt es genau definierte Spezifikationen zur Freisetzung des Wirkstoffs aus unterschiedlichen Darrei-chungsformen. So sollte in der Klasse der »schnellfrei-setzenden Arzneiformen« gewährleistet sein, dass der enthaltene Wirkstoff innerhalb von 20 bis 30 Minuten bis zu 80 Prozent freigesetzt wird.

Für pflanzliche Arzneimittel, die normierte Extrakte enthalten (Typ A), muss im Rahmen der Zulassung die

Freisetzung der wirksamkeitsbestimmenden Inhaltsstof-fe aus der Darreichungsform nachgewiesen werden.

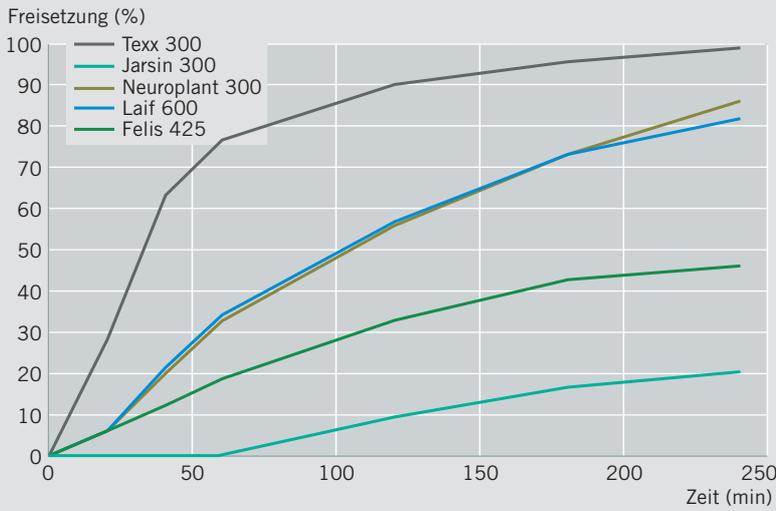
Für Präparate, deren wirksamkeitsbestimmende Sub-stanzen nur zum Teil bekannt sind (Typ B1), ist eine Untersuchung der Auflösegeschwindigkeit von Inhalts-stoffen (noch) nicht zwingend vorgeschrieben, während bei Extrakt-Präparaten vom Typ B2 die Charakterisie-rung des *in vitro*-Freisetzungsverhaltens einer einzelnen Leitsubstanz nur wenig Sinn macht, da hier nicht klar ist, welche Substanz bei diesen Extrakten einen thera-peutischen Effekt besitzt.

Nach unserer Meinung ist die Untersuchung des Freisetzungsverhaltens von wirksamkeitsmitbestim-menden Inhaltsstoffen von Extrakten der Kategorie B1 sinnvoll, da damit Aussagen über die pharmazeutisch-galenische Qualität der einzelnen Präparate möglich sind. Diese Untersuchungen sind allerdings nur dann zweckmäßig, wenn die untersuchten Präparate über eine ausreichend gute Chargenkonformität verfügen.

Unsere Untersuchungen ergaben, dass es eine erheb-liche Rolle spielt, welche Freisetzungsmethoden für die Qualitätskontrollen verwendet werden. Werden wie üblich zum Beispiel Salzsäure (pH 1,2) oder Phosphat-puffer (pH 6,8) eingesetzt, kann besonders die Freiset-zung von lipophilen (fettliebenden) Wirkstoffen erheb-liche Probleme bereiten. Dies gilt auch für den pharma-kologisch relevanten Johanniskraut-Inhaltsstoff Hyper-forin, der aufgrund seiner Lipophilie in wässrigen Lö-sungsmitteln und in SGF_{sp} (Simulated Gastric Fluid sine pepsin) nahezu unlöslich ist.

Auch im biorelevanten Medium FaSSIF (Fasted State Simulated Intestinal Fluid), das die Flüssigkeit im proxi-malen Dünndarm in nüchternem Zustand im Hinblick auf pH-Wert, Osmolalität und Konzentration der Gallen-

Freisetzungskarakteristik von Hyperforin in FESSIF



7 Neben der Gleichförmigkeit des Gehaltes an Wirkstoffen ist die reproduzierbare Freisetzung der Wirkstoffe aus der Arznei-form der zweite Qualitätsparameter. Das biorelevante Medium FESSIF (Fed state simulated intestinal fluid) simuliert die Be-dingungen im Dünndarm nach einer Mahlzeit. Lipophile Wirk-stoffe werden unter diesen Bedingungen aufgrund der erhöh-ten Konzentration an Gallensalzen, die als Lösungsvermittler auftreten, freigesetzt. Dargestellt in die Freisetzungskarakter-istik von Hyperforin am Beispiel von fünf ausgewählten Präpa-raten

Literatur

^{1/1} Singer A., Won-nemann M., Müller W.E. (1999); Hy-perforin, a major antidepressant constituent of St. John's wort, inhibits serotonin uptake by elevating free intracellular Na+. J. Pharmacol. Exp. Ther. 290, 1363–1368.

^{1/2} Kasper S. (2001); Hypericum perforatum - a re-view of clinical studies. Pharmacopsychiat 34 (Suppl. I), 51–55.

^{1/3} Wurglics M., Westerhoff K., Kaunzinger A., Wilke A., Baumeis-ter A., Dressman J.B., Schubert-Zsilavec M. (2001); Batch-to-Batch Re-producibility of St. John's wort prepara-tions. Pharmacol-psychiat 34, (Suppl. I), 152–256.

^{1/4} Westerhoff K., Kaunzinger A., Wurglics M., Dressman J. B., Schubert-Zsilavec M. (2002); Biorele-vant Dissolution Testing of St. John's Wort Products. J. Pharm. Pharmacol. 54, 1615–1621.

^{1/5} Schulte-Löbbert S., Westerhoff K., Wilke A., Schubert-Zsilavec M., Wurglics M. (2003); Develop-ment of a high-performance-liquid-chromato-graphic method for the determination of biapigenin in biorelevant media. J. Pharm. Biomed. Anal. 33, 53–60.

^{1/6} Schulte-Löbbert S., Holoubek G., Müller W.E., Schu-bert-Zsilavec M., Wurglics M. (2004); Compari-son of the Synapto-somal Uptake Inhi-bition of Serotonin of St. John's Wort Products. J. Pharm. Pharmacol. 56, 6, 813–818.

^{1/7} Keller J.H., Ka-ras M., Müller W.E., Volmer D.A., Eckert G.P., Tawab M.A., Blume H.H., Dingermann T., Schubert-Zsilavec M. (2003); Deter-mination of hyper-forin in mouse brain by high-per-formance liquid chromatography/ta-ndem mass spec-trometry. Anal. Chem. 15, 75(22), 6084–6088.

^{1/8} Galia E., Nicolai-des E., Hörter D., Löbenberg R., Rep-pas C., Dressman J.B. (1998); Eva-luation of Various Dissolution Media for Predicting In Vivo Performance of Class I and II Drugs. Pharm. Res. 15, 5, 698–705.

komponenten simuliert, kommt es nur zu einer geringfügigen Freisetzung von Hyperforin. Das Medium FeSSIF (Fed State Simulated Intestinal Fluid) simuliert die Eigenschaften der proximalen Dünndarmflüssigkeit im postprandialen Zustand (nach einer Mahlzeit) hinsichtlich pH-Wert, Osmolalität und Konzentration der Gallenbestandteile. Dabei zeigt sich, dass Hyperforin erst durch eine erhöhte Konzentration an Gallenbestandteilen verstärkt freigesetzt wird **7**.

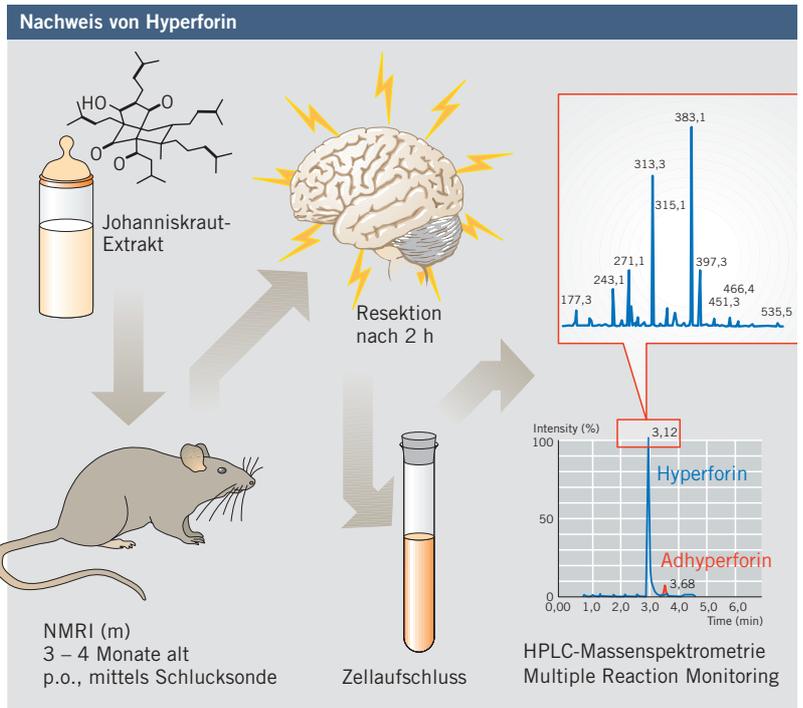
Was die Geschwindigkeit und den Umfang der Freisetzung von Hyperforin in FeSSIF anbelangt, so zeigten die Präparate durchwegs eine unterschiedliche Charakteristik. Während ein Präparat die Anforderungen, die an schnellfreisetzende Arzneiformen gestellt werden, erfüllt, waren bei anderen Fertigarzneimitteln noch nach vier Stunden Untersuchungsdauer weniger als 50 Prozent des im Extrakt enthaltenen Hyperforins in Lösung gegangen.

Wirkstoff und Wirkort

In den bisher vorgestellten Untersuchungen haben wir die Unterschiede in der pharmazeutischen Qualität verschiedener Johanniskraut-Trockenextrakt-Präparate beleuchtet. Ein ausreichender Wirkstoffgehalt sowie dessen Freisetzung aus der Arzneiform sind die Voraussetzung, aber noch keine Gewähr für die Wirksamkeit, denn es muss darüber hinaus sichergestellt werden, dass der Wirkstoff in pharmakologisch relevanten Konzentrationen am Wirkort ankommt und verfügbar ist. Dazu wurden Ende der 1990er Jahre die Plasmaspiegel der relevanten Johanniskraut-Inhaltsstoffe nach oraler Gabe von Trockenextrakten oder Fertigarzneimitteln bestimmt. Dabei konnten zumindest für Hyperforin klinisch relevante Plasmaspiegel nachgewiesen werden. Die Frage, ob Hyperforin in der Lage ist, die Blut-Hirnschranke zu überwinden, konnte jedoch erst vor kurzem geklärt werden. Unsere Arbeitsgruppe hat in Zusammenarbeit mit dem Pharmakologischen Institut für Naturwissenschaftler der Universität Frankfurt und einer kanadischen Arbeitsgruppe tierexperimentell mit Hilfe einer besonders sensitiven Massenspektrometrie-Methode den Nachweis erbracht, dass sich Hyperforin nach oraler Gabe eines Johanniskraut-Extrakts in klinisch relevanten Konzentrationen im Gehirn von Mäusen anreichert **8**. Somit ist sichergestellt, dass der Wirkstoff Hyperforin im Gehirn das gestörte Gleichgewicht wieder in Balance bringen kann.

Fazit

Die Wirksamkeit von Johanniskrautextrakt-Präparaten bei leichten bis mittelschweren Formen der Depression gilt heute als gesichert. Qualitativ hochwertige Extrakte und deren ausreichende Dosierung stellen die Voraussetzung für eine sichere Therapie dar. Die Untersuchungen zur Chargenkonformität und zur *in vitro*-Freisetzung zeigen jedoch, dass sich die untersuchten Präparate sowohl in ihrem Gehalt an wirksamkeitsbestimmenden Inhaltsstoffen als auch in ihrem *in vitro*-Freisetzungsverhalten deutlich unterscheiden und somit als nicht äquivalent gelten können. Daraus leitet sich ab, dass die einzelnen Präparate wegen fehlender Vergleichbarkeit nicht ohne weiteres untereinander ausgetauscht werden können. ◆



8 Die Mäuse erhalten das Johanniskraut-Trockenextrakt per Schlucksonde. Die Entnahme des Gehirns erfolgt zwei Stunden nach der Fütterung. Hyperforin wird nach dem Zellaufschluss durch Flüssig-flüssig-Extraktion aus dem Gewebe isoliert und anschließend quantifiziert.

Die Autoren



Dr. Mario Wurglics (rechts), 34, studierte Pharmazie an der Universität Graz und promovierte dort 1999. Seit 1997 ist er Assistent am Institut für Pharmazeutische Chemie der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Arbeitsschwerpunkte: Entwicklung und Anwendung analytischer Verfahren für die Phytopharmaka-Analytik (Bestimmung von wirksamkeitsbestimmenden Stoffen und Leitsubstanzen in komplexen Matrices).

Prof. Dr. Manfred Schubert-Zsilavec, 43, studierte Pharmazie an der Universität Graz und promovierte dort 1989. Als Erwin Schrödinger-Stipendiat war er 1992 an der Universität Ulm tätig, bevor er sich 1993 in Graz habilitierte. 1997 erhielt er den Ruf auf eine C3-Professur für Pharmazeutische Chemie an die Johann Wolfgang Goethe-Universität. Arbeitsschwerpunkte: Synthese von neuen PPAR (Peroxisome proliferator-activated receptor)-Liganden; Entwicklung, Validierung und Anwendung analytischer Verfahren für die Pharmazeutische Analytik. Im Jahr 2003 wurde er mit dem 1822-Universitätspreis für Exzellente Lehre ausgezeichnet.

Verstehen wir uns noch?

Was verloren geht, wenn Sprachen sterben



Kaukasischer Rat der Alten in Tschetschenien: Hier entscheiden sich Lebensschicksale. So viele verschiedene Sprachen wie im Kaukasus, dem »Berg der Sprachen«, gibt es sonst fast nirgendwo auf der Welt in einem so kleinen Gebiet: In Georgien, Armenien und Aserbajdschan sowie den Kaukasus-Republiken Russlands werden heute noch rund 60 Sprachen gesprochen.

von Jost Gippert,
Manana Tandaschwili,
Rainer Vossen,
Marcel Erdal und
Bernd Nothofer

Noch nie haben vom Aussterben bedrohte Sprachen so sehr im Mittelpunkt linguistischer Forschung gestanden wie in den vergangenen zehn bis 15 Jahren. Seitdem sich die UNESCO das Thema zu Eigen gemacht hat, sind in Europa und Übersee verschiedene Förderprogramme ins Leben gerufen worden, die sich zum Ziel setzen, Bestandsaufnahmen, linguistische Dokumentationen und Initiativen zu unterstützen, um »endangered languages« zu bewahren oder sogar wiederzubeleben. Überall in der Welt sind seit her Dutzende von Forscherteams unterwegs, um mit Computern, Tonbandgeräten und Video-Kameras Aufnahmen von Sprachen zu machen, von denen zu erwarten ist, dass sie das Ende dieses Jahrhunderts nicht »überleben« werden. Auch an der Universität Frankfurt stehen bedrohte Sprachen im Fokus linguistischer Forschung, wobei so unterschiedliche Weltgegenden wie der Kaukasus, Afrika, Sibirien und Südostasien im Mittelpunkt stehen.

Bei all den Bemühungen der jüngeren Zeit ist kurioserweise eines nach wie vor unklar: Wieviele Sprachen sind als »bedroht« anzusehen, und wie sind Sprachen überhaupt zu zählen? In der Tat ist es noch niemandem gelungen, eine eindeutige Definition dessen zu geben, was »eine Sprache« ausmacht, und im gleichen Maße fragwürdig sind Zahlenangaben wie die von 6500 heute noch gesprochenen Sprachen, die immer wieder durch die Medien geistern und sogar von der UNESCO selbst propagiert werden ¹¹.

Was ist eigentlich eine Sprache? Zum Beispiel: Deutsch

Worin das Problem besteht, lässt sich leicht allein am Beispiel des Deutschen vergegenwärtigen: Wenn wir heute von der (einen) deutschen Sprache sprechen, so sind wir uns gleichzeitig bewusst, dass diese Sprache eine große Menge lokaler und regionaler Varietäten aufzuweisen hat, die wir als »Dialekte« oder »Mundarten« einstufen und damit der »Standardsprache« gegenüberstellen. In linguistischer Hinsicht ist dies jedoch bei weitem nicht so eindeutig. Bezieht man die heute noch gesprochenen Reste des Nieder- oder Plattdeut-



schen in das Bild ein, so zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen diesem und der Standardsprache systematisch wesentlich größer sind als die verschiedener anderer »Varietäten« des Deutschen; dies umso mehr, je mehr man historische Fakten berücksichtigt.

Historisch gesehen steht das Niederdeutsche tatsächlich dem Englischen näher als dem Hochdeutschen, auf dem die deutsche Standardsprache beruht. Aus dieser Sicht wäre es also angebracht, das Niederdeutsche nicht als eine Varietät des Deutschen, sondern als eine eigene Sprache zu zählen. Für seine Bedrohtheit bleibt all dies freilich ohne Belang – das Niederdeutsche, aber auch all die vielen »hochdeutschen« Lokalmundarten, denen man den Status einer eigenen »Sprache« vielleicht nicht zubilligen würde, verschwinden langsam, aber stetig. Wir können davon ausgehen, dass bis zum Ende dieses Jahrhunderts allenfalls noch regionale Färbungen der standardsprachlichen Norm in Deutschland existieren werden. Ebenso betroffen sind die anderen in Deutschland noch gesprochenen Sprachen, beispielsweise das slavische Ober- und Niedersorbische: Auch diese Sprachen werden dieses Jahrhundert wohl nicht mehr »überleben«.

Worauf gründet sich diese allgegenwärtige Bedrohung? Ein wesentlicher Faktor ist die Ausbreitung der Massenmedien, die es im Laufe des 20. Jahrhunderts vermocht haben, neben der bereits vorher verbreiteten

schriftsprachlichen Norm auch einen Standard der gesprochenen Sprache zu etablieren und zum Allgemeinut zu machen. Allein reicht das jedoch nicht aus, um zu erklären, warum Menschen ihre Muttersprache, die sie von ihren Eltern erlernt haben, aufgeben und durch eine übergeordnete »Norm« ersetzen. Was hinzukommt, ist unter anderem das höhere Prestige, das einer Standardsprache als »Hochsprache« gegenüber regionalen oder lokalen »Mundarten« zuerkannt wird – und dies gilt nicht nur für das Deutsche. Ein niedrigeres Prestige kann sogar zu einer Ablehnung der eigenen Sprache führen; die Linguisten sprechen dann von einer »negativen Sprechereinstellung«.



Vergegenwärtigen wir uns hierzu einige »exotischere« Fallbeispiele aus unserer täglichen wissenschaftlichen Praxis.

Sprachbedrohung in Afrika: »Wildbeutersprachen« auf dem Rückzug

In Afrika werden rund 2000 Sprachen gesprochen, von denen die meisten zusätzlich eine Reihe von Dialekten aufweisen. Und wenn auch niemand genauer zu sagen

Ein Ude aus Oktoberli (Georgien) erklärt in seiner Muttersprache, wie seit Jahrhunderten in seiner Umgebung Häuser gebaut werden. Wenn das Udische, eine ostkaukasische Sprache, weiter von den neuen Nationalsprachen der Region verdrängt wird, dann werden auch die kulturellen Traditionen verschwinden.



vermag, wie viele unter ihnen sich bereits im Prozess der Auflösung befinden, kann doch von mehreren Hundert ausgegangen werden, die bedroht sind. Im südlichen Afrika, dem vielleicht am stärksten von Sprachbedrohung gekennzeichneten Teil des Kontinents, werden heftig zwei nur scheinbar gegenläufige Hypothesen debattiert: Während die einen behaupten, dass eine negative Sprechereinstellung sich erst unter wirtschaftlichem (und sozialem) Druck entwickeln könne, sehen die anderen umgekehrt gesamtgesellschaftliche Umwälzungen als logische Konsequenz dessen, dass sich die Sprecher innerlich von den Werten und Normen der eigenen Sprache abwenden. Beide Positionen erscheinen allzu apodiktisch und – vor dem Hintergrund der derzeitigen Befundlage – zugleich als richtig und falsch.

Es ist deshalb wichtig zu wissen, dass sich die Kontroverse an den so genannten khoisansprachigen Wildbeuter-Populationen – in früherer Zeit gemeinhin bekannt unter der Bezeichnung »Buschmänner« – und ihrer Geschichte entzündet hat. Das tragische Schicksal der einstmaligen zahlreichen, überwiegend in Klein- oder Kleinstgruppen lebenden Wildbeuter, die den Subkontinent überspannend bevölkerten, ist unumstritten. Etwa seit der Ankunft der Europäer im 17. Jahrhundert, teils sogar bis in die Gegenwart hinein, waren »Buschleute« wie kaum eine andere Bevölkerungsschicht in Afrika von Vertreibung, Absorption, Marginalisierung oder Stigmatisierung betroffen ^{12/}.

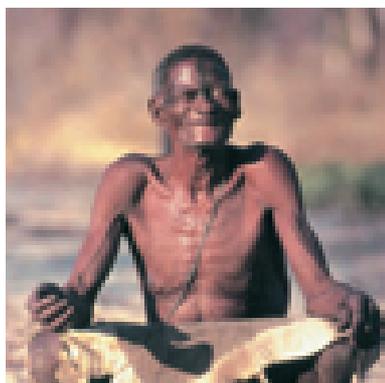
Dass Sprachen der vom Jagen und Sammeln lebenden Gesellschaften potenziell einem höheren Risiko ausgesetzt sind als die produzierender Feldbauern oder gemischtwirtschaftlicher Farmer scheint in einer Welt zunehmender Globalisierung nachvollziehbar. Und dennoch stoßen wir gerade auch im südlichen Afrika auf sesshafte Ackerbauern wie etwa die bantusprachigen Yeyi im Norden der Republik Botswana, deren Sprache in hohem Maße in ihrer Existenz gefährdet ist; gerade so, wie es anderswo in Afrika noch Wildbeuter-Gesellschaften gibt, die ihre Sprache vor dem Verschwinden bewahren konnten.

Die Größe der Sprechergemeinschaft – ein Kriterium?

Der Fall der Yeyi-Sprache ist dabei auch insofern interessant, als er der landläufigen Meinung zu widersprechen scheint, wonach Sprachen mit geringerer Sprecherzahl generell einer größeren Gefahr ausgesetzt seien als solche mit einem hohen Sprecheranteil.

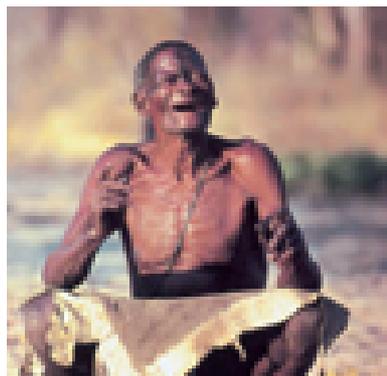
Das Volk der Yeyi umfasst geschätzte 30 000 Personen, von denen eigenen Untersuchungen zufolge kaum mehr als ein knappes Drittel – zumeist ältere Menschen – noch über eine Kenntnis der ethnischen Sprache verfügt. Gemessen an europäischen Verhältnissen dürfte diese Zahl vielleicht kaum Erstaunen auslösen; doch muss man wissen, dass wahrscheinlich über die Hälfte aller afrikanischen Sprachen nicht mehr, oftmals sogar deutlich weniger als 5000 Sprecher aufweist, sich das Yeyi also rein zahlenmäßig betrachtet keineswegs als Minderheitensprache präsentiert.

Die numerische Größe einer Sprechergemeinschaft kann demnach zwar ein die Sprachbedrohung begünsti-



Ein Drittel aller noch »lebenden« Sprachen werden in Afrika gesprochen. »Khoisan«-Sprachen der Wildbeuter in der Kalahari gehören zu den besonders auffälligen Sprachen: Khoisan schließt zahlreiche Schnalzlauten oder »Klicks« ein und repräsentiert vermutlich mit den ältesten Lautbestand menschlicher Sprache.

Der alte Kxyaro, Herr des Wohnplatzes von Bagani, Nordnamibia, erzählt von den Kxoe-»Buschleuten«, die als Wildbeuter im Süden Afrikas lebten. Einzig die Sprache konserviert noch ein wenig von dem, was einst ihre Welt in den Halbwüsten der Kalahari ausmachte, bevor die Ausdehnung der Weidewirtschaft und die Suche nach Öl und anderen Bodenschätzen ihre Traditionen zerstörte.



gendes Moment sein, muss es aber nicht. Zudem stellt sie nur einen der demographischen Faktoren dar, die für Situationen von Sprachbedrohung charakteristisch sind. Soziale Mobilität wie Urbanisierung und Wanderarbeit, ethnisch gemischte Ehen, gestreute Siedlungsweise, die geografische Nähe zum Zentrum der dominanten Nachbarsprache oder soziohistorische Gründe wie das Fehlen einer Zentralgewalt, Vertreibung oder Umsiedlung stehen in vorderster Front. Beispiele dafür finden sich nicht nur in Afrika.

Der Kaukasus – ein »Berg der Sprachen«

Seit dem Altertum gilt der Kaukasus als ein Gebiet, das eine besonders hohe Dichte unterschiedlicher Völker und Sprachen aufzuweisen hat. Gegenüber den antiken Verhältnissen, von denen Autoren wie der Geograf Strabo berichten¹³⁾, dürfte sich der Bestand bis zur heutigen Zeit sogar noch erweitert haben: Zu den als alteingesessen (autochthon) geltenden Sprachen der süd-, nordwest- und nordostkaukasischen Familien sind indogermanische Sprachen wie das Russische oder das Kurdische, türkische Sprachen wie das Aserbajdschanische, das Kumykische oder das Balkarische, das mongolische Kalmykische und andere Sprachen hinzugekommen. Insgesamt werden in Georgien, Armenien und Aserbajdschan sowie den Kaukasusrepubliken Russlands heute zirka 60 Sprachen gesprochen, wobei die Sprecherzahlen zwischen wenigen hundert (vor allem

die Zahl ihrer Sprecher graduell abnimmt, sondern weil sich die Lebensumstände, die das gesamte Kaukasusgebiet in der postsowjetischen Zeit zu verzeichnen hat, drastisch verändert haben.

Die postsowjetische Gesellschaft – ein Sprachenkiller?

Von den Folgen des Zusammenbruchs der Sowjetunion sind im Kaukasus nicht nur die »kleinsten« Sprachen, sondern auch zahlreiche von weit mehr Sprechern gesprochene Sprachen wie das (iranische) Ossetische im



Alte Frau auf dem Markt von Oktomberi: In diesem 500 Einwohner zählenden Dorf wird noch überwiegend Udisch gesprochen, doch rundherum wird das öffentliche Leben allein durch das Georgische beherrscht. Die nächsten »Verwandten« der Uden finden sich erst jenseits der Grenze, in Aserbajdschan.



Norden oder das (mit dem Georgischen verwandte) Svanische südlich des Gebirges betroffen. Immer mehr Menschen wechseln seit dem Zerfall des Riesenstaats ihren Lebensmittelpunkt, um einen Arbeitsplatz zu finden; die Landflucht der Arbeitssuchenden führt zunächst meist dazu, dass die Bevölkerung der Verbreitungsgebiete »kleinerer« Sprachen überaltert. Kriegerische Auseinandersetzungen, die nicht selten ethnisch bedingt sind, bewegen viele zur Flucht und zersprengen ursprünglich einheitliche Siedlungs- und damit Sprachgebiete. So mussten viele Svanen aus dem Kodori-Tal in der Grenzregion Abchasiens im Zuge des georgisch-abchasischen Konflikts in die Nähe von Bolnisi in Südgeorgien übersiedeln, und die zweitgrößte Sprechergemeinde des (zu den ostkaukasischen Sprachen gehörenden) Udischen in Vartašen in Nordwest-Aserbaj-

bei verschiedenen ostkaukasischen Sprachen Daghestans) und mehreren Millionen (etwa für das Georgische, Armenische und Aserbajdschanische) liegen.

Es gibt deutliche Anzeichen, dass auch diese bemerkenswerte Sprachenvielfalt mehr und mehr in Gefahr gerät. Tatsächlich müssen bereits jetzt zahlreiche der im Kaukasus gesprochenen Sprachen als bedroht eingestuft werden. Aus der Anzahl der heutigen Sprecher ergibt sich dies freilich meist ebenso wenig wie im Falle des afrikanischen Yeyi. Wenn für Sprachen wie das Didoische in Daghestan und das Krytsische oder Dzhekische in Aserbajdschan heute zirka 6000 bis 7000 Sprecher geschätzt werden, so können wir mit Sicherheit davon ausgehen, dass sich diese Zahl in den letzten fünfhundert Jahren nur unwesentlich geändert hat. Wenn wir dennoch annehmen, dass diese Sprachen recht bald aussterben werden, dann nicht deshalb, weil

Udinnen aus Oktomberi (Ostgeorgien) im Gespräch: Auch im »familiären« Gebrauch tritt immer mehr das Georgische in den Vordergrund. Um eine rein udische Unterhaltung zu führen, bedarf es bereits erheblicher Vorbereitungen; so bespricht man sich vorher und klärt Wörter ab, die manche schon nicht mehr kennen.





Eine Udin aus Oktomberi (Georgien) erläutert die Hochzeitsgebräuche (siehe nebenstehender Text): Zur Brautwerbung, für die traditionell die Männer verantwortlich sind, müssen die georgischen Uden sich heute nach Aserbajdschan begeben.

Vartašen-udischer Text aus Oktomberi

... ania ... **kaḳḳacria** ra, **kaḳ ai**, **kaḳ sṭrogi** ani, očen sṭrogi.

Jesli **ḳto-to ai** voṭ devušḳa xaṭeli by - šinṭe buṭuxsa ṭe xinär aifestaḡo, sa lašḳona geräḡ taḡan.

Lašḳona čičaḡun xinära **sadḡac**, **eve** ṭḡaḳusunaxun, aitḡunexa ... **ho** xinärenä oša

biṭpa eisa **to** ḳua ḡaṭo išḡarmux, **xo da** heḡunbesa, **aitḡunexa** **tuda-suda**, iräziḡunbaksa ...

Oša nišane eisa.

Nišan ... **ḳargi** mia ... **exla rogor ai** nišani ...

a ḡar enesa **da teli ma(gida) stol** ḡaiḡunexa ḡai ... **supra** ... **ḡvelaperi ra** ...

- Vartašen-udischer Text
- Elemente aus dem Nidž-Dialekt
- Elemente aus dem Georgischen

... sie also ... wie stark, ja, wie also, stark sie sind, sehr stark.

Wenn einer also da ein Mädchen wollen würde - wenn er das Mädchen heiraten will, muss er zur Hochzeit gehen.

Für die Hochzeit suchen sie ein Mädchen aus irgendwoher, sie gehen gemeinsam in das Haus, sprechen ... ja über das Mädchen dann, hm -

zu viert gehen sie in das Haus, unter die Männer, ja und knüpfen (an), sprechen (miteinander über) dies-und-das, vergnügen sich ...

Dann kommt die Verlobung.

Die Verlobung ... gut jetzt hier ... jetzt wie also die Verlobung ...

also der Bräutigam kommt, und einen ganzen Tisch Tisch eröffnen sie ... eine ganze Tafel ... alles, ja ...

- Elemente aus dem Aserbajdschanischen
- Elemente aus dem Russischen

Textbearbeitung von Manana Tandaschwili, Wolfgang Schulze und Jost Gippert

dschan wurde durch den aserbajdschanisch-armenischen Krieg zersprengt.

Zugleich nimmt auch im Kaukasus der Druck von Standardsprachen zu, die gegenüber den »regionalen« oder »lokalen« Varietäten ein höheres Prestige aufzuweisen haben. War es zu sowjetischen Zeiten allein noch das Russische, das in der höheren Schulbildung vorherrschte und durch die Massenmedien größere Verbreitung erlangte, so haben in den südkaukasischen Staaten jetzt die jeweiligen neuen »Staats Sprachen« Georgisch, Armenisch und Aserbajdschanisch diese Rolle übernommen; damit hat sich ihre Position insbesondere gegenüber Sprachen wie Svanisch, Buduchisch oder Zachurisch, die keine schriftliche Tradition aufzuweisen haben, wesentlich gestärkt.

In welcher Form sich das höhere Prestige der jeweiligen »Verkehrssprachen« auch innersprachlich auswirkt, lässt sich leicht an Textbeispielen illustrieren, die wir in einem Projekt zur Dokumentation des Svanischen, Udischen und Batsischen gesammelt haben^{4/}. So können wir in den sechs in wiedergegebenen Sätzen eines zirka 20-jährigen Muttersprachlers des Svanischen einen mehrstufigen georgischen Einfluss erkennen, wie er für dominante Sprachen typisch ist. Es beginnt mit der nahezu unveränderten Übernahme von Namen und Bezeichnungen aus dem Georgischen, die allenfalls noch nach den Regeln der svanischen Grammatik flektiert werden (tbilisi, Name der georgischen Hauptstadt, mit svanischer Dativ-Lokativ-Endung -s; der georgische Name der Staatlichen Universität Tbilisi, tbilisis sa-

»A World of Many Voices«

Sprachwissenschaftler aus dem Fachbereich Sprach- und Kulturwissenschaften stellen ihre Projekte und Aktivitäten rund um »bedrohte« Sprachen vor, wobei so unterschiedliche Weltgegenden wie der Kaukasus, Afrika, Sibirien und Südostasien in den Fokus treten. Gemeinsam mit verschiedenen Linguisten aus dem In- und Ausland veranstalten sie in diesem Jahr in Frankfurt die erste internationale Sommerschule zum Thema »Language Documentation: Methods and Technologies« (1. bis 11. September). In der Mitte der Sommerschule findet zudem die Konferenz »A World of Many Voices« (4. bis 5. September) statt. Beide Veranstaltungen, zu denen insgesamt rund 150 Teilnehmer aus aller Welt erwartet werden, fördert die Volkswa-

genstiftung im Rahmen des Programms »Dokumentation Bedrohter Sprachen« (vgl. http://www.volkswagenstiftung.de/foerderung/foerderinitiativen/merkblaetter/merkdoku_d.html) mit insgesamt rund 150 000 Euro.

Die Kooperation rund um die Sommerschule markiert zugleich den Einstieg in eine vertiefte Zusammenarbeit auch in der Lehre, deren Kernstück in Zukunft der fächerübergreifende BA-MA-Studiengang »Empirische Sprachwissenschaft« des Fachbereichs Sprach- und Kulturwissenschaften darstellen wird; hiermit wird ein die Sprachen der Welt umspannendes Studienangebot geschaffen, das in Deutschland ohne Beispiel sein wird.

xelmçipo universiṭeti, mit der svanischen Endung -s; der georgische Name des Studienfachs »Internationales Recht« und des »ersten Kurses« (Studienjahrs), »saertašoriso samartali« und »pīrveli kursori«, mit der svanischen Endung -ži »auf, in«). Die nächste Stufe zeigt sich in der Übernahme abstrakter Termini aus der Schriftsprache, deren svanische Äquivalente nicht auf der Hand liegen, »mzime mdgomareoba«, »schwierige Situation«.

Während alle diese Phänomene auch für das Deutsche (mit in den Jahrhunderten wechselnden Dominanzsprachen Latein/Griechisch sowie Französisch und Englisch) charakteristisch sind – man denke an den jetzt um sich greifenden Gebrauch von »Department« anstelle von »Abteilung«, »School« anstelle von »Schule«, »Law and Finance« anstelle von »Recht und Finanzen« beziehungsweise »Geldwirtschaft«, oder »Trouble« anstelle von »Problem« beziehungsweise »Schwierigkeit« –, überschreitet der svanische Sprecher eine entscheidende weitere Hürde bei der Verdrängung seiner eigenen Muttersprache, indem er mitten im Satz nach einem georgischen Abstraktum ganz in das Georgische wechselt und den Satz mit einem georgischen Verb abschließt (georgisch »monačileoba«, »Teilnahme« zieht die georgische Verbalform »miviḡe«, »ich habe genommen« nach sich); so weit geht das Deutsche bei seiner stetigen »Anglisierung« noch nicht (wir sagen noch nicht: »ich habe participation made« oder »ich habe participated«).

Ein noch weitaus drastischeres Beispiel für das so genannte »Code-Switching« von Sprechern bedrohter Sprachen im Kaukasus zeigt der Text einer Udin, den wir im Oktober 2002 in Oktomberi, einem Dorf in Ostgeorgien, aufgenommen haben. Die Sprecherin, die in der Sowjetzeit zur Eheschließung aus Nidsch in Aserbajdschan nach Oktomberi gekommen war, musste nicht nur ihren ursprünglichen Dialekt gegen den in Oktomberi vorherrschenden (Vartašen-Dialekt) austauschen, sondern auch die eine dominierende Sprache (Aserbajdschanisch) gegen die andere (Georgisch), wobei das Russische als gemeinsame »lingua franca« der Sowjetunion noch präsent blieb; das Resultat ist ein grotesk anmutendes Gemisch aus zwei verschiedenen udischen Varietäten (siehe »Vartašen-udischer Text aus Oktomberi«, Seite 32) »mit georgischen, aserbajdschanischen und russischen Elementen.

Auch postsowjetische »National-sprachen« können bedroht sein

Die postsowjetischen Zustände betreffen nicht nur die Kaukasusvölker. In dem großen eurasischen Steppengürtel, der sich von der Mongolei bis zur Ukraine erstreckt, sind seit dem frühen Mittelalter verschiedene andere Populationen in Erscheinung getreten, die die »Hochkulturen« in China, in Südasien, im Nahen Osten und in Osteuropa, wie auch die Waldvölker im sibirischen Raum, über Jahrhunderte hin dominiert haben: In den so entstandenen Strukturen haben die staatstragenden Elemente fast ausschließlich Türk-sprachen gesprochen^{15/}. Heute wohnen Türk-völker – also Ethnien, die Idiome der türkischen Sprachgruppe sprechen – zwischen der Mandschurei im Osten und Polen im Westen, zwischen der Taimyr-Halbinsel am Nördlichen Eismeer und dem Persischen Golf. Es versteht sich, dass die Kulturen und Lebensstile dieser Völker und Gruppen

ganz verschieden sind. Was sie gemeinsam haben, sind grammatische Strukturen, das ererbte Lexikon, die Idiomatik, aber auch Sprichwörter oder Rätsel. Bei weitem nicht alle Türk-völker sind Muslime: Am östlichen Rand der Turcia, in China, in der Mongolei und in Sibirien, sind eine Anzahl Türk-völker Buddhisten oder Schamanisten (oder auch beides zugleich); am westlichen Rand, in Osteuropa, sind die Karaimen jüdischen Glaubens, während die Gagausen Christen sind.

In der Türkei, in Aserbajdschan, Türkmenistan, Kasachstan, Kirgisien und Ösbekistan sind türkische Sprachen heute Nationalsprachen; mit Ausnahme der Tür-



Unter den kaukasischen Bergvölkern sind die Svanen, deren Sprache mit dem Georgischen verwandt ist, für ihre Volksmusik berühmt. Im Zentrum steht die traditionelle Stockgeige (Tschonguri), zu der die Männer mehrstimmig singen.

Svanischer Text mit georgischen Elementen

1 xwitiwri *tbilis*, *tbilis saxelmçipo universiṭeṭs*, *saertašoriso samartalži*, *pīrvel kursži*. 2 mi xwi dälxän i mi maḡw' ère dälä *ambāw* ežūmbwa atxe sgāy. 3 xwäs xoxwra, xoxwray ešču lāsw lišyāl, lišyāl lāsw, lišyāl. 4 ešdoxwišd ləzāy xwāsw ečka, lašyāltē *monačileoba miwiḡe*. 5 xwizelāldās i suru garž i *mzime mdgomareoba* lāsw ečkas ešču. 6 *mzime mdgomareoba* lāsw ečka dāls.

1 Ich studiere in *Tbilisi*, an der *Staatlichen Universität Tbilisi*, im (Fach) *Internationales Recht*, im *ersten Studienjahr*. 2 Ich bin aus der Dal(-Schlucht), und ich will Ihnen jetzt *die Geschichte* der Dal(-Schlucht erzählen. 3 Ich war (noch) klein, klein, und da war der Krieg, es war Krieg, Krieg. 4 Ich war 15 Jahre alt damals, (als) ich am Krieg *teilnahm*. 5 Ich ging hin, und da war damals große Not und *eine schwierige Lage* dort. 6 *Eine schwierige Lage* war damals in der Dal(-Schlucht).

■ Svanisch ■ Elemente aus dem Georgischen

kei handelt es sich bei allen um Staaten, die vor wenigen Jahren aus Teilen der Sowjetunion entstanden sind. Obwohl sich diese Staaten von der Hegemonie Russlands losgesagt haben, dominiert das Russische immer noch und bedroht sogar die nationalen Sprachen. Hierzu nur drei Beispiele, für die Frankfurter Turkologen selbst Ohrenzeuge waren: Bei einer Feier am Grab des Nationaldichters von Kasachstan wollte es der Gattin des Präsidenten Nazarbajev nicht gelingen, den Docht am Monument anzuzünden; die präsidentielle Ungeduld prasselte darauf hin in reinstem Russisch auf sie nieder. Türkmenische Studenten reagierten befremdet



Schorische Kinder am Fluss: Die zirka 10 000 Schoren leben an den Flüssen Mrass und Kondoma. Sie haben ihren Schamanismus durch 70 Jahre Kommunismus hindurch retten können, obwohl der Schamane gemäß der Sowjetdoktrin als Scharlatan galt. Diese friedliche Naturreligion erlebt jetzt ein Come-back.

Internat in Tashtagol, Berg-Schorien: In dieser südsibirischen Region werden mindestens seit 1300 Jahren Türksprachen gesprochen, doch im Internat müssen die Kinder im Unterricht überwiegend Russisch sprechen; erst seit zehn Jahren wird Schorisch wie eine Fremdsprache unterrichtet. Die Sprache der Schoren ist noch bedrohter als die von anderen in Sibirien heimischen Völkern, weil sie nicht vermochten, den offiziellen Minderheitenstatus zu erlangen.



Dieses schorische Kind wohnt an den Nordhängen des Altai-Gebirges, unweit vom Grenzgebiet zwischen Russland, der Mongolei, China und Kasachstan entfernt. Hier war offenbar die Urheimat der Türken, doch der Schwerpunkt dieser Völkergruppe hat sich mittlerweile stark nach Süden und Westen, in den islamischen Raum, verlagert. Während andere Türkvölker in der Urheimat (Altaier, Tuviner, Chakassen) eigene Republiken haben, sind die Schoren eine Minderheit ohne territoriale Selbstverwaltung geblieben.

sel sowie zwischen Taiwan und Neuseeland erstreckt. Ursprünglich wurde Malaiisch im Osten Sumatras, auf der malaiischen Halbinsel, auf den Inseln südlich Singapurs und an den Küsten West-Borneos als Muttersprache gesprochen. Mit Beginn des 17. Jahrhunderts wurde es aufgrund des Gewürzhandels zur »lingua franca« des gesamten südostasiatischen Archipels. Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelten sich auf der Basis des literarischen Malaiisch der Sultanate Riau und Johore (um Singapur) und unter dem Einfluss der Sprachen der Kolonialherren die Nationalsprachen Indonesiens (Bahasa Indonesia), Malaysias (Bahasa Malaysia oder Bahasa Melayu) und Brunei Darussalams (Bahasa Melayu); ihnen stehen insgesamt zirka 350 Regionalsprachen in diesen Ländern gegenüber.

auf die Frage, ob denn Shakespeare schon ins Türkmenische übersetzt worden sei. Sie meinten, das könne man doch auf Russisch lesen. In Kirgisien verordnete der Präsident seinen nur russisch-sprachigen Herausforderern eine Kirgisisch-Prüfung, um sie von der Kandidatur auszuschalten. Die kirgisischen Turkologie-Studenten in Frankfurt sprechen jedoch auch miteinander Russisch, wenn sie denken, dass sie nicht von Dritten gehört werden – aus Gewohnheit, wie sie sagen. Diese Sprachen werden vermutlich trotzdem überleben, denn in Dörfern werden sie noch immer gesprochen, zudem werden sie staatlich gefördert. Wenn die Sowjetunion noch einige Jahrzehnte länger existiert hätte, wären sie vermutlich schwerer zu retten gewesen.

Bedrohung von Nationalsprachen – ein weltweites Phänomen?

Einer der größten Sprachräume dieser Erde ist der der austronesischen Sprachen, der sich – grob gesprochen – über das Gebiet zwischen Madagaskar und der Osterin-

Die Frankfurter Südostasienwissenschaften pflegen seit rund fünf Jahren eine enge Zusammenarbeit mit dem Nationalen Sprachenzentrum Malaysias (Dewan Bahasa dan Pustaka Malaysia), das sich zum Ziel gesetzt hat, die Bahasa Malaysia/Bahasa Melayu als Nationalsprache Malaysias zu pflegen und zu bewahren. Diese Institution betrachtet Malaysisch-Unterricht im Ausland als eine wichtige Maßnahme, um die Sprache als nationales Kommunikationsmittel zu erhalten. Bis heute wird das Malaysische trotzdem nur in wenigen Ländern intensiv unterrichtet. Das relative Desinteresse von Ausländern, das Malaysische zu erlernen, resultiert vermutlich daraus, dass in den oberen Schichten der malaysischen Gesellschaft Englisch fast ebenso verbreitet ist wie Malaysisch und sich die Regierung nur halbherzig oder sogar wankelmütig zur Zukunft des Malaysischen als Nationalsprache äußert. So finanziert die Regierung zwar die Unternehmungen des Sprachenzentrums, torpediert sie aber zugleich wieder, indem sie beispielsweise Englisch als Unterrichtssprache für naturwissenschaftliche Fächer einsetzt.

In Malaysia steht damit zwar nicht gleich der Tod des Malaysischen bevor; der Sprache droht jedoch ein Statusverlust, der weitreichende Folgen für ihre Verwendung in Malaysia hat. In einem Staat, in dem – neben einer Minderheit von austroasiatischen Gruppen – Malaien (57 Prozent), Chinesen (27 Prozent) und Inder (8 Prozent) miteinander leben, wäre die Aufgabe des Ma-

laysischen als Nationalsprache ein verheerender Schritt, der die ursprüngliche Bevölkerung zunehmend an den Rand der Gesellschaft rückt. In Indonesien ist demgegenüber der Status des Indonesischen als Nationalsprache ungefährdet. Nur eine kleine Minderheit der Einwohner Indonesiens spricht eine Fremdsprache, und auch das Englische ist nicht weit verbreitet, so dass das Erlernen der Bahasa Indonesia auch für in diesem Inselstaat arbeitende Ausländer in der Regel unabdinglich ist.

Was bringt die Beschäftigung mit bedrohten Sprachen?

Wozu lohnt eigentlich der Aufwand, sich mit »bedrohten Sprachen« auseinanderzusetzen, werden wir Linguisten häufig gefragt. Kann es wirklich sinnvoll sein, einem Kommunikationsmittel, das vielleicht lediglich von einer kleinen Gruppe von alten Leuten noch genutzt wird, die teure Arbeitskraft von Wissenschaftlern zu widmen? Ist es nicht vielmehr als ein Fortschritt anzusehen, dass an die Stelle von Minoritätensprachen und -dialekten, die von Ort zu Ort divergieren, heutzutage überall mehr und mehr vereinheitlichte Standardsprachen treten und der Siegeszug des Englischen sogar eine Kommunikation über fast alle Grenzen dieser Welt hinweg ermöglicht hat?

Dass weltweite Kommunikation auf der Grundlage des Englischen heute leichter ist als in früheren Zeiten, sei unbestritten. Aus der Sicht von Linguisten, die sich seit langem mit »exotischen Restsprachen« auseinandersetzen, bleibt dennoch entgegenzuhalten, dass das

den, und nicht zuletzt von sprachlichen Strukturen, die für sich faszinierend und erklärungsbedürftig sind oder sogar ihrerseits zur Erklärung all der vielen Fragen beitragen können, die die sie bedrohenden großen »Verkehrssprachen« auch nach jahrhundertelanger linguistischer Erforschung noch aufwerfen.

Ein abschließendes Beispiel mag genügen, um dies zu illustrieren: Zu den indonesischen Regionalsprachen gehört das Sasak, das auf der östlich von Bali liegenden Insel Lombok gesprochen wird. Sasak kennt – wie einige andere Sprachen Indonesiens auch – so genannte Höflichkeitsebenen: Für bestimmte Bedeutungen hat die Sprache mehrere Wörter, deren Verwendung vom Sozialstatus des Sprechers und des Angesprochenen beziehungsweise des Angesprochenen und einer dritten Person abhängt. So heißt zum Beispiel »essen«, wenn der Angesprochene von niedrigerem Status als der Sprecher oder ein sehr guter Freund desselben ist, »mangan«; ist der Angesprochene von etwa identischem Sozialstatus wie der Sprecher, so wird dieser statt dessen »medaran« verwenden, und wenn der Sprecher von sozial niedrigerem Status als der Angesprochene ist, sagt er »majengan«. Entsprechend ändern sich auch die Pronomina der zweiten Person: »du« heißt einmal »kamu«, einmal »side« und einmal »pelungguh«. Je nach der sozialen Stellung der Gesprächspartner wird die Frage »Hast Du schon gegessen?« also völlig unterschiedlich lauten: »wahm mangan kamu?«, »wahm medaran side?«, »sampunmajengan pelungguh?«

Dieses System entstand vor mehr als 1000 Jahren unter indischem Einfluss im Javanischen und wurde



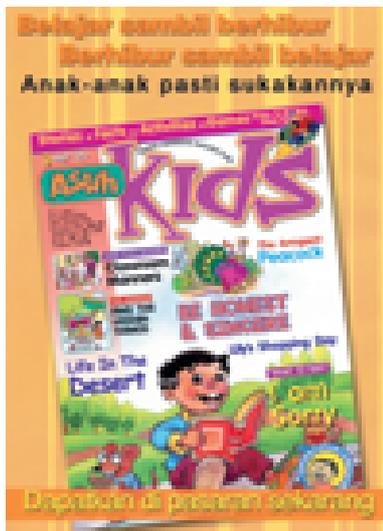
Das Logo des Nationalen Sprachzentrums Malaysias, der

Name in arabischer (Jawi) und lateinischer Schrift. Hier werden Programme entwickelt, um die Bahasa Malaysia/Bahasa Melayu als Nationalsprache Malaysias zu pflegen und zu bewahren. Die malaysische Regierung unterstützt zwar diese Bestrebungen, fördert aber andererseits Englisch als Unterrichtssprache in den Naturwissenschaften.

Aussterben einer Sprache, wo auch immer es geschieht, niemals nur den Ersatz eines Kommunikationsmittels durch ein anderes bedeutet; es markiert vielmehr immer auch den Verlust eines Teils der allgemein-menschlichen Kulturgeschichte: von Überlieferungsinhalten, die an die aussterbende Sprache gebunden waren und nicht übertragbar sind oder niemals übertragen wur-



Die letzte Generation von in traditionellen Urwaldlanghäusern lebenden Indonesiern auf einer Sumatra vorgelagerten Insel (Mentawai). Mit der durch die Regierung verordneten Zwangsumsiedlung in kleine Einfamilienhäuser verlieren die Mentawai allmählich ihre Kultur und Sprache. Diese Einfamilienhäuser werden in neu angelegten Küstendörfern errichtet, deren Einwohner größtenteils aus von Sumatra zugewanderten Beamten, Angestellten und Händlern bestehen.



Typisches Beispiel für die Vermengung des Malaysischen und des Englischen: Anzeige für die malaysische Kinderzeitschrift ASUH (Erziehung), die ausschließlich englischsprachige Texte enthält; die Werbetexte sind allerdings in Malaysisch- – »Belajar sambil berhibur« (»In der Freizeit lernen«), »Berhibur sambil belajar« (»Freizeit genießen, während man lernt«), »Dapatkan di pasaran sekarang« (»Jetzt in Geschäften erhältlich«).

von den benachbarten Sprachen übernommen. Waren bis vor 50 Jahren noch Abstammung und Landeigentum entscheidende Faktoren für die soziale Einstufung, so sind es heutzutage Bildungsniveau, Reichtum oder die absolvierte Hajj-Reise nach Mekka. Dieser Kriterienwandel hat in der Bevölkerung Lomboks zu einer öffentlichen Diskussion über Sinn und Zweck der Verwendung des Hierarchien-Systems geführt. Es ist durchaus vorstellbar, dass sich die geistige Elite Lomboks mit dem Ansinnen durchsetzt, den Umfang des als höflich betrachteten Vokabulars zu reduzieren oder gar vollends abzuschaffen. Die Lokalsprache wird durch diese Bewegung in ihrer Existenz nicht selbst gefährdet, aber ein essenzieller Bestandteil ihrer Struktur wird von den Sprechern infrage gestellt und vielleicht aussterben. ♦

Anmerkungen

^{1/1} Vgl. die »UNESCO Universal Declaration on Cultural Diversity« (2001) unter <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127160m.pdf> sowie die UNO-Resolution 56/262 (2002) über Multilingualismus unter <http://ods-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N01/497/60/PDF/N0149760.pdf>. Ein »UNESCO Red Book of Endangered Languages« wird an der Universität Tokyo verwaltet; vgl. <http://www.tooyoo.l.u-tokyo.ac.jp/Redbook/index.html>. Die Zahl 6500 geht offenbar auf das von Barbara F. Grimes herausgegebene Kompendium »Ethnologue« zurück, das als Handbuch der Wycliffe Bible Translators (Dallas, Texas) die Sprachen der Welt im Hinblick auf den Bedarf an Bibelübersetzungen auflistet und schon in der 10. Auflage 1984 in einer Tabelle »Countries Ranked by Translation Need« (S. XI–XIV) insgesamt 6519 »Living languages« in 167 Ländern notiert. Für die neueste (14.) Auflage des Werks, das jetzt vom »Summer Institute of Linguistics«, einem Ableger der Wycliffe Society, publiziert wird, s. <http://www.ethnologue.com/>.

^{1/2} Vgl. hierzu »Von Schnalzen und anderen Zungenschlägen – Frankfurter Afrikanistik auf Spurensuche bei den »Buschleuten« der Kalahari«: *Forschung Frankfurt* 2/1997.

^{1/3} Vgl. Strabo, *Geographica* Buch 11, Kap. 2, Par. 16, wonach der kaukasische Isthmus zwischen 70 und 300 (!) verschiedene Völkerschaften zählte, die sämtlich unterschiedliche Sprachen verwendeten.

^{1/4} Teilnehmer des von der Volkswagen-Stiftung geförderten Projekts »Endangered Caucasian Languages in Georgia (ECLinG)« sind neben Jost Gippert und Manana Tandaschwili (Vergleichende Sprachwissenschaft, Universität Frankfurt) die Linguisten Wolfgang Schulze (Universität München), Maia Machavariani und Iza Chantladze (Institut für Sprachwissenschaft, Georgische Akademie der Wissenschaften) sowie der Ethnologe R. Topchishvili (Universität Tbilisi).

^{1/5} Vgl. hierzu »Textfragmente aus der Wüste – Ein elektronisches Korpus als Schlüssel zur Welt der alten Türken an der Seidenstraße«, *Forschung Frankfurt* 3–4/ 2003.

Die Autoren



Prof. Dr. Jost Gippert, 48, (rechts), studierte Vergleichende Sprachwissenschaft, Indologie, Japanologie und Sinologie an der Universität Marburg und an der Freien Universität Berlin. Nach der Habilitation an der Universität Bamberg (1991) übernahm er 1994 die Professur für

Vergleichende Sprachwissenschaft an der Universität Frankfurt. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören neben den indogermanischen Sprachen und ihrer Geschichte sowie der allgemeinen Sprachtypologie auch die Sprachen des Kaukasusraums, denen in der jüngeren Zeit verschiedene internationale Kooperationsprojekte unter seiner Leitung gewidmet sind.

Dr. Manana Tandaschwili, 44, studierte an der Staatlichen Universität in Tbilisi (Georgien) Kartvelologie (südkaukasische Sprachwissenschaft) und Kaukasologie. Nach dem Studium arbeitete sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Georgischen Akademie der Wissenschaften, wo sie promoviert und habilitiert wurde. Von 2000 bis 2002 war sie als Stipendiatin der Alexander-von-Humboldt-Stiftung an den Universitäten München und Frankfurt tätig; seit 2002 ist sie Lehrkraft in der Vergleichenden Sprachwissenschaft in Frankfurt und an mehreren kaukasusbezogenen Projekten beteiligt.

Prof. Dr. Rainer Voßen, 52, (links), studierte Afrikanistik, Völkerkunde, Geschichte sowie Ur- und Frühgeschichte in Köln, er habilitierte sich in Bayreuth. Seit November 1993 lehrt er an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. In den vergangenen Jahren leitete und beteiligte sich Voßen an zahlreichen Forschungsprojekten im östlichen Afrika (Kenia, Tansania, Sudan), südlichen Afrika (Botswana, Namibia) und zuletzt – im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 268 »Westafrikanische Savanne« – in Westafrika (Burkina Faso). Er publizierte zur deskriptiven Linguistik, Komparatistik, Sprachtypologie, Sprachgeographie, Sozio- und Areallinguistik in den afrikanistischen Teildisziplinen Bantuistik, Berberologie, Khoisanistik, Mandeistik und Nilotistik.

Prof. Dr. Marcel Erdal, 58, (Zweiter von links) ist in Istanbul geboren, studierte Allgemeine und Indoeuropäische Sprachwissenschaft in Jerusalem, dann Turkologie und Altaistik in Kopenhagen. 1994 übernahm er die Professur für Turkologie in Frankfurt. Erdal ist Ehrenmitglied der Akademie der Türkischen Sprache und Empfänger ihrer Diensturkunde sowie Mitglied der Turfan-Kommission der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Er hat mehrere Forschungsreisen nach Zentralasien und Südsibirien unternommen und Kooperationsprojekte mit Südsibirien und Zentralasien geleitet. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Grammatik älterer und neuerer Türkssprachen sowie Typologie und Sprachkontakt.

Prof. Dr. Bernd Nothofer, 62, (Mitte) ist seit 1981 Professor für Südostasienwissenschaften in Frankfurt. Er studierte an der Université de Besançon und promovierte in Linguistik an der Yale University. Nothofer hatte Gastprofessuren in Brunei Darussalam, Malaysia, Indonesien, Australien (Canberra, University of Melbourne) und den Vereinigten Staaten (University of Hawaii at Manoa) inne. Er ist Gutachter des Deutschen Akademischen Auslandsdiensts und Berater des Malaysischen Sprachenzentrums. Seine Forschungsschwerpunkte sind: malaiische Dialekte, Beschreibung von Regionalsprachen, Rekonstruktion des Proto-Austronesischen und anderer Ursprachen der austronesischen Sprachfamilie.

Freunde suchen Gleichgesinnte



Die Freunde und Förderer der Johann Wolfgang Goethe-Universität suchen Verbündete. Wir haben uns die ideelle und finanzielle Förderung der größten und wichtigsten Lehr- und Forschungsstätte im Frankfurter Raum zur Aufgabe gemacht. Wir bauen Brücken zwischen interessierten Bürgern und der Wissenschaft. Wir bieten ein Förderprogramm für Nachwuchsforscherinnen und -forscher und richten wissenschaftliche Stiftungen ein. Wir unterstützen Projekte der Universität, für die die Mittel der öffentlichen Hand nicht ausreichen. Wir schaffen Verbindung zwischen Studierenden und Ehemaligen.

Die Universität Frankfurt ist mit ihren über 600 Professorinnen und Professoren sowie ihren 38.000 Studierenden ein kraftvoller Motor für die Zukunft der Region. Ihr neuer attraktiver Campus Westend mit dem IG-Hochhaus sowie der im Ausbau befindliche naturwissenschaftliche Campus Riedberg sind sichtbare Zeichen für einen gelungenen Start ins neue Jahrtausend.

Helfen Sie mit, ein Stück Zukunft zu gestalten. Werden Sie ein Freund unter Freunden.

Für mehr Informationen rufen Sie bitte Frau Lentes (0 69) 798-2 82 85 oder Frau Dinges (0 69) 9 10-4 78 01 an.

FREUNDE  DER

 UNIVERSITÄT

Umzug des Fachbereichs Physik steht bevor

Das Stern-Gerlach-Zentrum für experimentelle Physik



■ Gedenktafel zum Stern-Gerlach-Experiment. Sie wurde im Jahr 2002 am Physikalischen Institut montiert.

Universität Frankfurt, vor allem das Stern-Gerlach-Zentrum, fließenden Drittmittel bei weitem die eines typischen Sonderforschungsbereichs. Neben dieser zukunftsweisenden Grundlagenforschung wird auch die Lehre an den Großgeräten eine wichtige Aufgabe im Stern-Gerlach-Zentrum sein. Hier lernen die jungen Wissenschaftler, mit Großgeräten umzugehen und neue Forschungsgeräte für die Großforschungszentren zu entwickeln. Diese hervorragend ausgebildeten Wissenschaftler sind die Zukunft der Großforschungszentren (siehe »Neubau für die Physik«, Seite 50).

Warum der Name Stern-Gerlach-Zentrum?

Im Fachbereich Physik war es lange Tradition, dass die einzelnen Institute oder Abteilungen Namen trugen, die direkt ihre Funktion im Fachbereich erkennen ließen. So bearbeitete das Institut für Angewandte Physik Fragen der Anwendung von physikalischen Eigenschaften für unsere technologisch orientierte Gesellschaft, oder das Institut für Kernphysik untersuchte die Struktur der Atomkerne. Demzufolge müsste die Theodor-Heuss-Allee »Zufahrt zur A66« heißen. Institutsnamen können aber auch an die Leistungen von bedeutenden Physikern erinnern, ohne die die heutige Forschung nicht denkbar wäre. Zu den großen Physikern, die die Welt veränderten, gehörten auch die Frankfurter Physiker Otto Stern und Walter Gerlach. Die deutsche physikalische Gesellschaft verleiht ihnen zu Ehren die Stern-Gerlach-Medaille als höchste Auszeichnung für Experimentalphysiker.

Stern und Gerlach haben im Jahre 1922 an der jungen »königlichen« Universität Frankfurt (ab 1932 Johann Wolfgang Goethe-Universität) ein Experiment durchgeführt, dessen Ergebnis einer der wichtigsten Meilensteine auf dem Weg zur modernen Quantenphysik darstellt. ■ Otto Stern ■ konzipierte das geniale Experiment, und Walter Gerlach realisierte es brillant. Der spätere Nobelpreisträger Otto Stern

Erfolgreiche Forschung in der experimentellen Physik erfordert heute Geräte, die meist sehr komplex und teuer sind. Es übersteigt fast immer die Leistungsfähigkeit einzelner Institute, eine dermaßen kostenintensive Ausstattung zu erwerben, sie leistungsfähig zu erhalten und somit auf längere Zeit effizient zu nutzen. Aus diesem Grunde hat sich der Fachbereich Physik entschlossen, den bevorstehenden Umzug im Herbst 2004 zum Campus in Niederursel zu nutzen, um ein Zentrum zu schaffen, das mit optimaler Synergie die im Fachbereich vorhandenen Großgeräte allen Wissenschaftlern, auch interdisziplinär, zur Verfügung stellt. Im Fachbereich Physik sind diese Großgeräte vor allem modernste Ionenanlagen und Laser sowie Nachweissysteme (Imagingsysteme), mit denen hier in einmaliger Weise »state-of-the-art«-Forschung des 21. Jahrhunderts betrieben werden kann. Das neue Zentrum wird damit unter anderem zu einer Art Außenstation für die Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt, die weltweit führende Experimentieranlage für Schwerionenphysik.

Das hochaktuelle, gemeinsame Forschungsziel zwischen den inter-

disziplinären Gruppen wird die Dynamik von Vielteilchensystemen wie Atome, Kerne, Moleküle, Biosysteme, Festkörper und Plasmen sein. In interdisziplinärer Zusammenarbeit können hier die Teilchen-, Festkörper- und Biophysiker sowie die Biochemiker den fundamentalen Fragen nachgehen, warum Vielteilchensysteme nicht einfach die Summe vieler Zweiteilchensysteme sind. Für diese Forschung ist die Zusammenarbeit mit Großforschungseinrichtungen in Deutschland von zentraler Bedeutung, wie der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt, dem Deutschen Elektronensynchrotron (DESY) in Hamburg, der Elektronenspeicherung Synchrotronanlage (BESSY) in Berlin, sowie auf internationaler Ebene dem Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) in Berkeley, dem Center for European Nuclear Research (CERN) in Genf und dem Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) in Brookhaven/USA. Die Zusammenarbeit mit diesen Großforschungszentren garantiert Internationalität und ist eine wesentliche Quelle für ein sehr hohes Drittmittelaufkommen. So übersteigen die durch die GSI-Forschung an die



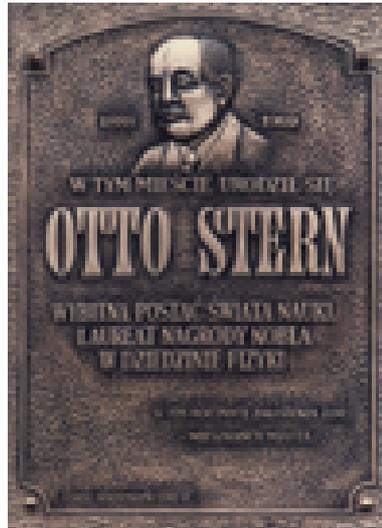
2 Otto Stern und Albert Einstein, zirka 1922. Otto Stern hatte bereits in Prag mit Albert Einstein zusammengearbeitet und habilitierte sich bei ihm 1913 in Zürich. Damit war Stern einer der wenigen direkten Einstein-Schüler.

Atome kontrolliert mit nahezu Schallgeschwindigkeit wie eine Geschwehrrugel auf ein Ziel geschossen werden konnten. Hatten diese Atome ein inneres magnetisches Moment, dann sollten sie in einem starken inhomogenen äußeren Magnetfeld je nach Raumorientierung der atomaren Momente unterschiedlich abgelenkt werden. Für Silberatome wurde nach damaliger Kenntnis erwartet, dass zwei Raumorientierungen und damit zwei Ablenkungswinkel vorkommen sollten.

Die apparativen Schwierigkeiten, die mit einem solchen Experiment verbunden waren, erschienen zu jener Zeit fast unlösbar und sind auch mit moderner Technik nur sehr schwer zu überwinden.

Stern hatte Glück: Walter Gerlach 3, ein begnadeter Experimentalphysiker, der seit 1920 in Frankfurt im experimentellen Institut un-

(1943), der 1888 in Sorau/Schlesien 4 geboren wurde und 1912 in Breslau in der theoretischen physikalischen Chemie promoviert, wurde 1912 Mitarbeiter von Albert Einstein in Prag. Er wechselte gemeinsam mit Einstein an die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich und habilitierte sich dort 1913 mit einer zehnsseitigen Arbeit »Zur kinetischen Theorie des Dampfdrucks einatomiger fester Stoffe und über die Entropiekonstante einatomiger Gase«. Kurz nach Gründung der Frankfurter Universität (Wintersemester 1914) durch Frankfurter Bürger wechselte Otto Stern nach Frankfurt in die Arbeitsgruppe von Max von Laue (Nobelpreisträger 1914), der 1914 als erster theoretischer Physiker an die Universität Frankfurt berufen worden war. Nach Beendigung des Krieges »mutierte« der Theoretiker Otto Stern zum Experimentalphysiker. Auch nachdem Laue Frankfurt 1919 verlassen hatte – er ging nach Berlin –, blieb Stern unter dem neuen Institutsleiter Max Born (Nobelpreis 1954) in Frankfurt und begann mit seinen Vorüberlegungen für den experimentellen Nachweis der Raumquantelung der atomaren magnetischen Momente. Arnold Sommerfeld hatte eine halbklassische Theorie der atomaren magnetischen Momente aufgestellt, die voraussagte, dass diese Momente in einem äußeren Magnetfeld nur in bestimmten Raumrichtungen orien-



4 Gedenkplakette für Otto Stern am Rathaus in Zory, Polen, 1997 angebracht.

tiert werden, wohingegen klassische Magnete in jede Raumrichtung zeigen können. Diese Vorstellung war revolutionär, denn die neue Quantentheorie forderte, dass die Momente ohne Krafteinwirkung nur in bestimmten Raumprojektionen beobachtet werden könnten. Fast alle berühmten Physiker jener Zeit, darunter Albert Einstein, Nils Bohr und Wolfgang Pauli, diskutierten diese Frage und kamen zu sehr unterschiedlichen Voraussagen. Otto Stern entwickelte eine Messmethode, die so genannte Molekularstrahlmethode, mit der einzelne

5 Das Geburtshaus von Otto Stern in Sorrau, Oberschlesien, heute Zory, Polen.





Walther Gerlach war von 1921 bis 1924 Professor für Experimentalphysik in Frankfurt. Mit Otto Stern gelang ihm im Februar 1922 der Nachweis der Richtungsquantelung von Silber-Atomen im inhomogenen Magnetfeld, der so genannte Stern-Gerlach-Versuch.

ter der Leitung von Richard Wachs-muth arbeitete, erklärte sich bereit, an dem Experiment mitzuarbeiten. Gerlach, der 1889 in Biebrich/Wiesbaden geboren wurde, hatte 1912 bei Friedrich Paschen in Tübingen promoviert und sich 1916 dort habilitiert. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es in der Nacht vom 7. auf den 8. Februar 1922 endlich, die Aufspaltung des Silberstrahles in zwei Ablenkwinkel nachzuweisen. Gerlach informierte sofort den inzwischen nach Rostock berufenen Otto Stern sowie Nils Bohr. Alle großen Physiker jener Zeit erkannten, dass mit diesem Experiment ein neues Physikzeitalter begonnen hatte. Einstein bezeichnete es sogar als eines der wichtigsten, das zu Beginn des 20. Jahrhunderts durchgeführt wurde. Die Universität Frankfurt konnte damit einen zentralen Beitrag zur Geburt

der modernen Quantenphysik leisten. Der Name Stern-Gerlach ist seitdem in der Physik unsterblich. Der Fachbereich Physik ist stolz darauf, dass dieses wichtige Experiment in Frankfurt ausgeführt wurde; hier haben insgesamt sieben Physiker gearbeitet, die in Frankfurt oder nach ihrem Weggang den Nobelpreis erhielten. Auch aktuell belegen zahlreiche Preise an Frankfurter Physiker, andere Ehrungen, Rufe an andere Universitäten sowie die Mitarbeit der Hochschullehrer in vielen Gremien in Deutschland und im Ausland, dass die im Fachbereich Physik durchgeführte Forschung international erstklassig ist. ◆

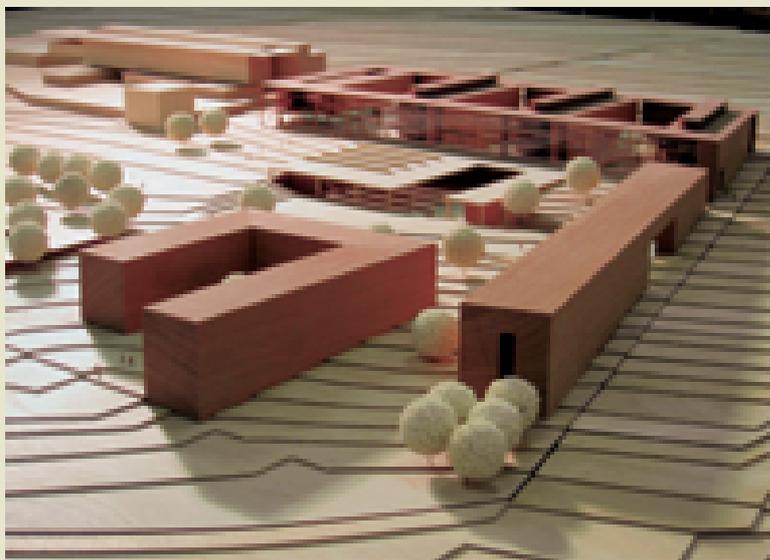
Der Autor

Prof. Dr. Horst Schmidt-Böcking studierte Physik an den Universitäten Würzburg und Heidelberg und promovierte 1969 im Bereich Kernphysik in Heidelberg. Von 1974 bis 1980 arbeitete er an der Universität Frankfurt, wo er sich habilitierte. Nach zweijähriger Forschungstätigkeit am Hahn-Meitner-Institut Berlin kam er 1982 als Professor für Schwerionenphysik an die Universität Frankfurt zurück, der er trotz verschiedener Rufe an andere Universitäten treu geblieben ist.

Neubau für die Physik

Das Stern-Gerlach-Zentrum ist integraler Bestandteil des Neubauvorhabens Physik. In prominenter Lage auf dem Campus Riedberg entsteht derzeit auf einem Baugrundstück von mehr als einem Hektar ein Gebäudekomplex von hoher architektonischer Qualität mit einer Brutto-Grundfläche von 31 000 Quadratmetern zur Unterbringung und räumlichen Konzentration sämtlicher Einrichtungen des Fachbereichs Physik. Den Auftakt macht ab Mitte November dieses Jahres der Umzug der Kernphysik. Die Verlagerung der anderen Einrichtungen beginnt im März 2005. Die veranschlagte Investitionssumme für die bauliche Reaktivierung sowie die Ersteinrichtung beträgt 70 Millionen Euro; die Kosten tragen das Land Hessen und der Bund jeweils zur Hälfte.

Die Anlage gliedert sich in einen nördlich platzierten Institutsbaukörper sowie dem südlich gelegenen Stern-Gerlach-Zentrum, einem Hallentrakt, das die Werkstatt- und Experimentierbereiche



aufnimmt. Allein die Experimentierhalle hat eine Nutzfläche von 1150 Quadratmeter, sie wird als eigener Baukörper den eigentlichen Institutsbereichen vorgelagert und in die Abwärtslinie des Hangs hineingeschoben. Dabei sind Hallendach und Erdgeschoss des Institutsteils niveaugleich ausgebildet, so dass sich der Hallenbau auf seiner Südseite mit einer eingeschos-

sigen Fassade präsentiert. Diese bauliche Anordnung betont den Charakter des Stern-Gerlach-Zentrums als interdisziplinäres Dienstleistungszentrum mit campusweiter Funktion.

Der Autor

Peter Rost ist Bevollmächtigter für die Standortneuordnung und -entwicklung der Universität Frankfurt.

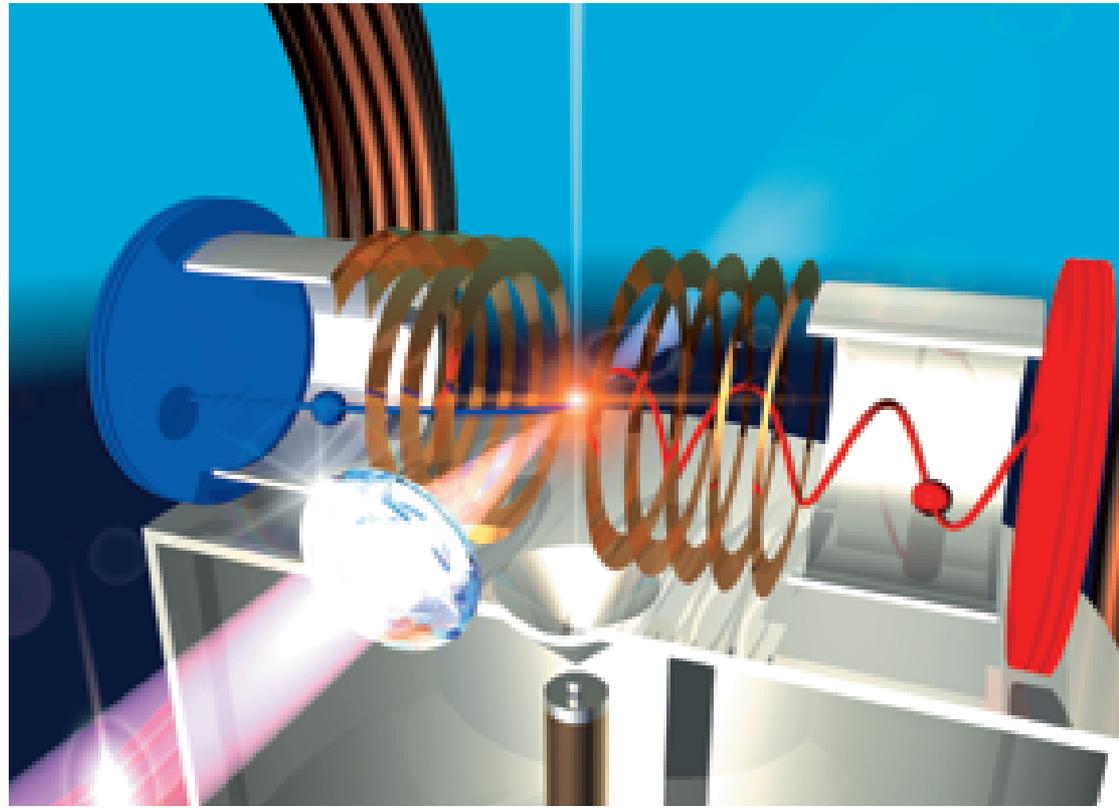
Bewegung in der Welt der Quanten

Was Murmeln und Elektronen miteinander verbindet

Wächst ein Tumor, oder bleibt das Gewebe gesund? Erscheint ein Stoff gelb oder rot? Warum brennt Benzin, Wasser aber nicht? So unterschiedlich diese Fragen auch erscheinen, aus der Perspektive des Physikers finden sich die Antworten alle auf der gleichen Ebene. Sie liegen in der Struktur und Dynamik der Elektronenhüllen der Atome und Moleküle, die die Erbsubstanz der Zellen bilden, aus denen Farbstoffe bestehen und aus denen sich Benzin- und Wassermoleküle zusammensetzen. Das Atom mit seinen Elektronenhüllen ähnelt, wie wir seit Niels Bohr und den Experimenten von Ernest Rutherford wissen, einem Mückenschwarm, in dessen Zentrum ein winziger Kern vibriert, der das vieltausendfache Gewicht der Elektronen hat. Aus der Größe und Struktur der Elektronenhülle resultiert das Periodensystem der Elemente und deren chemische und physikalische Eigenschaften, kurz die Vielfalt des Universums. Die zeitliche Entwicklung der Elektronenhülle, oder – bildlich gesprochen – die Bewegung dieser »Mückenschwärme«, ist es, die alles Werden und Vergehen in unserer Alltagswelt steuert. Diese Bewegung der Elektronen und ihr Wechselspiel untereinander direkt zu beobachten, ist der Traum der modernen Physik. Doch bis zur Erfüllung dieses Traums – einen Film in extremer Zeitlupe und mit extremem Zoom zu drehen, in dem die Bewegung der einzelnen Elektronen verfolgt und das Zusammenwirken beobachtet werden kann – ist noch viel zu tun. Erste vielversprechende Schritte sind in den letzten Jahren jedoch erfolgreich gemacht worden.

Fliegende Elektronen sichtbar machen

Mit einer Technologie, bei deren Entwicklung die Physiker der Universität Frankfurt eine weltweit führende Rolle gespielt haben, kann man seit wenigen Jahren Richtung und Geschwindigkeit praktisch aller atomaren und molekularen Bruchstücke, die beim Aufbruch der Elektronenhülle entstehen, direkt sichtbar machen. Diese Technologie wird

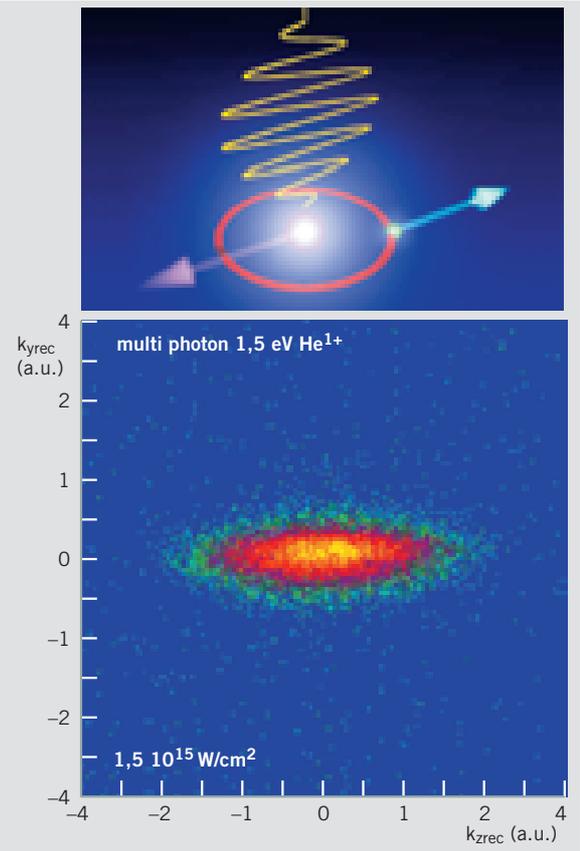


■ Mit Hilfe der COLTRIMS-Technologie dieses »Mikroskops« kann die Bewegung von Elektronen und geladenen Atomen sichtbar gemacht werden. Die Bruchstücke des Atoms oder Moleküls, das hier von einem Laserblitz in der Bildmitte aufgespalten wird (rote Kugel: Elektronen, blaue Kugel: Ionen), werden von elektrischen und magnetischen Feldern auf die hier blau und rot gezeigten Teilchendetektoren geleitet. Diese registrieren den Auftreffort und die Flugzeit auf eine milliardstel Sekunde genau und geben sie an einen Computer weiter, der dann ein vollständiges Bild der Fragmentation liefert.

weltweit mit dem Schlagwort COLTRIMS (Cold Target Recoil Ion Momentum Spectroscopy) bezeichnet ■. Die zugrunde liegende Idee ist einfach: Elektrische und magnetische Felder bewirken für frei fliegende Elektronen und geladene Atome das, was die Erdanziehung mit Steinen macht, die man von einem Turm wirft. Unabhängig von der Richtung, in die ein Stein geworfen wird, fällt er früher oder später auf die Erde zurück. Wenn man wissen will, in welche Richtung und mit welcher Geschwindigkeit der Stein losgeschleudert wurde, genügt es, den Auftreffort und die Zeit, die der Stein vom Abwurf bis zum Aufschlag benötigte, zu registrieren. Aus diesen Daten kann die Abwurfrichtung und -geschwindigkeit eindeutig ermittelt werden. Die Flugbahn selbst muss dafür nicht bekannt sein. In diesem Bild

entspricht die Emission eines Elektrons aus einem neutralen Atom dem Werfen des Steins. Die Erdanziehung beeinflusst Elektronen und geladene Atome zwar kaum, jedoch sorgen relativ schwache elektrische Felder sowie das Feld eines hinreichend großen Elektromagneten dafür, dass diese Teilchen auf einen entsprechenden Detektor »fallen« oder, besser gesagt, gelenkt werden. Diese Nachweisgeräte ermitteln den Auftreffort eines Elektrons mit der Genauigkeit eines zehntel Millimeters und erlauben es, die Auftreffzeit auf eine milliardstel Sekunde genau zu messen. Die Messdaten werden Elektron für Elektron von einem Computer erfasst. Der Rechner ermittelt dann die Flugbahnkoordinaten der Teilchen und rekonstruiert so das komplette Zerplatzen des Atoms. Die Bilder, die diese Technik generiert, erlauben Einblicke in die Bewegungsstruktur subatomarer Teilchen, die bis vor einigen Jah-

Linear polarisierter Laserblitz



2 Ein linear polarisierter Laserblitz (gelbe Linie) ionisiert ein Elektron aus einem Atom (oben). Das Elektron und der geladene Rest des Atoms fliegen in entgegengesetzte Richtung auseinander. Die Abbildung unten zeigt die gemessene Geschwindigkeitsverteilung der entstehenden Ionen, die in Richtung des Lichtfelds getrieben werden.

ren undenkbar waren. Dementsprechend hat die COLTRIMS-Technik einen Siegeszug in Physiklaboren rund um die Welt angetreten. Dies eröffnet Frankfurter Diplomanden und Doktoranden, die diese komplexe Technologie beherrschen, Auslandsaufenthalte in Labors in aller Welt, derzeit in Japan, USA, Kanada, Brasilien und Australien. Sie tragen dazu bei, die Methode zu verbreiten und das Anwendungs-Know-how zu vermitteln.

Messerscharfes Licht

Um einen Eindruck von der Leistungsfähigkeit dieser Technologie zu gewinnen, hier ein Beispiel: Aus vielen Bereichen der Technik lassen sich heute Laser nicht mehr wegdenken, beispielsweise in der Medizin. Hier erlauben sie Operationen, die viel schonender sind, als es mit einem Messer möglich wäre. Dass man mit Licht überhaupt schneiden

kann, liegt an den besonderen Eigenschaften des Laserlichts, seiner hohen Ordnung und Energiedichte. Mit gepulsten Lasern ist es heute möglich, unvorstellbar kurze Lichtblitze mit maximaler technisch machbarer Helligkeit zu erreichen. Werden diese superkurzen Lichtblitze mit einer Linse auf den Durchmesser eines Haars fokussiert, können für die unvorstellbar kurze Zeit von einer hundertstel millionstel millionstel Sekunde (eine 0,...1 mit 14 Nullen vor der 1) Lichtintensitäten erreicht werden, die der gesamten Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche, auf einen Stecknadelkopf gebündelt, entsprechen. Das Verhalten von Materie unter solchen extremen Bedingungen ist ein hochaktuelles Forschungsgebiet.

Mit solchen Laserpulsen kann man Gewebe und selbst Metall schneiden, aber was liegt dem mikroskopisch zugrunde? Um dies

Anzeige





■ Wechselwirkung eines Atoms mit einem extrem starken Laserblitz: Die Elektronen sind durch Kugeln symbolisiert, die vom Laserlicht aufgrund des »Rückstreumechanismus« wie auf einer wippenden Tischplatte beschleunigt werden.

aufzuklären, werden einzelne Atome in den Brennpunkt eines solchen Laserblitzes gesetzt. Dabei entreißt der Lichtblitz dem Atom ein oder mehrere Elektronen, und zwar entlang der Richtung, in die das elektrische Feld des Lasers zeigt **■**. Wie jedoch ein Laserpuls mehr als ein Elektron gleichzeitig beeinflusst, war lange umstritten. Die Beobachtungen mit der COLTRIMS-Technik enthüllten zum ersten Mal einen faszinierenden mikroskopischen Mechanismus, der von der Theorie vorhergesagt wurde. Das Licht ist eine elektromagnetische Welle, die bei diesen Pulsdauern nicht mehr als drei bis vier Schwingungen ausführt. Diese Welle setzt die Elektronen quasi auf eine wippende Tischplatte. Zu Beginn – vor dem Laserblitz – ist die Tischplatte horizontal, und zwei Murmeln (die beiden Elektronen) liegen in einer Vertiefung auf dem Tisch. Die Mulde stellt die durch den Atomkern hervorgerufene Anziehungskraft dar. Die Elektronen sind im Atom gebunden, sie können von sich aus nicht aus der Mulde herausrollen. Der Laserblitz entspricht einigen starken Schwingungen der Tischplatte. Sie wippt mehrmals um die Mitte, in der sich die Vertiefung befindet. Die Neigung der Tischplatte entspricht der momentanen Stärke des elektrischen Felds. Wenn sie steil genug ist, kann eine der beiden Kugeln aus dem Loch heraus- und die Platte herunterrollen. Während dies in der makroskopischen Welt erst geschieht, wenn die Tischplatte so weit geneigt ist, dass die Murmel über den Rand der Mulde rollen kann, kommt in der mikroskopi-

schen, quantenmechanischen Welt der Atome ein weiterer Effekt hinzu. Schon bevor das Feld so stark ist, dass die Elektronen frei aus dem Atom herauslaufen können, entsteht quasi ein kleiner Tunnel, durch den die Elektronen vorzeitig entkommen können, das heißt, das Elektron kann sich kurzzeitig Energie borgen und über den Potenzialberg springen. Während die Kugel jetzt langsam auf der Tischplatte nach unten Geschwindigkeit aufnimmt, fängt die Wippe an zurück zu schwingen, bis sie schließlich in die andere Richtung steht. Die Kugel läuft bergauf, wird abgebremst und dreht schließlich wieder um. Jetzt rollt sie mit zunehmender Geschwindigkeit auf die Mulde zurück, in der sich noch eine zweite Murmel befindet. Wenn sie genug Schwung hat, kann sie diese Murmel aus der Vertiefung herausstoßen, wobei sie selbst abgebremst wird. Schließlich liegen beide Murmeln gleichzeitig nebeneinander frei auf der Platte und werden hin- und hergeschaukelt. Sie fallen am Ende auf der gleichen Seite von der Platte herunter.

Beschreibt dieses Szenario wirklich das, was in einem starken Laserfeld mit dem Atom geschieht? Zerschlägt das am Anfang freigesetzte Elektron sein eigenes Mutteratom? Die Antwort, die die COLTRIMS-Technik liefert, ist ein eindeutiges Ja. In den meisten Fällen rollen beide Elektronen mit etwa gleicher Geschwindigkeit in die gleiche Richtung, wie die beiden gelben Punkte zeigen **■**. Sie fallen also am Ende von der Platte, genau wie es aufgrund des Rückstreuzuszenarios zu erwarten ist. Doch leider ist es bis heute selbst mit den schnellsten Supercomputern nicht möglich, die quantenmechanische Bewegung dieser beiden Elektronen im Laserfeld zu berechnen. Die theoretischen Arbeiten, die dies näherungsweise versucht haben, bestätigen zwar die Richtigkeit des beschriebenen Rückstreumechanismus, ihnen gelingt es jedoch nicht, die experimentellen Ergebnisse im Detail zu

reproduzieren; denn im Gegensatz zu Murmeln bewegen sich in der Quantenwelt der Elektronen keine einfachen Kugeln, sondern Wellenpakete, die eher treibenden Wolkenfetzen als Murmeln gleichen.

Die COLTRIMS-Technik belegt zum einen, dass sich Bewegungen von Elektronen und Kernen mit Laserlicht gezielt auf mikroskopischem Niveau steuern lassen. Damit kommen Naturwissenschaftler ihrem Traum näher, nicht nur stille Beobachter der atomaren und molekularen Welt zu sein, sondern deren Ingenieure, indem sie mit Licht steuernd in Prozesse auf atomarem Niveau eingreifen können. Dies wäre ein erster Schritt auf dem Weg zur Kontrolle von chemischen Reaktionen mit Laserlicht. Zum anderen demonstrieren diese Experimente, dass man mit modernen bildgebenden Techniken und Lasern in einen neuen Bereich der Ultrakurzzeitphysik, den Attosekundenbereich, vorstoßen kann. In einer Attosekunde (10^{-18}) kommt Licht nur den millionsten Teil eines Haardurchmessers weit. Dies sind Zeiten, die kurz genug sind, um die Bewegung von Elektronen in Atomen und Molekülen zu studieren. Bis zu einem endgültigen Zeitlupenfilm muss jedoch noch viel Forschungsarbeit geleistet werden.

Das neue Stern-Gerlach-Zentrum bietet hierfür hervorragende Voraussetzungen (siehe Beitrag Seite 48). Mit dem modernen Kurzzeitlaserlabor, das dort eingerichtet wird, wird man zu noch kürzeren Zeiten vorstoßen können. Schritt für Schritt sollen dann elektronische Prozesse in größeren Strukturen wie Molekülen, Clustern und Oberflächen betrachtet werden. Das Kurzzeitlaserlabor ergänzt den zweiten Schwerpunkt des Stern-Gerlach-Zentrums, die Ionenstrahlanlagen. Durch die Vielfalt der wissenschaftlichen Möglichkeiten, die sich aus dem Zusammenspiel von Kurzzeitlaser, Ionenbeschleunigern und COLTRIMS-Technik ergeben, spielt das Stern-Gerlach-Zentrum auf dem Gebiet der Quantendynamik weltweit in der Spitzenliga. **◆**

Der Autor

Prof. Dr. Reinhard Dörner studierte Physik und Philosophie in Aachen und Frankfurt. Seit 2002 ist er Professor für Experimentalphysik am Institut für Kernphysik der Universität Frankfurt. Seine Arbeitgebiete sind die Atom- und Moleküldynamik, die er mit Hilfe von Schwerionen, Synchrotronstrahlung und ultrakurzen Laserpulsen untersucht.

Kurze Wellen, lange Wellen, Terawellen

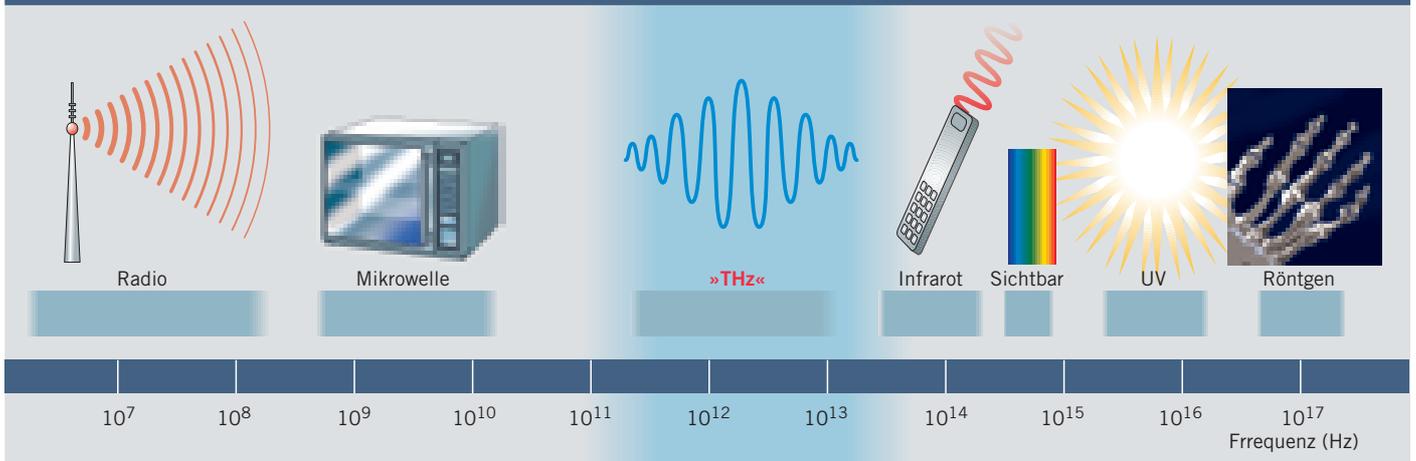
Elektromagnetische Strahlung im Terahertz-Frequenzbereich erobert neue Anwendungsfelder

Als Terahertz-Strahlung bezeichnet man die elektromagnetische Strahlung im Frequenzbereich zwischen den Millimeter- und Mikrowellen einerseits und der Infrarotstrahlung andererseits. Erstere

im Takt der Differenzfrequenz, die im THz-Frequenzbereich liegt, ein- und ausgeschaltet. Wenn man den so erzeugten Laserstrahl auf eine Substanz richtet, die immer dann Strom leitet, wenn sie beleuchtet

Antenne wird, und eine Spannung angelegt werden. Es fließt dann ein THz-Wechselstrom, und die Antenne strahlt eine THz-Welle ab. Obwohl die Strahlung nicht sehr intensiv ist, kann sie – ähnlich wie

Darstellung des elektromagnetischen Spektrums mit dem Terahertz-Frequenzbereich in der Mitte



werden beispielsweise von Radios, Mikrowellen-Öfen und Handys genutzt, letztere von Wärmebildkameras und Wärmestrahlern. Genauer gesagt handelt es sich bei der Terahertz-Strahlung um den Frequenzbereich zwischen 300 Gigahertz (GHz) und zehn Terahertz (THz) **1**. Lange hat man diesen Bereich auch als »Terahertz-Lücke« des Spektrums bezeichnet – Lücke deshalb, weil man hier bis vor wenigen Jahren nur unter großem Aufwand nutzbare Strahlung erzeugen beziehungsweise detektieren konnte. Ein Terahertz (1 THz) entspricht 10^{12} Hertz, also 1 000 000 000 000 (oder eine Million mal eine Million) Schwingungen in der Sekunde.

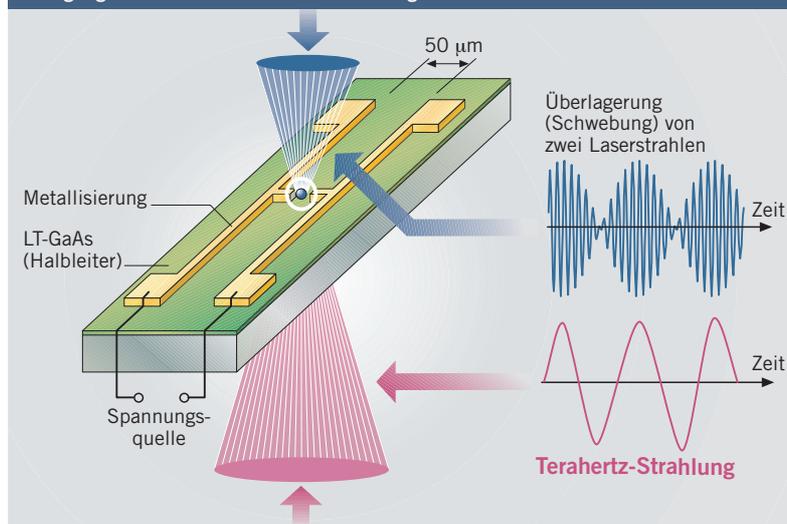
Zur Erzeugung und Detektion von THz-Strahlung verwenden wir in Frankfurt so genannte Fotomischverfahren, bei denen Laser, die im Sichtbaren arbeiten, eine zentrale Rolle spielen. Dies sei am Beispiel von Dauerstrich-Strahlung erläutert, bei der das Konzept der Schwebung verwendet wird **2**. Eine solche entsteht, wenn man zwei Laserstrahlen leicht unterschiedlicher Farbe (Frequenz) überlagert. Das resultierende Laserlicht wird dann

wird, und immer dann isolierend wirkt, wenn sie nicht beleuchtet wird, dann erhält man einen Schalter, der im THz-Takt ein- und ausschaltet. Um damit Strahlung zu erzeugen, muss der Schalter nur noch in eine Mikro-Antenne eingebaut werden, die so zur fotoleitenden

beim Radio – mit Hilfe einer zweiten Antenne detektiert werden. Das Besondere des Fotomischverfahrens liegt in seiner hohen Messempfindlichkeit, die darauf beruht, dass sich Störeffekte mit dieser Methode außerordentlich gut unterdrücken lassen. Andere Methoden der THz-

1 Der sichtbare Spektralbereich befindet sich zwischen 375 THz (entsprechend einer Wellenlänge von 800 nm) und 750 THz (400 nm).

Erzeugung von Dauerstrich-Terahertzstrahlung

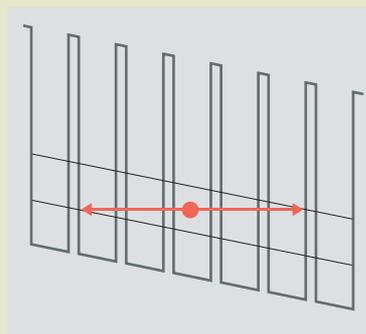


2 Die Dauerstrich-Terahertzstrahlung entsteht durch die Überlagerung von zwei Laserstrahlen verschiedener Farbe in einer Fotomischantenne, die ausgehend von LT-GaAs (bei niedriger Temperatur (englisch Low Temperature) gewachsenes Gallium-Arsenid) hergestellt wird.

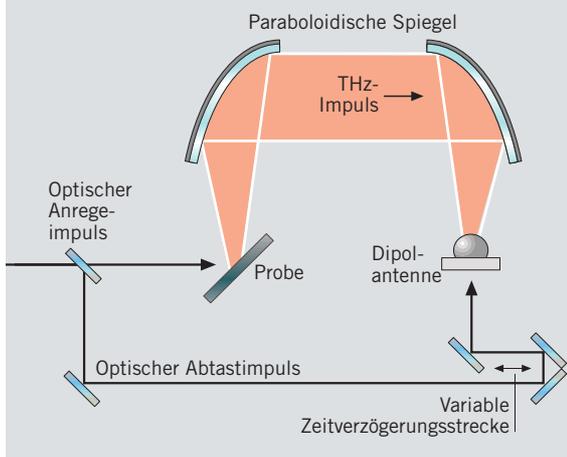
THz-Emissions-Spektroskopie von Elektronen in Halbleiter-Übergittern

Eine besondere Variante der Anrege-/Abfrage-Spektroskopie mit THz-Impulsen ist die THz-Emissions-Spektroskopie, die insbesondere bei der Untersuchung quantenmechanischer Wellenpakete in der Physik eine Rolle spielt. Wir setzen sie zum Studium von Elektronen in Halbleiter-Quantentrogstrukturen ein. Dies sei am Beispiel eines Halbleiter-Übergitters erläutert **1**. Es besteht aus einer Abfolge dünner Schichten verschiedener Halbleitermaterialien, die mit Hilfe von Molekularstrahlverfahren als perfekte Kristalle gewachsen werden. Wären die Elektronen klassische Teilchen, dann könnten sie zwischen den Barrieren des einen Halbleitermaterials eingesperrt werden. Die Wellennatur der Elektronen erlaubt es ihnen aber nun, durch die Barrieren, sofern diese nur dünn genug sind, hindurch zu treten, zu »tunneln«. Dieses Phänomen, für das es in der klassischen Physik

kein Analogon gibt, ist nun für einige Überraschungen gut. Legt man elektrische Spannung an, um die Elektronen zum positiv geladenen Kontakt zu ziehen, so stehen dem die Regeln der Quantenmechanik entgegen. Diese besagen,



1 Energieschema einer Übergitterstruktur, bestehend aus dünnen Schichten zweier Halbleitermaterialien: Die Neigung der Struktur ist die Folge einer elektrischen Spannung, die von links nach rechts über die Struktur anliegt. Ein Elektron (als roter Punkt gekennzeichnet) ist auf Grund seiner Wellennatur zu einer oszillierenden Bewegung durch die Energiebarrieren hindurch gezwungen (Bloch-Oszillationen).

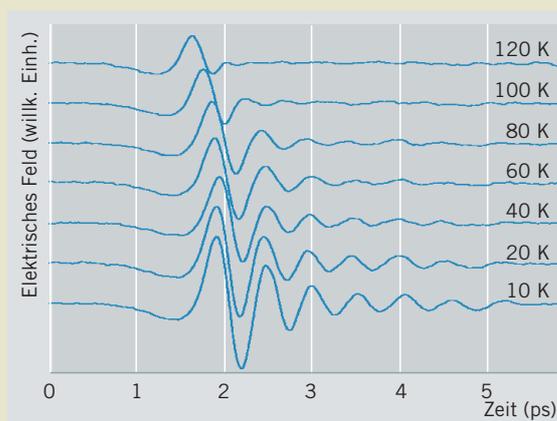


2 Messaufbau der THz-Emissions-Spektroskopie: Ein im Bild von links kommender gepulster Laserstrahl wird auf zwei Pfade aufgeteilt. Ein Teilstrahl dient der Anregung der Probe (des Übergitters), der andere Teilstrahl aktiviert eine fotoleitende Antenne, mit der die rot eingezeichnete THz-Strahlung aus der Probe detektiert wird.

nen nur um ihre Ruhelage herum vor und zurück laufen dürfen. Wir können diese oszillierende Bewegung, als Bloch-Oszillationen bekannt, mit Hilfe der THz-Emissions-Spektroskopie nachweisen **2**. Dabei verwendet man zunächst einen Femtosekunden-Laserimpuls, um Elektronen in das relevante Energieband anzuheben, sie also dort quasi zu »erzeugen«. Im elektrischen Feld beginnen die Elektronen nun ihre Vorwärts- und Rückwärts-Bewegung. Weil sie elektrische Ladung tragen und alle im Takt »tanzen«, strahlen sie elektromagnetische Strahlung ab, die wir mit einer fotoleitenden Antenne empfangen. Die Oszillationen klingen schnell ab, und es braucht tiefe Temperaturen, um sie deutlich sehen zu können **3**. Stöße der Elektronen untereinander und der Einfluss von Schwingungen der Kristallatome lassen die Elektronen außer Takt geraten. Es sind auch solche Störeffekte, die dann doch ermöglichen, dass die Elektronen zum elektrischen Kontakt wandern. Dies ist ein Glück für die Alltagswelt, denn sonst würden wir die Elek-

tronentechnik und Elektronik in der uns vertrauten Form nicht kennen, bestehen doch deren Materialien zumindest teilweise aus kristallinen, also periodisch geordneten Materialien, und mehr als die periodische Ordnung braucht es letztlich nicht für Bloch-Oszillationen. Ohne Stoßprozesse würden die Elektronen nur oszillierende Bewegungen vollführen, aber einen kontinuierlichen Stromfluss gäbe es nicht!

Das Verhalten von Elektronen in Halbleiter-Übergittern bietet noch viele Überraschungen. Zur Zeit studieren wir den Einfluss magnetischer Felder, die eigenartige Bewegungsformen der Elektronen hervorrufen. Des Weiteren versuchen wir, einen Übergitter-THz-Laser zu entwickeln; nicht praktischer Zwecke wegen, sondern um herauszufinden, ob die kuriose Vorhersage, dass ein solcher Laser ohne Verstärkung im herkömmlichen Sinne arbeiten könne, stimmt.



3 THz-Strahlung aus der Probe bei verschiedenen Proben-temperaturen: Die Anregung der Probe erfolgt unmittelbar vor dem Auftreten des Signalanstiegs der THz-Strahlung. Die Oszillationen der Strahlung stammen von der periodischen Bewegung der Elektronen im Übergitter. Mit zunehmender Temperatur klingen die Oszillationen immer schneller ab, weil es in der Probe immer mehr Stoßprozesse gibt, die die Elektronen außer Takt bringen.

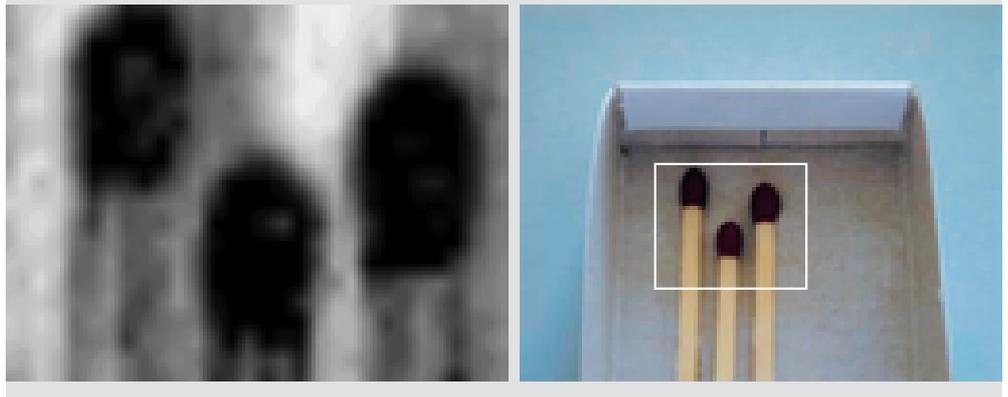
Strahlungserzeugung und -detektion basieren auf intensiven Laserimpulsen. Mit deren Hilfe ist es heute möglich, THz-Impulse mit einer Bandbreite zu erzeugen und zu detektieren, die weit in den infraroten Spektralbereich reicht.

Anwendungsmöglichkeiten der THz-Strahlung

Das Anwendungspotenzial von THz-Strahlung ist groß. In der Grundlagenforschung wird sie insbesondere dazu genutzt, die Eigenschaften von niederenergetischen Anregungen zu vermessen. Bei Molekülen sind dies beispielsweise Gerüstschwingungen und Drehschwingungen, bei Festkörpern Gitterschwingungen, Plasmaschwingungen und Supraleiter-Anregungen. In Verbindung mit ultrakurzen Laserimpulsen findet die THz-Spektroskopie Anwendung in der Anrege-/Abtast-Spektroskopie, die es erlaubt, die zeitliche Entwicklung von Anregungen zu untersuchen (siehe »THz-Emissions-Spektroskopie von Elektronen in Halbleiter-Übergittern«, Seite 46). Die Spektroskopie mit THz-Strahlung ist inzwischen in der Physik etabliert. Sie wird nun allmählich auch in anderen Naturwissenschaften, der pharmazeutischen und medizinischen Forschung und in den Ingenieurdisziplinen angewendet. Große Publizität hat die Aussicht auf praktische Anwendungen mit sich gebracht. So sind – außerhalb Deutschlands – die ersten Firmen entstanden, die die Tatsache kommerziell nutzen wollen, dass viele elektrisch nichtleitende Materialien wie Papier, Kunststoffe und Kompositmaterialien für THz-Strahlung durchlässig sind, also durchleuchtet werden können, um beispielsweise die Materialbeschaffenheit oder Grenzflächen zu analysieren. Darüber hinaus ist es möglich, wie mit Röntgenstrahlen auch in geschlossene Behälter und Verpackungen hineinzusehen **3**.

In Anlehnung an Röntgenstrahlen (englisch: X-Rays) hat die Terahertzstrahlung im englischen Sprachraum deshalb die Bezeichnung T-Rays (deutsch: Terawellen) gefunden. Es wird berichtet, dass ein Lebensmittelhersteller in den USA derzeit untersucht, ob THz-Strahlung nicht für die Kontrolle der korrekten Abfüllung von Lebensmittelpackungen eingesetzt

Durchleuchtung einer geschlossenen Streichholzschatel mit Terahertz-Strahlung



3 Links: Durch eine geschlossene Streichholzschatel hindurch mit Strahlung bei 0,5 THz aufgenommenes Transmissionsbild. Dunkle Farben bedeuten geringe THz-Durchlässigkeit. Rechts: Fotografie der offenen Streichholzschatel mit Darstellung des Bildausschnitts der THz-Aufnahme. Das THz-Bild wurde erzeugt, indem das Objekt mäanderförmig durch den Brennpunkt eines THz-Strahls bewegt wurde.

werden könne. Wieso wird hier keine Röntgenstrahlung eingesetzt? Der Grund hierfür liegt in der ionisierenden Wirkung und den sich daraus ergebenden möglichen gesundheitlichen Risiken der Röntgenstrahlung. Im Gegensatz zu dieser hat THz-Strahlung eine extrem niedrige Photonenenergie. Es besteht daher nicht die Gefahr, mit Hilfe von THz-Strahlung chemische Bindungen aufzubrechen und damit das untersuchte Material chemisch zu verändern. Da auch die Strahlleistung sehr niedrig ist – sie liegt im Nanowatt-Bereich –, erfolgt auch keine nennenswerte Erwärmung. Damit steht dem prinzipiellen Einsatz im Lebensmittelbereich nichts entgegen.

Noch Zukunftsmusik: Anwendung in der Biomedizin

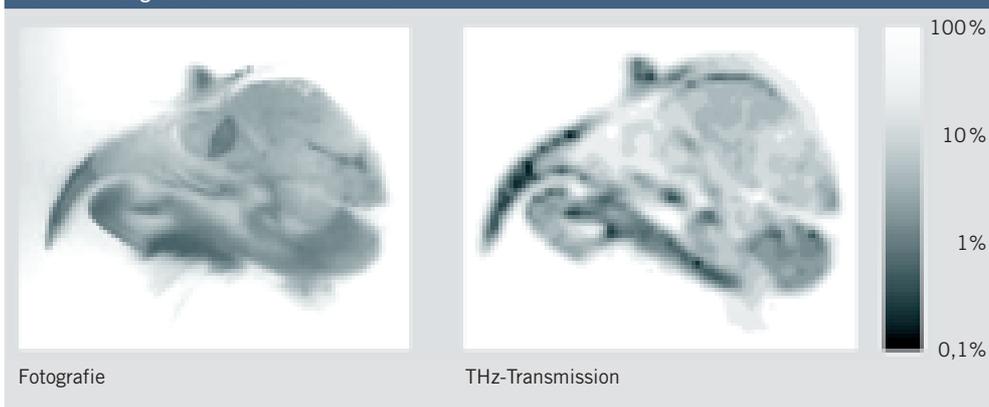
Aus diesen Gründen scheint die THz-Strahlung prädestiniert für Anwendungen im Bereich der Biomedizin zu sein. Leider sind hier aufgrund der starken Absorption durch das Wasser im Gewebe enge Grenzen gesetzt. Das Durchleuchten größerer Strecken von organischem, wasserhaltigem Material ist unmöglich. Allerdings sind Messungen an dünnen Proben ebenso möglich **4** wie Untersuchungen an Oberflächen und oberflächennahen Bereichen von Geweben. So wird zur Zeit in Großbritannien eine erste größere vorklinische Studie zur Diagnose von Hautkrebs durchgeführt. Auch Karies-Frühestadien in Zähnen wird man in Zukunft vielleicht mit Hilfe der THz-Reflektometrie identifizieren können. Spannend sind darüber hinaus Ansätze,

mit THz-Techniken die DNA-Analytik in der Gentechnologie zu verbessern oder neue Verfahren des Wirkstoff-Screenings in der Pharmazie zu entwickeln.

Vielversprechend: Berührungslose Sensorik und Anwendungen in den Materialwissenschaften

Näher an der praktischen Umsetzung dürften aber Anwendungen sein, die die radarähnlichen Eigenschaften der THz-Strahlung ausnutzen und auf Konzepte der Radartechnologie zurückgreifen können. THz-Strahlung hat eine viel kürzere Wellenlänge als die für Radar genutzte Hochfrequenzstrahlung. Sie ermöglicht damit eine bessere Ortsauflösung um den Preis einer geringeren Reichweite. THz-Strahlung eignet sich somit für die berührungslose hochauflösende Abtastung der Oberfläche von Objekten. Auf dieser Basis befassen wir uns beispielsweise mit der Analyse von Metalloberflächen. In Zusammenarbeit mit einem Wissenschaftler der Firma Nippon Steel, Japan, haben wir vor kurzem eine Methode gefunden, mit der millimetergroße, aber nur einige zehn Mikrometer tiefe beziehungsweise hohe Fabrikationsfehler an der Oberfläche von Walzstahl mit Hilfe von THz-Strahlung mit hoher Empfindlichkeit entdeckt werden können. Diese von Gas- oder Fremdstoffeinschlüssen herrührenden Oberflächendefekte müssen in der Produktion entdeckt werden, weil sie später die Angriffspunkte für Rost sein können. Versuche, Kameras, die mit sichtbarem Licht arbeiten, zu verwenden,

Durchleuchtung eines Gewebedünnschnitts



4 Die Abbildung zeigt die Transmission bei 1,0 THz durch einen drei Millimeter dicken Dünnschnitt eines dehydrierten Kanarienvogelkopfes eingebettet in Parafin-Wachs. Es handelt sich um eine archivierte Probe der Veterinärmedizin, Universität Gießen. Im Bild bedeuten dunkle Farben geringe THz-Durchlässigkeit. Das THz-Bild wurde erzeugt, indem das Objekt mäanderförmig durch den Brennpunkt eines THz-Strahls bewegt wurde.

scheiterten, weil die Stahloberflächen nach dem Walzprozess rau sind und das Licht stark streuen. Im Gegensatz dazu ist die THz-Strahlung blind für die Grundrauigkeit und »sieht« nur die Fabrikationsfehler der Werkstücke.

Eine andere Form der Materialanalyse, für die sich THz-Strahlung hervorragend eignet, ist die Durchleuchtung von Kunststoffen. In diesem Bereich findet sich auch der spektakulärste und kommerziell bisher größte Erfolg der praktischen Anwendung von THz-Strahlung. Er geht auf den Absturz des Space Shuttle Columbia der NASA (National Aeronautics and Space Administration) am 1. Februar 2003 zurück. Die wahrscheinlichste Ursache des Unglücks war Isolierschaum, der sich beim Start von den Booster-Raketen löste und mit hoher Geschwindigkeit auf den Flügel des Shuttles prallte. Dabei wurden offenbar Kacheln des Hitzschildes so stark geschädigt, dass das Shuttle beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre verglühte. In der Folgezeit suchte die NASA nach Methoden, mit denen die Verklebung des

Isolierschaums zuverlässig überprüft werden kann. Es zeigte sich, dass die Durchleuchtung der Isolations-schicht mit THz-Strahlung für die Fehleranalyse besonders gut geeignet ist. Auch in der immer wichtiger werdenden Sicherheitstechnik kann die THz-Forschung Beiträge liefern. So ist Kleidung im Gigahertzbereich und bei niedrigen THz-Frequenzen genügend transparent, um Waffen zu detektieren. Sogar bestimmte Sprengstoffe und Drogen in Briefen und Verpackungen lassen sich mit THz-Spektroskopie identifizieren.

Das Hauptproblem, mit dem die Anwendung von THz-Strahlung zu kämpfen hat, ist die geringe Strahlleistung. Die Ausgangsleistungen von kompakten THz-Quellen reichen nicht aus, um Objekte großflächig zu durchleuchten. THz-Bilder werden daher rasternd, Pixel für Pixel, aufgenommen, wenn man nicht auf sehr große, raumfüllende Maschinen zurückgreift.

In den letzten Jahren haben sich die Entwicklungen in der THz-Forschung aber sehr beschleunigt, was nicht zuletzt auf die zunehmende Kooperation über die Fachgrenzen

hinweg zurückzuführen ist. Bisheriger Höhepunkt und zugleich Anstoß für zahlreiche neue Aktivitäten war ein Durchbruch, den ein Forscherteam aus Pisa und Cambridge vor zwei Jahren erzielte: Ihnen gelang unter Verwendungen des so genannten Quantenkaskadenprinzips die Realisierung eines leistungsfähigen und kompakten THz-Halbleiterlasers. Obwohl solche Laser noch auf tiefe Temperaturen gekühlt werden müssen, um funktionstüchtig zu sein, besteht die Hoffnung, bald bei Raumtemperatur arbeiten zu können. Neben dem Quantenkaskadenlaser gibt es noch einige andere interessante Ansätze zur Erzeugung intensiver THz-Strahlung bei Raumtemperatur. Wir selbst verfolgen in enger Kooperation mit Kollegen der TU Darmstadt ein Mischkonzept, bei dem ein Hochleistungs-Halbleiterlaser auf zwei Farben läuft und diese Strahlung im Laser selbst durch Mischprozesse in THz-Strahlung konvertiert wird.

Der Zukunft kann man mit Spannung entgegen sehen. Die THz-Forschung und die daraus entstehenden Anwendungsmöglichkeiten haben heute einen Stand erreicht wie die Laserphysik und -technologie vor etwa 25 Jahren. In diesem Stadium bietet die THz-Forschung stimulierende Möglichkeiten gerade für das universitäre Umfeld, da Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Forschung noch Hand in Hand gehen und die Chance besteht, mit Erkenntnisfortschritten Türen zu neuen Anwendungen in den verschiedensten Disziplinen aufzustoßen. Ein englischer Kollege, der vor einigen Jahren neu zur THz-Forschung stieß und heute eine führende Rolle darin spielt, umschrieb diesen Reiz des Arbeitsgebiets mit den Worten: Hier bietet sich die einmalige Gelegenheit, an der Erschließung des letzten brachliegenden Bereichs des elektromagnetischen Spektrums teilzuhaben. ♦

Die Autoren

Prof. Dr. Hartmut Roskos studierte in Karlsruhe und München Physik. Nach der Promotion an der Technischen Universität München und Zwischenstationen bei den AT&T Bell Laboratories, USA, und der RWTH Aachen wurde er 1997 Professor für Physik in Frankfurt. Seine Arbeitsgruppe befasst sich neben der THz-Physik und -Technologie mit der Femtosekunden-Laserspektroskopie von Festkörpern.

Dr. Torsten Löffler studierte von 1990 bis 1996 Physik an der RWTH Aachen und der Universität Liverpool. Nach einer dreijährigen Industrietätigkeit promovierte er an der Universität Frankfurt über die Erzeugung von THz-Strahlung aus lasererzeugten Gasplasmen. Zur Zeit beschäftigt er sich als Post-Doktorand in der Arbeitsgruppe von Hartmut Roskos mit Anwendungen und Systemen der optoelektronischen THz-Technologie.

»Gehabte Schmerzen, die hab' ich gern«

Besonderheiten der Schmerztherapie

(Wilhelm Busch)



Schmerz ist ein Faktor, der Lebensqualität und Wohlbefinden beeinträchtigt. Schmerz ist aber auch ein sehr individuelles Erlebnis, das gerade Künstler immer wieder aufgreifen. Seit 1996 präsentieren zeitgenössische Künstler ihre eigenen Schmerzerfahrungen und -empfindungen im Rahmen der Thomapyrin »Schmerztransformation«. Hier das Bild »Kopfschmerz« von Corneille, Dezember 2003.

Schmerz ist eines der häufigsten Symptome einer lokalen Gewebsschädigung oder einer Krankheit und ist auch der Hauptgrund für einen Besuch beim Arzt. Zwar übt Schmerz, speziell akuter Schmerz, eine nützliche Warnfunktion aus, er kann aber auch, besonders wenn er chronisch wird, ohne physiologischen Nutzen selbst zur Krankheit werden. Die Gefahr einer Chronifizierung von Schmerzen besteht besonders dann, wenn Schmerz bei seinem ersten Auftreten nicht ausreichend behandelt wird.

Nach ihrer Ursache und Pathophysiologie können drei Schmerztypen unterschieden werden **1**: Der physiologische Nozizeptorschmerz entsteht als Warnsignal bei Einwirkung mechanischer, thermischer, chemischer oder elektrischer Reize auf gesundes Gewebe. Die Schmerzreaktion wird durch die Erregung sensorischer Nervenendigungen, der so genannten Nozizeptoren (»Schmerzrezeptoren«), ausgelöst und führt meist zu Reflexreaktionen, wie zum Beispiel das Wegziehen der Hand, um eine Gewebsschädigung zu vermeiden.

Der pathophysiologische Nozizeptorschmerz entsteht bei Gewe-

beschädigungen oder -entzündungen und kann sich als Ruheschmerz, Hyperalgesie (verstärkte Schmerzhaftigkeit auch sonst schon schmerzhafter Reize) oder Allodynie (Schmerzempfindlichkeit normalerweise nicht schmerzhafter Reize, wie zum Beispiel Berührungsschmerz bei Sonnenbrand) äußern.

Neuropathische Schmerzen entstehen, wenn Nerven durch Quetschung, Durchtrennung, Entzündung oder eine Stoffwechsellstörung, wie zum Beispiel Diabetes, geschädigt werden. Diese Schmerzen haben einen abnormalen Charakter und können lang anhaltend und sehr quälend sein. Wenn infolge von Chronifizierungsvorgängen der Schmerz seinen Warncharakter verloren hat, wird er pathologisch.

Pharmakologische Schmerztherapie

Für die pharmakologische Therapie von Schmerzzuständen werden im Wesentlichen zwei Gruppen von Analgetika eingesetzt:

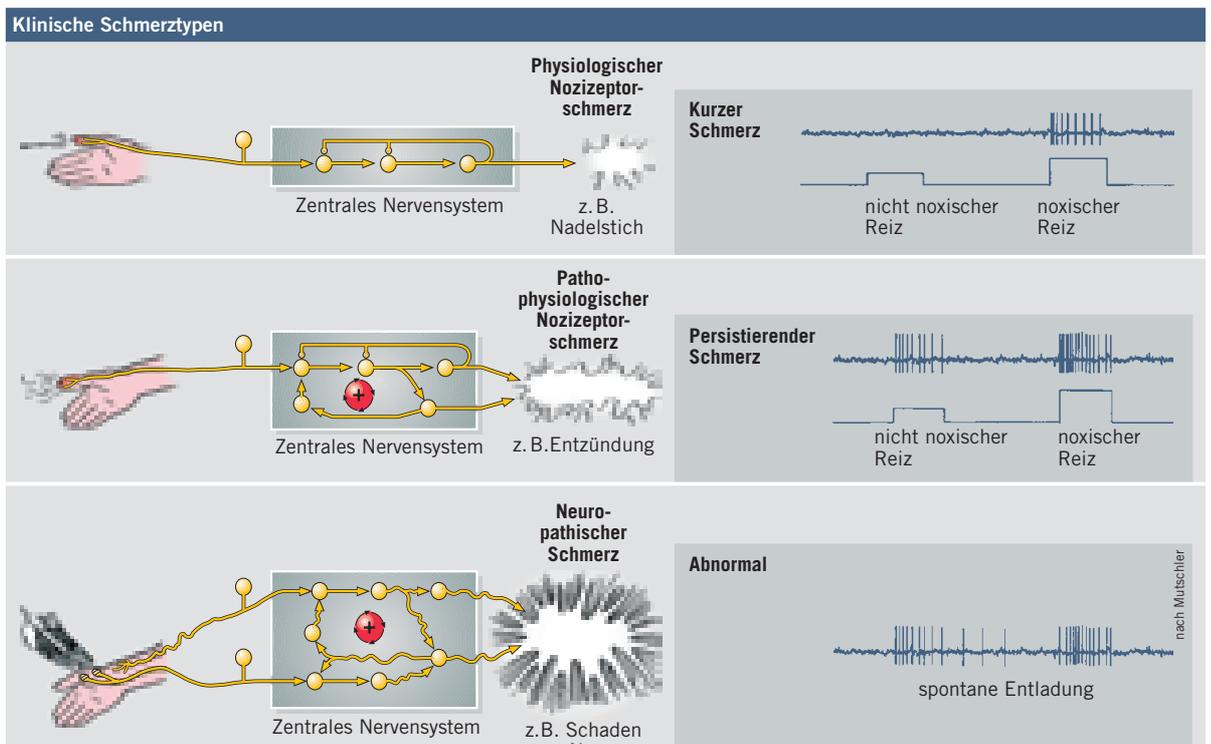
– Nicht-Opioid-Analgetika, die gleichzeitig fiebersenkende (antipyretische) und vielfach auch entzündungshemmende (antiphlogi-

stische) Eigenschaften besitzen und deshalb »Nicht-steroidale Antiphlogistika« (NSAIDs: non steroidal antiinflammatory drugs) genannt werden.

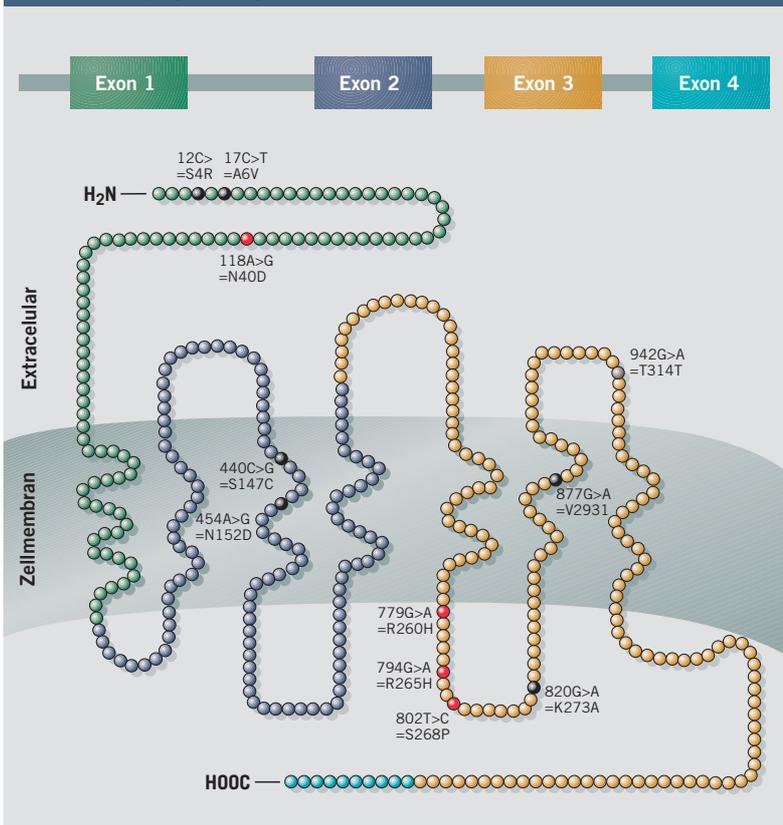
– Opioid-Analgetika, die an Opioidrezeptoren, vorzugsweise im zentralen Nervensystem, schmerzlindernd wirken.

Schmerzmittel gehören weltweit zu den am häufigsten eingesetzten Pharmaka. In Deutschland werden pro Jahr zirka 900 Millionen Tagesdosen NSAIDs und rund 140 Millionen Tagesdosen Opioide verordnet. Beide Substanzgruppen können jedoch mit prinzipiellen Problemen behaftet sein. NSAIDs sind zwar bei entzündlich bedingten Schmerzen sehr gut wirksam; sie können aber, besonders wenn sie über längere Zeit eingenommen werden müssen, zu schwerwiegenden Magen-Darm-Komplikationen führen. US-amerikanischen Daten zufolge sterben jedes Jahr mehr als 16 000 Patienten an Magen-Darm-Nebenwirkungen von herkömmlichen NSAIDs; in Deutschland, so Schätzungen, sind es pro Jahr etwa 1500 Patienten. Opioide wirken hervorragend analgetisch, sie können aber auch unerwünschte Reaktionen, wie zum Bei-

1 Einteilung klinischer Schmerztypen nach Ursache und Pathophysiologie.



Mutationen im μ -Opioidrezeptor



2 Mutationen im μ -Opioidrezeptor. Die Farben zeigen die von den vier Exonen des *OPRM1*-Gens koordinierten Rezeptorabschnitte an.

dann schlecht therapierbar. Opioidanalgetika, wie zum Beispiel Morphin, wirken – wenn sie rechtzeitig gegeben werden – der zentralen Sensibilisierung und damit der Ausbildung des Schmerzgedächtnisses entgegen. Allerdings reagieren Schmerzpatienten auf eine Therapie mit Morphin oder anderen Opioidanalgetika sehr unterschiedlich, wie die klinische Erfahrung zeigt.

Folgendes Fallbeispiel soll dies erläutern: Zwei Patienten mit chronischen Schmerzen wurden pro Tag mit 30 Milligramm eines Morphin-Retardpräparats behandelt. Bei beiden Patienten waren die schmerzlindernden (analgetischen) Wirkungen zufriedenstellend. Einer der Patienten wurde jedoch unter der Morphintherapie so schläfrig und apathisch, dass das Morphin abgesetzt werden musste. Der andere Patient berichtete über keine nennenswerten Nebenwirkungen. Welchen Grund gab es für die unterschiedliche Reaktion auf die Morphintherapie? Genauere Untersuchungen ergaben, dass die Konzentration von Morphin im Blutplasma bei beiden Patienten unmittelbar vor der geplanten Einnahme der nächsten Dosis sehr niedrig (10 beziehungsweise 12,3 ng/ml), die des ebenfalls wirksamen Morphin-Abbauprodukts Morphin-6-Glucuronid dagegen sehr hoch war; bei dem Patienten mit Nebenwirkungen jedoch nur etwa halb so hoch wie bei

spiel Müdigkeit und Benommenheit, Verstopfung oder Atemdepression verursachen.

Schmerzen frühzeitig behandeln

Die wiederholte Reizung von Schmerzrezeptoren führt zu deren Sensibilisierung (periphere Sensibi-

lisierung) und zu Veränderungen im Rückenmark (zentrale Sensibilisierung). Werden die Mechanismen der Sensibilisierung nicht frühzeitig durch eine adäquate Schmerztherapie unterbrochen, können Schmerzen chronifizieren, und es kann sich ein so genanntes Schmerzgedächtnis ausbilden. Der Schmerz wird

dem ohne Nebenwirkungen (436 ng/ml beziehungsweise 804 ng/ml). Ursache dieser hohen Morphin-6-Glucuronid-Konzentrationen war bei beiden Patienten eine verminderte Nierenfunktion, in deren Folge sich das normalerweise über die Niere ausgeschiedene Morphin-6-Glucuronid im Körper anhäufte. Trotzdem verursachten die hohen Morphin-6-Glucuronid-Konzentrationen nur bei einem der beiden Patienten Nebenwirkungen. Warum? Genetische Untersuchungen zeigten, dass der Patient ohne Nebenwirkungen eine Mutation des μ -Opioidrezeptors hatte, während der Patient mit Nebenwirkungen diese spezielle Mutation nicht aufwies. Der μ -Opioidrezeptor ist der Hauptangriffspunkt von Opioidanalgetika wie Morphin und Morphin-6-Glucuronid **2**. Möglicherweise schützt die Mutation den Patienten vor zu starken Nebenwirkungen einer Morphinthherapie. Diese und andere pharmakogenetische Modulatoren der klinischen Wirkung von Opioiden wie Morphin, Morphin-6-Glucuronid, Methadon und Alfentanil werden am Institut für Klinische Pharmakologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität untersucht. Zu den zurzeit untersuchten Genen gehören unter anderem 26 Mutationen des μ -Opioidrezeptor-Gens sowie Gene, die die Transportproteine kodieren, die die Opioidmoleküle im Körper verteilen oder aus dem Nervensystem beziehungsweise dem Körper insgesamt eliminieren. Dazu kommen Gene, die Enzyme kodieren, die Opioidmoleküle verstoffwechseln, sowie Gene, die Strukturen kodieren, die an der Schmerzempfindlichkeit (Nozizeption) oder -verarbeitung beteiligt sind.

Ergänzt werden diese genetischen Techniken mit Methoden, die Aussagen über die Wirkungen von Opioiden sowie über deren Verstoffwechslung zulassen, so dass Pharmakokinetik (Zeitverlauf der Konzentrationen eines Arzneistoffs im Organismus), Pharmakogenetik (Auswirkungen der Erbsubstanz auf die Wirkungen eines Arzneistoffs) und Pharmakodynamik (spezifische Wirkung von Arzneimitteln und Giften) des applizierten Opioids detailliert charakterisiert werden können **3**. Damit rückt das Ziel näher, jedem Patienten eine auf ihn speziell zugeschnittene Schmerztherapie zu verabreichen.

3 Mit Hilfe von genetischen Techniken und Methoden, die Aussagen über die Wirkungen von Opioiden sowie über deren Verstoffwechslung zulassen, kann die Pharmakokinetik, Pharmakogenetik und Pharmakodynamik des applizierten Opioids detailliert erfasst werden.

Methoden zum Nachweis der individuellen Wirkung von Opioiden

- Erfassung der Wirkung von Opioiden am Menschen (Pharmakodynamik)
 - Schmerzkorrelierte evozierte Potenziale zur Quantifizierung der anti-nozizeptiven Wirkung von Opioiden
 - Elektrischer experimenteller Schmerz, bestehend aus harmlosen Reizen einer Stromstärke bis zu 20 Milli-Ampère
 - Pupillendurchmesser als verlässlicher Surrogatparameter der zentralnervösen Opioidwirkung
 - Atemantwort auf langsam ansteigende CO₂-Konzentration in der Atemluft als Maß der atemdepressiven Wirkung von Opioiden
- Bestimmung der Plasmakonzentrationen durch LC-MS/MS (Liquid chromatography tandem mass-spectrometry) (Pharmakokinetik)
- Genetik der für die Wirkung von Opioiden relevanten Zielstrukturen wie Enzyme, Transporter und Rezeptoren (Pharmakogenetik)
 - Genotypisierung
 - Zelluläre Mechanismen der Auswirkung von Mutationen
- Identifizierung und Quantifizierung der Einflussfaktoren mit Hilfe von Differentialgleichungssystemen und multivariater nichtlinearer Regressionsanalyse
- Untersuchung der gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich ihrer klinischen Relevanz

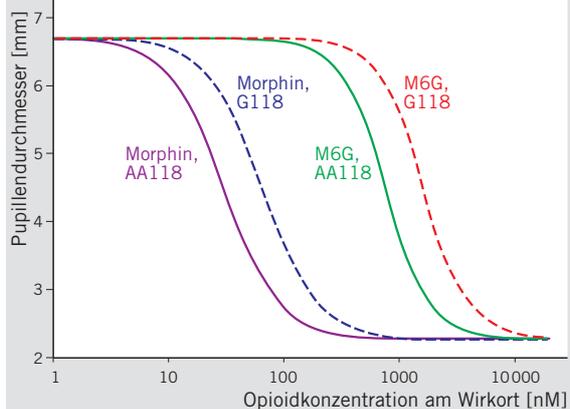
Konsequenzen von Mutationen des μ -Opioidrezeptors

Mutationen des μ -Opioidrezeptors können sich auf die Wirksamkeit (Potenz) oder auf die maximale Wirkstärke von Opioiden auswirken. Bei verminderter Potenz ist die Konzentrations-Wirkungskurve nach rechts verschoben. Das heißt, es müssen mehr Opioidmoleküle in den Geweben, die die Opioidrezeptoren enthalten, vorliegen, um die gleiche Wirkung zu erzeugen wie an nicht-mutierten Rezeptoren **4**. Dies könnte klinisch einerseits bedeuten, dass Schmerzpatienten mit der Mutation im μ -Opioidrezeptor schlechter mit Opioiden therapierbar sind, weil sich keine ausreichende Schmerzstillung erzeugen lässt.

Es könnte aber auch bedeuten, dass bei diesen Patienten weniger Nebenwirkungen einer Opioidtherapie auftreten. Zur Klärung dieses Sachverhalts konnten wir zeigen, dass sich bei Trägern einer Mutation im μ -Opioidrezeptor eine ausreichende Analgesie (Schmerzstillung) erzeugen lässt, dazu jedoch höhere Opioid-Dosen erforderlich sind. Trotz dieser höheren Opioid-Dosen hatten die Träger der Mutation jedoch signifikant weniger Nebenwirkungen. Das heißt also, Mutationen im μ -Opioidrezeptor können den Patienten vor Opioidnebenwirkungen schützen, ohne dass sie eine ausreichende analgetische Therapie verhindern. Damit ist auch geklärt, warum bei den beschriebenen Patienten der

4 Die Verminderung der Opioidpotenz äußert sich in einer Rechtsverschiebung der sigmoidalen Konzentrations-Wirkungs-Beziehung.

Methoden zum Nachweis der individuellen Wirkung von Opioiden



Träger der Mutation des μ -Opioidrezeptors hohe Plasmakonzentrationen von Morphin-6-Glucuronid verfrühen, während der Patient ohne diese spezielle Mutation über Nebenwirkungen berichtete – beide Patienten jedoch eine ausreichende Analgesie unter der Morphintherapie hatten.

Genetische Polymorphismen können somit einen Teil der individuell unterschiedlichen Schmerztherapierbarkeit von Patienten erklären. Weitere Erkenntnisse in diesem Bereich können in Zukunft dazu beitragen, dass eine Opioid-Therapie besser individualisiert werden kann, um den Behandlungserfolg zu verbessern und Nebenwirkungen

zu vermindern. Die systematische Untersuchung derartiger genetischer Faktoren zielt auf die Identifizierung von klinisch relevanten Parametern, die eine Optimierung der Schmerztherapie beeinflussen.

Neue »Targets« für die Schmerztherapie

Der Schmerzmittelmarkt ist ein Wachstumsmarkt. Einem Bericht aus »Nature Reviews Drug Discovery« (Vol. 2, März 2003, S. 176) zufolge wurden im Jahr 2001 weltweit zirka 25 Milliarden US-Dollar mit Analgetika umgesetzt. Im Jahr 2005, so wird erwartet, werden es 32,9 Milliarden US-Dollar sein, und 2010 soll der Umsatz rund 41,5 Milliarden US-Dollar betragen. Die Probleme, die die zurzeit eingesetzten Schmerzmittel besonders bei längerer Anwendung mit sich bringen, wurden bereits beschrieben. So ist zum Beispiel bei der Osteoarthritis das Hauptsymptom, weshalb die Patienten ihren Arzt aufsuchen, der Schmerz. Die Osteoarthritis ist die häufigste chronisch degenerative Gelenkerkrankung, an der weltweit etwa 500 Millionen Patienten leiden. Die pharmakologischen Behandlungsmöglichkeiten des Hauptsymptoms Schmerz sind gegenwärtig unzureichend, weil die zur Verfügung stehenden Mittel entweder eine zu geringe schmerzlindernde Wirkung haben oder bei chronischer Anwendung häufig ernste Nebenwirkungen auslösen. Im Rahmen der *Frankfurter Schmerzplattform* ist deshalb ein weiterer Arbeitsschwerpunkt des Instituts für Klinische Pharmakologie die Erforschung von analgetisch wirksamen Substanzen bei der Osteoarthritis. Die Frankfurter Schmerzplattform ist eine seit dem Jahr 2001 beste-

hende bilaterale Kooperation zwischen dem Pharmaunternehmen Aventis und dem *pharmazentrum frankfurt* der Universität. In Bezug auf die Entwicklung neuer Wirkprinzipien wurden bereits erste gemeinsame richtungsweisende Publikationen veröffentlicht. Eingebettet sind diese Forschungsaktivitäten in das universitäre Forschungszentrum für Arzneimittel-Forschung, -Entwicklung und -Sicherheit, kurz ZAFES genannt. Der Weg zu einem innovativen Arzneimittel ist komplex. Er verläuft von der Suche nach einem geeigneten Wirkstoff über die Testung einer Entwicklungssubstanz in präklinischen und klinischen Studien bis hin zur Marktzulassung und dauert im Durchschnitt zehn bis 15 Jahre. Nahezu diese gesamte Wertschöpfungskette einer Arzneimittelentwicklung wird an der Universität Frankfurt über das ZAFES funktionsübergreifend und projektorientiert verknüpft. So können komplexe Problemstellungen effizient gelöst werden, die eine Institution allein nicht bewältigen könnte – zum Nutzen von Hochschule, Industrie und Biotechnologie. ZAFES ist eine logische Weiterentwicklung bisheriger Aktivitäten und Kooperationen innerhalb der Universität Frankfurt sowie mit Industriepartnern. Und es ist eine von drei neuen Säulen, die das Denker-Cluster der Rhein-Main-Region in Sachen innovative Arzneimittel tragen sollen. Die anderen beiden sind das Frankfurter Innovationszentrum Biotechnologie (FIZ, www.zafes.de/partner/index-fiz.html) sowie das im ZAFES integrierte Klinische Studienzentrum Rhein-Main (www.zafes.de/partner/index-klinisches-studienzentrum.html). ◆



Die Autoren

Professor Dr. Dr. Gerd Geißlinger ist seit 1999 Direktor des Instituts für Klinische Pharmakologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Er ist Geschäftsführender Direktor des *pharmazentrum frankfurt* und Sprecher des ZAFES-Vorstands. Wissenschaftlich beschäftigt er sich hauptsächlich mit der Neurobiologie und -pharmakologie des Schmerzes und der Entzündung.

Privatdozent Dr. Jörn Lötsch ist Facharzt für Klinische Pharmakologie und leitet am Institut für Klinische Pharmakologie des Frankfurter Universitätsklinikums eine Arbeitsgruppe mit dem Schwerpunkt Wirkungen und Pharmakogenetik von Analgetika. Zwischen 1992 und 1998 war Lötsch an der Universität Erlangen tätig, bevor er nach einem einjährigen Studienaufenthalt an der Stanford University in den USA 1999 nach Frankfurt kam, wo er sich im Jahre 2001 im Fach Klinische Pharmakologie habilitierte.

Literatur

Lötsch J., Skarke C., Grösch S., Darimont J., Schmidt H. and Geisslinger G. The polymorphism A118G of the human mu-opioid receptor gene decreases the clinical activity of morphine-6-glucuronide but not that of morphine. <i>Pharmacogenetics</i> Jan. 2002; 12(1): S. 3–9.	Lötsch J., Zimmermann M., Darimont J., Marx C., Dudziak R., Skarke C. and Geisslinger G. Does the A118G polymorphism of the mu-opioid receptor gene protect against morphine-6-glucuronide toxicity? <i>Anesthesiology</i> 2002; 97(4): S. 814–819.	Skarke C., Kirshhof A., Geisslinger G. and Lötsch J. Comprehensive mu-opioid-receptor genotyping by pyrosequencing. <i>Clin. Chem.</i> March 2004; 50(3): S. 640–4.	Tegeder I., Niederberger E., Schmidt R., Kunz S., Gühring H., Ritzler O., Michaelis M., Geisslinger G.	Specific inhibition of I-kappaB kinase (IKK) reduces hyperalgesia in inflammatory and neuropathic pain models in rats. <i>J Neurosci</i> 2004; 24(7): S. 1637–45.	Kunz S., Niederberger E., Ehnert C., Coste O., Pfenniger A., Kruip J., Wendrich T.M., Schmidtko A., Tegeder I., Geisslinger G. The calpain inhibitor MDL 28170 prevents inflammation-induced neurofilament light chain (NFL) breakdown in the spinal cord and reduces thermal hyperalgesia. <i>Pain</i> 2004 (in press).	Tegeder I., Del Turco D., Schmidtko A., Sausbier M., Feil R., Hofmann F., Deller T., Ruth P., Geisslinger G. Reduced inflammatory hyperalgesia with preservation of acute thermal nociception in mice lacking cGMP-dependent protein kinase I. <i>Proc. Natl. Acad. Sci. USA</i> , March 2, 2004; 101(9): S. 3253–7.
---	---	---	--	---	--	--

Virtuelle Börsen im Marketing

Wie Erkenntnisse aus der Finanzmarktforschung Marketingprobleme lösen können

Das Parkett hat längst ausgedient, an die digitale Börse und ihre Spielregeln haben sich Broker und Analysten inzwischen gewöhnt. Doch die Börse und ihre Platzierung im Internet stimuliert zu weiteren spannenden Anwendungsideen: Mit der virtuellen Börse lassen sich nicht nur Wahlergebnisse mit einer hohen Trefferquote prognostizieren; sie könnte auch eine Rolle spielen, wenn es darum geht, politische Risiken abzuschätzen. Darüber hinaus beleuchtet unser Team, welches Potenzial virtuelle Börsen als innovative und kostengünstige Alternative zu traditionellen Methoden der Marktfor-

schung in sich bergen. In einer Volkswirtschaft haben Märkte die Aufgabe, knappe Ressourcen ihrer optimalen Verwendung zuzuführen. Im Idealzustand bieten dabei die Marktpreise das korrekte und ausreichende Signal für die ökonomischen Entscheidungen der Marktteilnehmer. Das heißt: Die Preise spiegeln die relevanten Informationen im Markt wider. Folglich können auf dem Kapitalmarkt in diesem Idealzustand Unternehmen Investitionsentscheidungen und Investoren Anlageentscheidungen nur auf Basis der Preise für Wertpapiere treffen. Dieser Idealzustand eines Kapitalmarkts wird als »Informationseffizienz« bezeichnet ^{1/1}.

Ein informationseffizienter Kapitalmarkt ist dadurch gekennzeichnet, dass Aktienpreise jederzeit alle verfügbaren Informationen korrekt widerspiegeln: Alle Marktteilnehmer reagieren mit entsprechenden Handlungsentscheidungen ohne zeitliche Verzögerung auf neue Informationen. Gehandelte Wertpapiere wie Aktien verbriefen dabei

einen zustandsabhängigen Restanspruch auf die Vermögenswerte des Unternehmens. Daher reflektiert der Aktienkurs die zukünftigen Gewinnerwartungen des Unternehmens.

Die theoretische Begründung für die Informationseffizienz liefert die vom Nobelpreisträger Friedrich August von Hayek aufgestellte Hypothese, dass durch den Wettbewerb auf einem Markt die unterschiedlich verteilten Informationen der Marktteilnehmer am effizientesten aggregiert werden können ^{1/2}. Dabei übernimmt der Preismechanismus auf einem Markt diese Aggregationsfunktion und kann auch im Extremfall, in dem jeder Marktteilnehmer nur seine privaten Informationen kennt, informationseffiziente Preise erzielen. Die Handlungen aller Marktteilnehmer beeinflussen dann den Preis, so dass der Preis alle Informationen reflektiert.

Was sind virtuelle Börsen?

Wir definieren virtuelle Börsen (»Virtual Stock Markets«) als Aktienmärkte, die in einer virtuellen Umgebung realisiert werden, ohne signifikante Finanzbeträge einsetzen zu können. Basierend auf der Effizienztheorie der Märkte besteht die Grundidee einer virtuellen Börse darin, die Erwartungen bezüglich zukünftiger Marktzustände handelbar zu machen, indem sie als »virtuelle Aktien« dargestellt werden. Eine bestimmte virtuelle Aktie beschreibt dabei einen zukünftigen Marktzustand, beispielsweise den Absatz eines spezifischen Produkts im nächsten Monat.

Da der Endwert einer virtuellen Aktie – analog zu den Gewinnerwartungen an den Kapitalmärkten – von dem tatsächlichen Wert des zukünftigen Marktzustands abhängt, bilden die Teilnehmer an einer virtuellen Börse Wertschätzungen für Aktien, die ihren Erwartungen über den zukünftigen Marktzustand entsprechen. Durch diesen Zusammenhang kann aus dem Marktpreis für die virtuelle Aktie die Prognose des zukünftigen Markt-



da dieser Preis die aggregierten Erwartungen der Börsenteilnehmer widerspiegelt.

Wahlforschung und Prognose zu politischen Risiken mit »Political Stock Markets«

Virtuelle Börsen sind als so genannte Wahlbörsen (»political stock markets«) bereits im Jahr 1988 in der politischen Wahlforschung eingesetzt worden und haben sich dort als eine Möglichkeit zur Prognose von Wahlergebnissen bewährt ^{1/3/14/15/}. Auf diesen Wahlbörsen werden Kandidaten- oder Parteiaktien gehandelt (zum Beispiel »Bush« und »Dukakis«), deren Auszahlung der Wahlerfolg des Kandidaten bestimmt und deren Preis eine Erfolgsprognose bei einer Wahl widerspiegeln soll. Die Endauszahlung für die Aktie »Bush« betrug 1988 bei einem Stimmenanteil von 52 Prozent beispielsweise 0,52 Cent, und dementsprechend für »Dukakis« 0,48 Cent. Die Ergebnisse solcher Wahlbörsen sind viel versprechend, da sie sich häufig durch eine bessere Prognosegüte als professionelle Umfragen oder Experteneinschätzungen ausgezeichnet haben ^{14/}. Neben den politischen Wahlbörsen finden sich heute im Internet zahlreiche weitere virtuelle Börsen aus den Bereichen Sport, Entertainment oder Wissenschaft.



Wie funktionieren virtuelle Börsen?

1

Ein Börsenteilnehmer glaubt, dass die CDU bei der nächsten Wahl 45% und die FDP 9,6% erreichen wird.

CDU 45,0%
FDP 9,6%



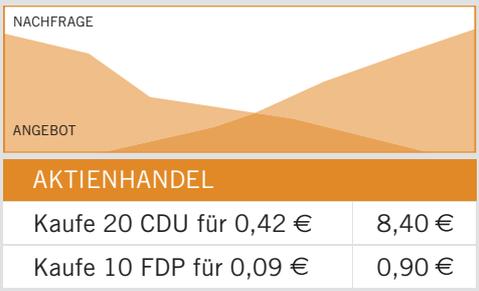
2

Die aktuellen Kurse für die CDU und die FDP liegen unterhalb des erwarteten Wertes.

AKTUELLER KURS	
CDU	42,0%
SPD	32,5%
Grüne	11,1%
FDP	9,0%
Andere	

3

Deshalb ordert der Teilnehmer 20 CDU-Aktien und 10 FDP-Aktien zum aktuellen Kurs. Aufgrund der erhöhten Nachfrage steigt der Kurs der Aktien.



4

Kurz vor dem Ende der tatsächlichen Wahl endet die virtuelle Börse. Das vorläufige amtliche Endergebnis lautet: (Hessenwahl 2003)

ERGEBNIS	
CDU	48,8%
SPD	29,1%
Grüne	10,1%
FDP	7,9%
Andere	4,1%

AUSSCHÜTTUNG			
CDU	20 x 0,488 €	9,76 €	↑1,36 €
SPD	0 x 0,291 €		
Grüne	0 x 0,101 €		
FDP	10 x 0,079 €	0,79 €	↓0,11 €
Andere	0 x 0,041 €		

5

Dem Teilnehmer wird sein Portfolio ausgezahlt. Mit der CDU-Aktie konnte er Gewinn machen; bei der FDP hat er leider verloren, weil der Wahlausgang schlechter war als sein Einkaufspreis.

läufig gestoppt. Dennoch kann dieser Versuch als ein deutlicher Indikator dafür gewertet werden, dass selbst das Pentagon Vorteile beim Einsatz virtueller Börsen sieht.

Warum funktionieren virtuelle Börsen?

Teilnehmer einer virtuellen Börse leiten aus ihren individuellen Einschätzungen, wie sich der zukünftige Marktzustand ausprägt, eine individuelle Erwartung über die Auszahlung der virtuellen Aktien ab. So können sie ihre erwartete Aktienauszahlung mit den aggregierten Erwartungen der virtuellen Börse vergleichen. Auf diese Weise können Teilnehmer ihre individuellen Einschätzungen handeln. Beispielsweise kann ein Teilnehmer einer virtuellen Börse für ein bestimmtes Produkt, wie ein Automodell, einen Absatz von 100 000 Einheiten im nächsten Quartal erwarten. Die Auszahlung einer Aktie würde folglich 100 Euro entsprechen, falls je abgesetztem Auto eine Auszahlung von 0,001 Euro erfolgt (100 Euro = 100 000 Einheiten x 0,001 Euro pro Einheit). Im Falle eines aktuellen Preises von 95 Euro (105 Euro) entspricht das 95 000 (105 000) Absatzeinheiten, so dass diese Aktie nach Einschätzung des Teilnehmers unterbewertet (überbewertet) wäre. Dieser könnte folglich durch Kauf (Verkauf) von Aktien versuchen, einen erwarteten Gewinn von 5 Euro pro Aktie zu erzielen.

Teilnehmer offenbaren mit ihren Handelstransaktionen ihre wahre Einschätzung der zukünftigen Marktzustände. Dies wird bei virtuellen Börsen dadurch erreicht, dass Anreize gesetzt werden, die Teilnehmer für die Abgabe wahrheitsgemäßer Einschätzungen und damit der besten Prognosen belohnen. Als Anreizinstrumente können der Einsatz von kleinen Geldbeträgen oder Sachgeschenke und Gutscheine dienen. Zudem ist der persönliche Ehrgeiz im Wettbewerb der Teilnehmer eine Triebkraft, um an der virtuellen Börse gut agieren zu wollen.

Die Verlässlichkeit der Prognose hängt nicht davon ab, ob die Auswahl der Teilnehmer repräsentativ ist, das zeigen sowohl Untersuchungen virtueller Börsen zu Wahlen als auch zu Konsummärkten. Denn im Unterschied zu Umfragen lassen Teilnehmer nicht ihre individuellen Präferenzen erkennen, sondern

Funktionsweise einer virtuellen Börsen am Beispiel einer Wahlbörse.

Den größten Presserummel hat aber zweifelsohne das vom amerikanischen Verteidigungsministerium im August 2003 propagierte Projekt einer virtuellen Börse zur Prognose politischer Risiken ausgelöst. Dabei sollten an dem »Policy Analy-

sis Market« neben politischen Stabilitätsindizes auch die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen wie beispielsweise eines Staatsstreichs in bestimmten Ländern gehandelt werden. Aufgrund starker politischer Kritik wurde das Projekt zwar vor-

Literatur

^{1/1} Fama, Eugene F. (1970), Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, Journal of Finance, 25, S. 383–417.

^{2/2} Hayek, Friedrich August von (1945), The Use of Knowledge in Society, American Economic Review, 35, S. 519–30.

^{3/3} Forsythe, Robert / Nelson, Forrest / Neumann, George R. / Wright, Jack (1992), Anatomy of an Experimental Political Stock Market, American Economic Review, 82, S. 1142–1161.

^{4/4} Forsythe, Robert / Rietz, Thomas A. / Ross, Thomas W. (1999), Wishes, Expectations and Actions: A Survey on Price Formation in Election Stock Markets, Journal of Economic Behavior & Organization, 39, S. 83–110.

^{5/5} Nelson, Forrest / Tietz, Reinhard (2002), Expectations and Rational Actions in an Experimental Financial Market, Bolle, Friedel / Lehmann-Waffenschmidt, Marco (Hrsg.), Surveys in Experimental Economics, Bargaining, Cooperation and Election Stock Markets, Heidelberg, S. 193–227.

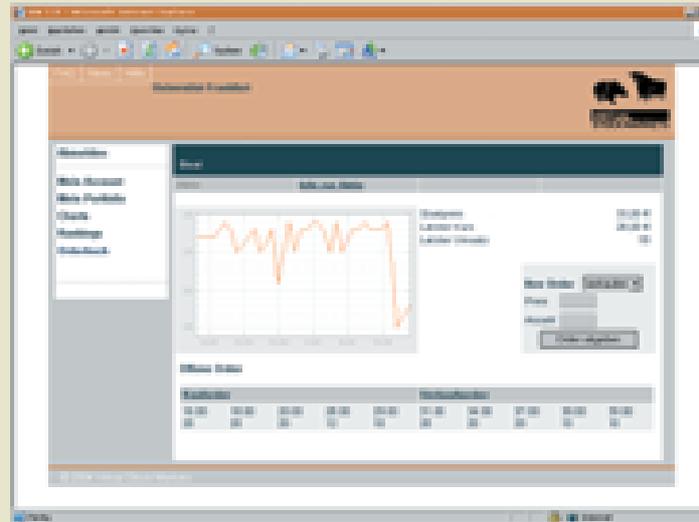
DFG-Projekt »Internetbasierte virtuelle Börsen«

Erste Erkenntnisse zum Einsatz virtueller Börsen im Marketing sammelte Dr. Martin Spann, der im Team von Prof. Dr. Bernd Skiera forscht. Er beschäftigte sich in seiner Dissertation insbesondere mit Absatzprognosen und führte dazu empirische Projekte mit Unternehmenspartnern wie UCI Kinowelt, T-Mobile und Sony Music durch¹⁹⁾. Dafür wurde er mit dem Dissertationspreis der Industrie- und Handelskammer Frankfurt am Main 2003 und dem Erich-Gutenberg-Preis 2003 ausgezeichnet.

Um dieses Potenzial virtueller Börsen weiter auszuschöpfen, wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) das Projekt »Marktforschung durch Informationsgewinnung auf internetbasierten virtuellen Börsen« finanziert, das weitere Einsatzmöglichkeiten der Informationsgewin-

nung durch virtuelle Börsen in der Betriebswirtschaftslehre erforscht und mit Hilfe einer neu entwickelten Software-Lösung empirisch überprüft. Zurzeit werden Experimente zur Erfolgsprognose von Neuproduktkonzepten durchgeführt. Anwendungen zur Generierung und Bewertung von Ideen sind in Vorbereitung.

Um sehr unterschiedliche Experimente in virtuellen Börsen durchzuführen, müssen internetbasierte Börsen mit einer flexiblen und erweiterungsfähigen Software installiert werden. Für die Architektur der auf Microsoft.NET basierten Plattform sind eine Vielzahl von Designmöglichkeiten und -variablen zu berücksichtigen und empirisch zu überprüfen. Bei der Entwicklung der Software wird deshalb großer Wert auf die flexible Anpassbarkeit gelegt: Neben der Mehrsprachigkeit wird die Software auch verschiede-



ne, gleichzeitig handelnde Benutzergruppen und unterschiedliche Marktmechanismen unterstützen. In einer weiteren Stufe soll die gemeinsame, weltweite Nutzung der Plattform von mehreren Forschern ermöglicht werden.

Virtuelle-Börsen-Software (www.vsm-demo.com): Benutzeroberfläche der Software im Handelsmodul. Sie kann für alle Fragestellungen eingesetzt werden.

handeln nach ihren Einschätzungen des Wahlausgangs und der allgemeinen Marktentwicklung.

Anwendungsbereiche im Marketing

Seit Ende der 1990er Jahre setzt unsere Arbeitsgruppe die Idee der Wahlbörsen auch bei betriebswirtschaftlich geprägten Fragestellungen ein, beispielsweise zur Prognose von Absatzzahlen^{16/17/18/19)}. Im Marketing bietet sich der Einsatz von virtuellen Börsen neben der Absatzprognose insbesondere an, um die Entwicklung neuer Produkte zu unterstützen. Dies ist für den Erfolg eines Unternehmens ein entscheidender Bereich, da immer kürzer werdende Lebenszyklen von Produkten es zwingend notwendig machen, dass kontinuierlich neue Produkte kreiert werden. Trotz hoher Investitionen in die Innovationsforschung liegen die Misserfolgsquoten bei Einführung neuer Produkte oftmals zwischen 50 und 70 Prozent¹⁷⁾.

Virtuelle Börsen können an mehreren Stellen dieses Prozesses wichtige Informationen für das Innovationsmanagement liefern: Der Preismechanismus einer virtuellen Börse bietet den Vorteil gegenüber anderen Marktforschungsverfahren, dass dabei unterschiedliche In-

formationen und interdisziplinäre Meinungen der Beteiligten durch den Marktmechanismus und damit vergleichsweise objektiv aggregiert werden. Bei Befragungen oder Expertenurteilen ist dagegen eine subjektive Gewichtung der einzelnen Urteile, zum Beispiel hinsichtlich der Erfolgswahrscheinlichkeit eines Neuprodukts, notwendig.

Außerdem ist die Teilnahme an einer virtuellen Börse für Experten und Konsumenten vermutlich attraktiver und stimuliert neue Ideen eher als das Ausfüllen eines Fragebogens. Bedürfnisse und Präferenzen für Neuprodukte, die Kunden selbst generieren, können sie an einer virtuellen Börse einbringen und

bewerten lassen. So können innovative Kunden, so genannte »Lead User«, identifiziert und später gebeten werden, die Entwicklung neuer Produkte zu unterstützen. Kurz vor der Produkteinführung können über die virtuelle Börse Absatzzahlen und Marktanteile prognostiziert werden, so dass Informationen für Marketing- oder Vertriebsmaßnahmen gewinnbar sind. Auch wenn es in Unternehmen darum geht, abteilungsübergreifend Ideen auszuwählen und zu bewerten, lässt sich die virtuelle Börse hervorragend einsetzen, um Experten eindeutig zu identifizieren¹⁹⁾. ♦

Weitere Informationen unter www.virtualstockmarkets.com



Die Autoren

Prof. Dr. Bernd Skiera ist seit 1999 Inhaber der Professur für Electronic Commerce. Seine Forschungsschwerpunkte sind neben virtuellen Börsen Preisgestaltung in digitalen Welten und Customer Management. Er ist Co-Projektleiter dieses DFG-Projekts, im Vorstand des »E-Finance-Lab« tätig und Sprecher des vom BMBF geförderten Forschungsschwerpunkts »PREMIUM: Preis- und Erlösmodelle im Internet – Umsetzung und Marktchancen«.

Dr. Martin Spann ist wissenschaftlicher Assistent an der Professur für Electronic Commerce. Er promovierte über »Virtuelle Börsen als Instrument zur Marktforschung« und beschäftigt sich in seiner Habilitation mit dem Thema »Online Pricing«. Er ist Co-Projektleiter dieses DFG-Projekts und Leiter des im Forschungsschwerpunkt »PREMIUM« angesiedelten Projekts »Reverse Pricing«.

Christoph Kepper, Diplom-Medienwirt (FH), und Arina Soukhoroukova, Diplom-Kauffrau, sind seit Oktober 2003 Mitarbeiter am DFG-Projekt und beschäftigen sich mit dem Einsatz virtueller Börsen, insbesondere zur Neuproduktentwicklung und Ideen-generierung sowie mit der Entwicklung einer flexiblen Software-Plattform.

Der Unibator – Eine akademische Brutstätte für Innovatives

Aus Studierenden werden gründungswillige Jungunternehmer:
Von der Geschäftsidee zur Marktreife



Universitäten sind der ideale Ort, um potenzielle Unternehmensgründer zu finden und technologische Innovationen zu erschließen. Die Universität Frankfurt hat speziell für gründungswillige Jungunternehmer ein attraktives Angebot: den »Unibator«. Hier können Teams von Studenten ihre konkreten Geschäftsideen bis zur Marktreife »ausbrüten« (lateinisch incubare).

Die Brutstätte neuer Ideen, angesiedelt im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften und lokalisiert im »Turm« in der Robert-Mayer-Straße, gibt es seit Anfang 2001. Gründer dieser Initiative und ihr dynamischer Motor ist Bernd Skiera, Professor für E-Commerce am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften. Kein Wunder, dass derzeit die gründungswilligen Teams vorwiegend aus diesem Fachbereich kommen. »Andere Fachbereiche sind uns aber genauso willkommen«, betont Skiera, der auch die

wissenschaftliche Leitung des Unibator übernommen hat, »unser Angebot gilt für alle Studenten der Universität!« Und übrigens auch für alle Semester: Denn im Unibator tummeln sich sowohl Zweit- und Drittsemester als auch Absolventen, die ihre Geschäftsidee beispielsweise während ihrer Diplomarbeit entwickelt haben.

Zweiter im Management des Unibator ist Dr. Oliver Wendt. Der im Bereich der Wirtschaftsinformatik engagierte Diplom-Kaufmann hat die Verantwortung für die kaufmännische Leitung. Unterstützt werden die beiden Unibator-Manager von Diplom-Wirtschaftsingenieur Martin Bernhardt, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter von Skiera Teams im Unibator betreut. Als »Mann für alle Fälle« ist der 28-Jährige für Details bei der Erstellung von Business-Plänen ebenso zuständig wie für Kontaktvermittlung oder Beschaffung neuer Geräte. Und zudem hat er seine Doktorarbeit über ein Unibator-Projekt geschrieben.

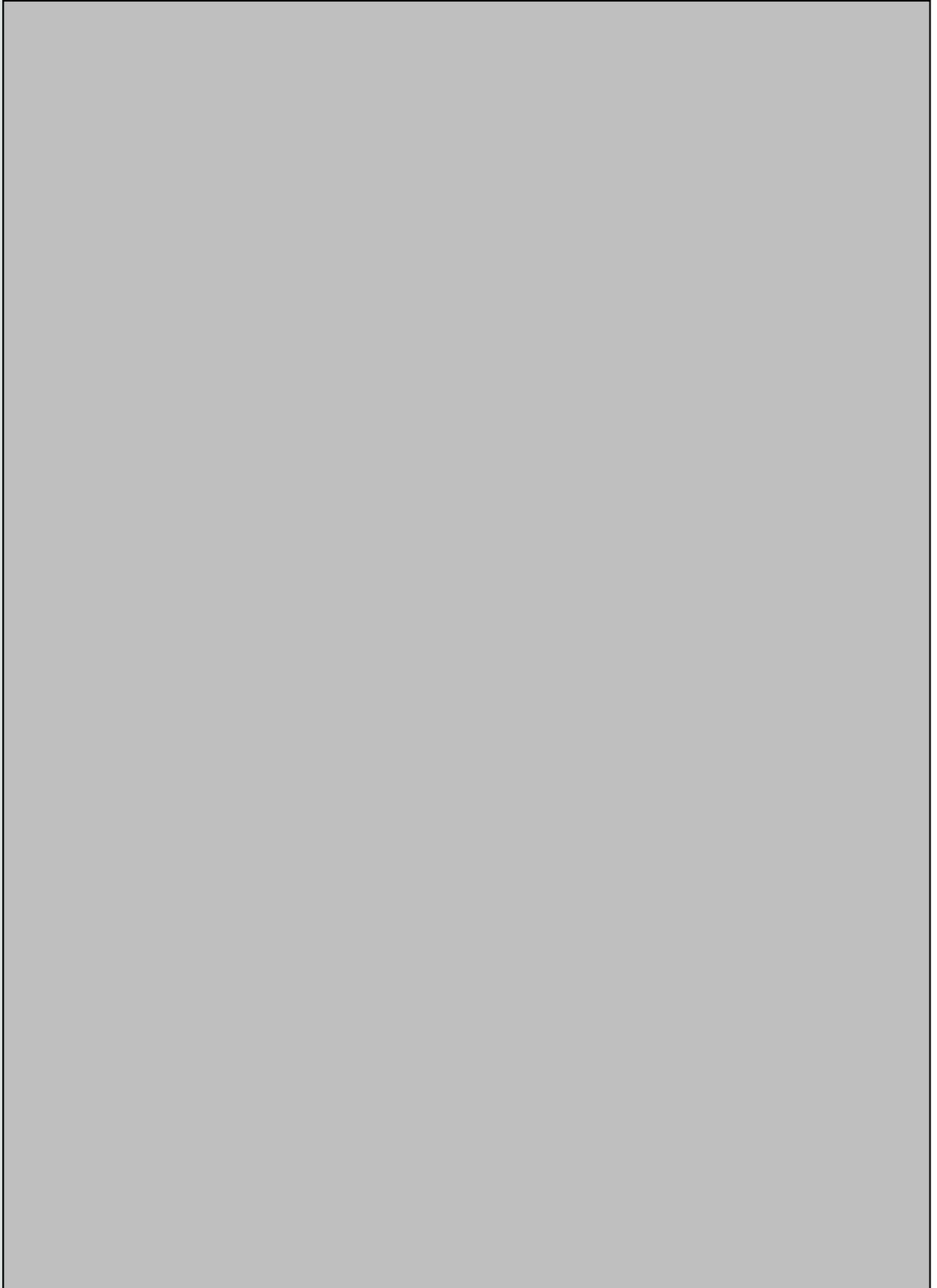
»Bei der Gründung des Unibators standen uns etwa 75 000 Euro primär in Form von Sachmitteln wie Büroausstattung oder Computern zur Verfügung – genug, um drei große Büroräume mit dem notwendigen technischen Equipment für insgesamt acht Teams auszustatten«, erinnert sich Skiera. »Die Studierenden müssen nicht mehr ihre Küche oder Garage zum Firmensitz umbauen. Bei uns können sie die komplette Infrastruktur kostenfrei nutzen, zum Beispiel das zehn Megabit-Netz der Uni, Workstations oder Application Server.« Beim Start von Unibator haben Sponsoren geholfen, dazu zählten Sun Microsystems GmbH, Dell Computer GmbH, die Deutsche Bank AG sowie das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung. Inzwischen ist der Unibator eingebunden in das hochschulübergreifende Netzwerk von Route

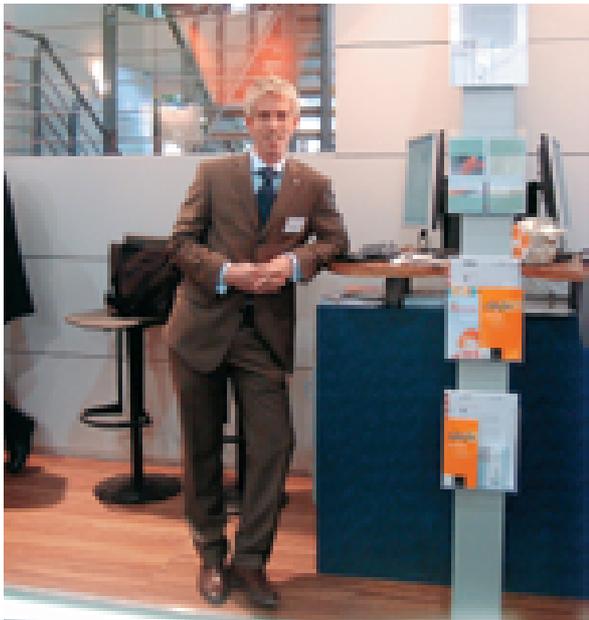
A66, einer vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des EXIST-Programms geförderten Initiative.

Test auf Branchentauglichkeit

Bevor ein Team in den Unibator einziehen darf, wird die Geschäftsidee auf Branchentauglichkeit getestet und beispielsweise die Organisationsstruktur überprüft. Interessenten müssen bereits konkrete Vorstellungen etwa zur Rechtsform oder zu den Eigentumsverhältnissen, zum Marktpotenzial und zum voraussichtlichen Kapitalbedarf ihres künftigen Unternehmens haben. Wichtigste Voraussetzung für die Aufnahme eines Teams ist jedoch, dass die Geschäftsidee das »Placet« der Professoren findet. Und jedes Team muss bei der Bewerbung einen Betreuer mitbringen, der bereit ist, das Projekt tatkräftig zu unterstützen. Etwa 70 Prozent der Teams, die sich für den Unibator bewerben, schaffen diese Hürde. Mentoren können Professoren oder Habilitanden sein. Erst wenn ein solcher Mentor seine Betreuung schriftlich zugesagt hat, können die Studenten mit ihrer Idee in den Unibator einziehen.

Einmal »im Unibator« erhalten sie nicht nur Hilfe von ihrem Mentor, sondern zudem kompetenten Rat und Hilfe von erfahrenen Professoren wie Heinz Isermann, Professor für Betriebswirtschaftslehre, der über umfangreiche Branchenkenntnis verfügt. Isermann selbst hat 1986 die Firma Multiscience gegründet, deren Softwaresysteme zur Optimierung der Stauraumnutzung von Paletten, Containern und Lkw in der Konsumgüterindustrie, im Handel und von Logistik-Dienstleistern eingesetzt werden. Derartige Branchenkenntnisse sind ein unbezahlbarer Vorteil für viele Gründer. Der Unibator bietet den zukünftigen Jungunternehmern neben Venture Capital-Leistungen jegliche organisatorische Unterstützung, die für ein gelungenes Start-up notwendig er-





Unter »morepixel« firmiert das junge Unibator-Unternehmen, das Kommunikationsberatung und -umsetzung in klassischen und digitalen Medien anbietet. Stefan Grimm präsentierte die Geschäftsidee im Frühjahr auf der Computermesse Cebit.

scheint. In der Brutkasten-Zeit wird das von den Studierenden – in der überwiegenden Zahl sind es Männer – Frauen sind im Unibator eher selten vertreten – eingereichte Konzept systematisch weiterentwickelt. Am Ende sollte ein Gründer-Papier herauskommen, dem man Produkte, Zielgruppe, Erlösmodell, Konkurrenzanalyse, Kosten, Zeitplan und eigene Kompetenzen entnehmen kann.

Ewig dürfen die Studenten in diesem geschützten Brutkasten allerdings nicht bleiben. Nach spätestens 18 Monaten müssen sie den Schritt in die Selbstständigkeit gehen. Diese volle Zeit können sie nur dann ausschöpfen, wenn der Mentor nach Abschluss von drei je sechsmonatigen Phasen ein positives Gutachten abgegeben hat. Besonders wichtig ist dabei eine Empfehlung für weitere Förderprogramme, wie etwa Route A66. Denn auch nach dem Unibator sollen die Teams nicht alleine bleiben. Schließlich gilt es, aus der Schub-

kraft der Gründungshilfe die notwendige Eigendynamik zu entwickeln. Und so manches frisch gestartete Unternehmen hat trotz exzellenter Geschäftsideen Probleme, sich im rauen Alltag zu behaupten. Über das Netzwerk von Route A66 werden die im Unibator gereiften Unternehmensgründungen weiter gefördert und die Gründer auf dem Weg zur Marktetablierung unterstützt.

Unibator schreibt erste Erfolgsgeschichten

Die bisherigen Erfolge können sich sehen lassen – im Unibator ist bisher noch kein Unternehmen gescheitert, und etwa zwei Drittel der Unternehmen tummeln sich auch nach ihrer Zeit im Brutkasten erfolgreich auf den unterschiedlichsten Märkten. Eines davon ist 2IQ Research, die Juni 2002 bis August 2003 den Frankfurter Brutkasten nutzen. Inzwischen haben die beiden Gründer und Brüder Patrick und Robert Hable einige Mitarbeiter eingestellt und eigene Büros im Frankfurter Westend bezogen. Anfang 2004 haben sie ihr Unternehmen, das quantitative Anlagestrategien für den Aktienmarkt entwickelt, in eine GmbH umgewandelt. Auch die in der Gesundheitsbranche aktive Firma »Mediantum«, die von April 2002 bis Juni 2003 im Unibator angesiedelt war, entwickelt inzwischen auf dem freien Markt integrierte Direktmarketing-Lösungen, die von der Pharma-Industrie ebenso genutzt werden können wie von Apotheken oder Kunden.

Weitere drei Teams arbeiten im Frühjahr 2004 höchst erfolgreich an ihren Geschäftsideen – bereit zum Absprung aus der gesicherten Atmosphäre in die freie Wirtschaft. Zum Beispiel »Snow-online«, seit April 2003 im Unibator: Wer heut-

zutage im Winterurlaub keine Überraschungen erleben will, schaut ins Internet, wo zahlreiche Wintersportportale ihre Informationsdienste anbieten. Das Start-up-Projekt der Frankfurter BWL-Studenten Florian Weis und Stephan Knop bietet etwas Besonderes – ein Empfehlungssystem für Skigebiete. Hier können potenzielle Urlauber ihre Vorstellungen von Winterurlaub eingeben und bekommen dann eine entsprechende Vorschlagsliste. Neben der Vorstellung von Skigebieten und Unterkünften im Alpenraum wird im Magazin über Skigebiete, Events und aktuelle Themen berichtet. Im vergangenen Winter haben die beiden Gründer ihr Angebot erweitert. Nutzer können jetzt direkt Reisen über »Snow-online« buchen oder sich mit Gleichgesinnten austauschen.

Gleich drei vom Unibator unterstützten Unternehmen ist es gelungen, in diesem Jahr auf der Cebit 2004 in Hannover präsent zu sein: »di-support«, »morepixel« und dem Projektteam »Reverse Pricing«. Das Unternehmen »di-support« ging dabei im Bereich »digital imaging« mit einem völlig neuen System ins Rennen, das es Kunden aus dem Einzelhandel ermöglicht, Bilder von Speichermedien oder von Handys in hochwertiger Fotoqualität anzufertigen. »morepixel« ist ein Unternehmen, das Kommunikationsberatung und -umsetzung in klassischen und digitalen Medien betreibt und seit Frühjahr 2004 den Unibator für ein Entwicklungsteam nutzt.

Das Projektteam »Reverse Pricing« stellte die innovative Online-Handelsplattform »uPrice.de« vor. »Hier können Händler, ähnlich einer Auktionsplattform wie »eBay«, eigenständig Produkte einstellen und Kunden zum Kauf anbieten«, erklärt Gründer Martin Bernhardt, der neben seinem Job als Betreuer des Unibators über »Reverse Pricing« promoviert. »Die Besonderheit an unserem Projekt ist: Durch einen nur dem Verkäufer bekannten Mindestpreis, ab dem die Ware verkauft wird, können sowohl Käufer als auch Verkäufer Einfluss auf den letztendlich zu bezahlenden Preis eines Produkts nehmen. Bleibt der potenzielle Käufer unter dem Mindestpreis, bekommt er nur die Nachricht »zu niedrig«. Liegt er darüber, erhält er sofort den Zuschlag, ohne jedoch den Mindestpreis zu

Die innovative Online-Handelsplattform »uPrice.de« wurde von Martin Bernhardt (links) und Oliver Hinz, Projektteam »Reverse Pricing«, auf der Hannoveraner Cebit vorgestellt.



erfahren. Der Trick: Käufer dürfen nicht unbegrenzt oft bieten, sondern haben nur beispielsweise drei Gebote. So können sie sich nicht in zahlreichen Versuchen von unten an den Mindestpreis herantasten.«
 »Reverse Pricing« ist ein Teilprojekt des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsschwerpunkts Internetökonomie an der Universität Frankfurt.

Mit dem Unibator unterstützt die Johann Wolfgang Goethe-Universität eine zeitgemäße unternehmerische Bildungs- und Ausbildungskultur. Dazu Skiera: »Wir kommen so dem wachsenden Wunsch der Studierenden entgegen, sich direkt aus der Uni heraus selbstständig zu machen. Mit diesem Modell müssen wir uns auch international nicht verstecken. Schön wäre es, wenn es uns gelänge, auch hierzulande mehr Studenten für den Sprung ins Unternehmertum zu gewinnen. In Amerika ist dieses Bewusstsein viel ausgeprägter.«



Wie werden aus Fotos von Handys hochwertige Bilder? Dafür hat »di-support« ein völlig neues System entwickelt – vorgeführt von Ralph Naruhn auf der Cebit 2004.

Abonnement FORSCHUNG FRANKFURT



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

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

 Name Vorname

 Straße, Nr. PLZ, Wohnort

 (nur für Universitätsangehörige:) Hauspost-Anschrift

 Datum Unterschrift

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

 Datum Unterschrift

- Ich zahle die Abonnementsgebühren nach Erhalt der Rechnung per Einzahlung oder Überweisung.
- Ich bin damit einverstanden, dass die Abonnementsgebühren aufgrund der obigen Bestellung einmal jährlich von meinem Konto abgebucht werden.

 Konto-Nr. Bankinstitut

 Bankleitzahl Ort

 Datum Unterschrift

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



»Forschungspotenzial muss sich entfalten können«

Prof. Dr. Günther Wess im Gespräch mit Dr. Monika Mölders über Wissenschaft im internationalen Wettbewerb



Fachliche Exzellenz und Bildungsnotstand – diese beiden Extreme beherrschen gegenwärtig die Diskussion um Schul- und Hochschulausbildung. Die Universität Frankfurt stellt sich der Elitediskussion und setzt auf Fokussierung und Schwerpunktbildung. Studiengänge werden modifiziert, die Art und Vielfalt möglicher Abschlüsse internationalen Standards angepasst. Die Universität will und wird wettbewerbsfähig sein, auch im internationalen Vergleich. Darüber sprach Dr. Monika Mölders mit Prof. Dr. Günther Wess, Honorarprofessor der Universität Frankfurt, Forschungsleiter Europa von Aventis und Mitglied der Geschäftsführung der Aventis Pharma Deutschland GmbH.

? Herr Professor Wess, Sie haben an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt Chemie studiert, bei Professor Gerhard Quinkert promoviert und engagieren sich heute an Ihrer Alma Mater im Rahmen einer Honorarprofessur. Wie schätzen Sie aus Ihrer langjährigen Industrieerfahrung heraus die deutsche Universitätslandschaft ein, besonders in den Bereichen, die für ein Pharmaunternehmen relevant sind?

Wess: In den für Pharmaunternehmen relevanten Bereichen ist die

deutsche Universitätslandschaft meiner Meinung nach nicht so schlecht, wie sie momentan gemacht wird. In Deutschland ist gegenwärtig eine politisch motivierte Diskussion im Gange, die den Universitäten nicht nützt. Sie entbehrt an Kompetenz, ist oberflächlich und verfehlt den eigentlichen Kern des Themas. Sicher müssen einige Dinge verändert werden. Aber insgesamt haben viele Arbeitsgruppen in den naturwissenschaftlichen und biomedizinischen Disziplinen deutscher Universitäten großes Potenzial, das aber auch Entfaltungsmöglichkeiten haben muss. Die Voraus-

setzungen dafür gilt es zu schaffen, mit klaren politischen und wissenschaftlichen Konzepten. Entscheidend ist, dass man sich auf die relevanten Fragen und wissenschaftlichen Herausforderungen konzentriert und sie in langfristigen Konzepten umsetzt, und zwar auf allen Ebenen – in der Politik und der Universität. Dazu sind Änderungen im organisatorischen Management, vor allem aber auch in den Köpfen notwendig.

? In den nächsten Jahren müssen die deutschen Universitäten sparen, auch die Universität Frankfurt – und zwar erheblich. Sehen Sie dadurch die Qualität der Forschung gefährdet, vor allem im Hinblick auf die Attraktivität der Arbeitsgruppen für außeruniversitäre Kooperationspartner?

Wess: Aus meiner persönlichen Sicht hat der Sparzwang inzwischen ein Ausmaß erreicht, bei dem man sich die Frage stellen muss: Sind die Institute unter diesen Bedingungen überhaupt noch lebensfähig? Es sind mittlerweile Grenzen erreicht, an denen bestimmte Gruppen unabhängig von Drittmitteln im internationalen Wettbewerb nicht weiter bestehen können und damit auch als potenzielle Kooperationspartner an Attraktivität verlieren, denn die Industrie wählt ihre Partner in den Universitäten in erster Linie nach internationaler Leistungsfähigkeit und nicht nach geographischer Nähe aus. Der Staat hat keinen finanziellen Spielraum mehr, und die Universitäten stehen auf seiner Prioritätenliste nicht oben. Um international konkurrenzfähig zu sein, ist es aber unerlässlich, bestimmte Dinge zu fördern. Der Staat muss Schwerpunkte setzen und Zusage dann auch einhalten. Das setzt freilich voraus, dass klare Konzepte bestehen.

? Wie können Universität und Industrie am besten Synergien entwickeln und nutzen?

Wess: Es gibt die verschiedensten Arten der Zusammenarbeit. Wie sich Synergien am besten nutzen lassen, hängt von den bestehenden Expertisen und vom Ziel einer Partnerschaft ab. Eine Zusammenarbeit muss für beide Seiten Gewinn bringen, und wenn dieser Gewinn materiellen Wert hat, müssen natürlich beide Seiten profitieren können. Ich verstehe unter Synergie aber weniger den Aspekt der Kosteneinsparung, sondern die gemeinsame Nutzung von Wissen und Ressourcen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen. Die Hochschulen tragen dazu mit Grundlagenforschung bei; sie sind nicht der verlängerte Arm der Industrie.

? Aufgrund von Aktivitäten des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sind in den letzten Jahren zahlreiche Patentverwertungsagenturen eingerichtet worden. Halten Sie dies für einen erfolgversprechenden Weg des Wissenstransfers?

Wess: Unter Wissenstransfer verstehe ich eigentlich etwas anderes. Aber was die Patentanmeldungen betrifft, hat die Industrie Prozesse etabliert, um mit ihren Erfindungen umzugehen. Ebenso muss die Universität einen Weg für sich finden. Die Universität wird hierbei einen Lernprozess durchmachen und muss bereit sein, Strukturen anzupassen – auch im Bereich der Managementprozesse. Klar ist, effektive Patentverwertung braucht Fachleute, die ihr Metier beherrschen. Ich

glaube aber auch, dass Wissenschaftler das Patentpotenzial ihrer Forschungen häufig überschätzen.

? Was müssen Absolventen Ihrer Ansicht nach können, welche Fähigkeiten müssen sie entwickelt haben, damit sie einen Berufsabschluss mitbringen, der mehr ist als ein Diplom in der Tasche?

Wess: Absolventen, die ihre Zukunft in der Forschung suchen, müssen ihre Fähigkeit zur Problemlösung unter Beweis stellen. Berufseinsteiger müssen nicht berufsfertig, aber zweifelsfrei berufsfähig sein. Dazu gehört eine breite Ausbildung mit guten Grundlagen, auf die eine Spezialisierung in einem Gebiet aufbauen kann. Darüber hinaus ist es außerordentlich wichtig, dass sie

Anzeige



über soziale Kompetenz verfügen, mit anderen zusammenarbeiten können – in einem Unternehmen, in verschiedenen Gruppen, aber auch außerhalb eines Unternehmens. Ein weiteres Plus sind Management-Fähigkeiten und interkulturelles Verständnis, wie sie zum Beispiel bei der Organisation von internationalen Projekten nötig sind. Das Beherrschen der englischen Sprache ist natürlich eine weitere unabdingbare Voraussetzung.

? Müsste die Universität Ihrer Ansicht nach parallel zur fachlichen Ausbildung auch Tools zur Entwicklung von sozialer Kompetenz und von Management-Fähigkeiten anbieten?



Wess: Nach meinen persönlichen Erfahrungen sind die Führungs- und Management-Fähigkeiten deutscher Absolventen im internationalen Vergleich – mit Frankreich und den USA – deutlich unterentwickelt. Deshalb zielt der Workshop, den ich im Rahmen meiner Lehrtätigkeit an der Universität anbiete, auch darauf ab, solche Dinge bewusst zu machen und zu vermitteln. In dem Wochenendseminar behandeln wir Themen, die sonst Inhalt kostspieliger Kurse für Top-Manager sind. So werden unter anderem Fallstudien in Gruppenarbeit bearbeitet, präsentiert und diskutiert. Wir bringen dabei mit Wissenschaft und Management zwei Kulturen zusammen.

Bei der Entwicklung dieses Seminars konnte ich auf meinen Erfahrungen an der Universität Mainz aufbauen. Dort habe ich jahrelang eine rein wissenschaftliche Vorlesung gehalten – was mir sehr wichtig war und zudem Spaß gemacht hat. Aber irgendwann wurde mir klar, dass es nicht meine Aufgabe als Industrievertreter sein kann, Lehraufgaben zu übernehmen, die an einer Universität zur Grundausbildung gehören. Ich glaube, einen sehr viel wertvolleren Beitrag leisten zu können, wenn ich aus meiner Industrieerfahrung heraus einen Kurs anbiete, der Nachwuchskräfte auf den Berufseinstieg vorbereitet und ihnen dabei hilft, in der internationalen Zusammenarbeit besser zu bestehen. Das ist ein hoher Anspruch und der damit ver-

bundene Aufwand enorm. Aber allein die Tatsache, dass ich mit den Fallstudien einen Weg gefunden habe, fortgeschrittene Studenten und Mitarbeiter zu begeistern, macht es mir die Sache wert. Und ich bin begeistert von ihrem großen Engagement und der Art, wie junge Wissenschaftler mitarbeiten.

? Zu den Schwerpunkten der Universität Frankfurt gehört in den nächsten Jahren die Bildung von Kompetenz-Netzwerken. Wie bewerten Sie diese klare Fokussierung auf ein Exzellenz-Konzept?

Wess: Es sieht zumindest auf dem Papier gut aus. Allerdings möchte ich es auch durch Berufungen «gelebt» sehen. Die richtigen Köpfe in Clustern zusammen zu bringen, muss relativ schnell gehen und kostet Geld. Wenn der Staat kein Geld hat, kann hier im Grunde nichts passieren. Eine gute, am internationalen Standard orientierte Berufungspolitik schafft die Voraussetzungen für ein exzellentes Umfeld. Frankfurt hat das Potenzial, Spitzenleistung hervorzubringen. Die Universität braucht dazu vor allem ein klares Konzept. Zur Profilbildung einer Universität gehört meines Erachtens auch der Mut zu etwas Neuem. Vor einiger Zeit hat sich das »Institut für Organische Chemie« in »Institut für Organische Chemie und Chemische Biologie« umbenannt. Solche Dinge sind wichtige Signale.

Allerdings darf man eine andere wichtige Komponente nicht vergessen: attraktive Industriepartner. Leider ist es der Politik bisher nicht gelungen, den Negativtrend zu stoppen und attraktive Rahmenbedingungen zu schaffen, gerade im Bereich der Life Sciences, einschließlich der Chemie.

? Sie haben an einer großen Universität – in Frankfurt – studiert und promoviert und an einer »Elite-Universität« – in Harvard – geforscht. Wie bewerten Sie aus diesen beiden Perspektiven die Diskussion um Elite-Universitäten?

Wess: Ich habe an der Universität Frankfurt studiert und mit 26 Jahren promoviert. Während des Studiums hatte ich ein Stipendium der

Studienstiftung des deutschen Volkes und danach ein Stipendium des Fonds der Chemischen Industrie. Mit diesem Rüstzeug bin ich nach drei Jahren Industrieerfahrung nach Harvard gegangen und konnte dort wesentliche Beiträge leisten. Dort gab es keinerlei bürokratische Hemmnisse, so dass ich mich vom ersten Tag an voll und ganz auf die Forschung konzentrieren konnte. Die Strukturen waren besser als bei uns, und die positive Einstellung wirkte sehr fördernd. Die Studenten in Deutschland sind absolut geeignet, im internationalen Vergleich zu bestehen. Man muss sie aber fordern und fördern.

Die politische Diskussion über Elite-Universitäten hat uns nicht genutzt, sondern nur geschadet. Sie ist im Ausland auf völliges Unverständnis gestoßen. Ich halte sie darüber hinaus für unfair gegenüber all denjenigen, die sich hier bemühen, die Dinge voranzubringen. Diese Diskussion war eben nicht mehr als ein PR-Gag, und das zeigt, wie die Verantwortlichen hierzulande mit solch

wichtigen Themen umgehen. Unsere Universitäten benötigen Rahmenbedingungen, auch finanzieller Art, die ihnen eine Entwicklung in Richtung Exzellenz ermöglichen. Wir brauchen Spitzenforscher, die in einem guten Umfeld von guten Hochschullehrern gefördert werden und sich wenig mit Administration beschäftigen müssen. Nur dann ist Deutschland wettbewerbsfähig. Schließlich beruht der Erfolg von Harvard in erster Linie darauf, dass sich dort Leistung entfalten kann, und das ist nicht allein eine Frage des Gelds. Aber ohne Geld geht es eben auch nicht.

Ich halte es in diesem Zusammenhang für außerordentlich wichtig, dass sich die Wissenschaft selbst organisiert und vernetzt. Der Staat kann das nicht zentral organisieren. Dazu bedarf es Strukturen, die den Wissenschaftsprozess fördern und erleichtern und nicht bürokratisch hemmen. Nur in einem solchen Umfeld kann sich ein Hochschullehrer auf seine eigentliche Arbeit konzentrieren. ◆



Prof. Dr. Günther Wess, 48, hat von 1975 bis 1982 in Frankfurt Chemie studiert, promoviert und sich 1999 an der Universität Mainz in pharmazeutischer Chemie habilitiert. 1982 begann er seine Berufslaufbahn als Laborleiter bei der Höchst AG. Nach einem Forschungsaufenthalt im Labor des Chemie-Nobelpreisträgers Prof. Dr. Elias J. Corey an der Harvard-Universität in Boston, USA, und zahlreichen führenden Positionen wurde er 1998 bei Hoechst Marion Roussel Leiter Drug Innovation & Approval (DI&A) in Deutschland. Diesen Bereich leitete Günther Wess auch bei Aventis, bis er im Sommer 2002 die Leitung von DI&A in Frankreich und im Oktober 2003 schließlich die Gesamtleitung Europa übernahm. Günther Wess ist seit dem Jahr 2000 Honorarprofessor an der Universität Frankfurt.

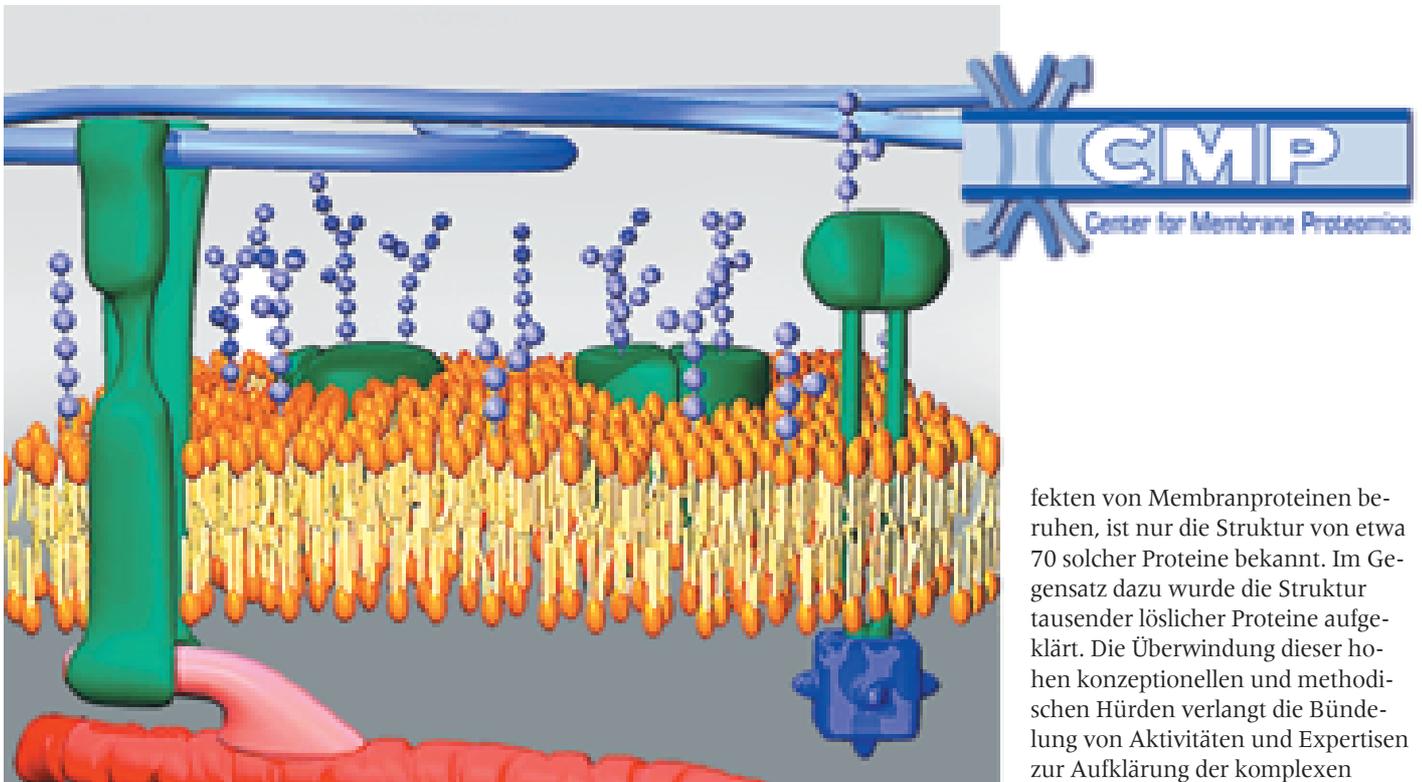
Anzeige

Anzeige
VMK

186 x 128 mm

Ein erfolgreiches Wissenschaftsmodell für die Zukunft –

Das fachbereichsübergreifende Center for Membrane Proteomics



1 Zellmembran mit Membranproteinen und Glykokalix: Die Grundbausteine der Zellmembranen bestehen aus Phospholipiden, die aus zwei wasserabweisenden (hydrophoben) Fettsäureketten bestehen. Der hydrophobe Zentralbereich der Membranen bildet eine Barriere für hydrophile und geladene Moleküle; dadurch trennen Membranen verschiedene wässrige Reaktionsräume, die Kompartimente, voneinander ab. Der Austausch von Substanzen zwischen verschiedenen Kompartimenten erfolgt immer über Membranen. Ebenso werden Signale über Membranrezeptoren weitergeleitet. Membranproteine können auch mechanische Funktionen ausüben. So genannte »Integrine« verbinden das Zytoskelett in der Zelle mit dem Kollagen der extrazellulären Matrix.

Das »Center for Membrane Proteomics« (CMP) spiegelt eine erfolgreiche Tradition der Johann Wolfgang Goethe-Universität wider. Bereits vor zirka zwei Dekaden hatten sich Membranproteinforscher der Universität und des Max-Planck-Instituts (MPI) für Biophysik in einem Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit dem Thema »Struktur und Funktion membranständiger Proteine« (Sprecher: Prof. Dr. Hugo Fasold) zusammengefunden. Die Erforschung von Membranproteinen **1** an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, gemeinsam mit den Max-Planck-Instituten für Biophysik und für Hirnforschung, hat sich im Laufe der Zeit weiter verstärkt. Daraus ist ein Forschungsschwerpunkt, das Center for Mem-

brane Proteomics, entstanden, wie er im Hessischen Hochschulgesetz als strukturförderndes Instrument der Forschungsprofilierung und fachbereichsübergreifenden und interdisziplinären Schwerpunktbildung gefordert wird.

Membranproteine sind eine große Herausforderung für jeden biologisch, biochemisch oder biophysikalisch orientierten Naturwissenschaftler und erfordern interdisziplinäre Anstrengungen **2**. Sie müssen aufgrund ihrer physiko-chemischen Eigenschaften höchsten und innovativen methodischen Ansprüchen bei der Analyse genügen. Obwohl rund 30 Prozent aller Gene für Membranproteine kodieren, zirka 60 Prozent der Zielstrukturen von Pharmaka Membranproteine darstellen und zahlreiche Erbkrankheiten auf De-

fekten von Membranproteinen beruhen, ist nur die Struktur von etwa 70 solcher Proteine bekannt. Im Gegensatz dazu wurde die Struktur tausender löslicher Proteine aufgeklärt. Die Überwindung dieser hohen konzeptionellen und methodischen Hürden verlangt die Bündelung von Aktivitäten und Expertisen zur Aufklärung der komplexen Struktur und Funktion dieser Proteine. Dazu wurde das CMP gegründet, das von der aktiven Mitarbeit seiner Mitglieder lebt.

Eine zentrale Aufgabe des CMP ist es, die Membranproteomforschung des Forschungsstandorts Frankfurt auch im internationalen Wettbewerb zu positionieren. Die Exzellenz in der Forschung wurde bereits durch ein internationales DFG-Gutachtergremium anerkannt. Das CMP soll auch ein Standortfaktor zur Akquisition und Ausbildung von qualifiziertem Nachwuchs mit innovativen Lehrmethoden sein. Diese infrastrukturellen Maßnahmen sowie die Bündelung der Forschungsaktivitäten der Frankfurter Membranproteinforschung im CMP sind eine wichtige Grundlage zur effizienten Einwerbung von Drittmitteln und werden gleichzeitig die internationale Vernetzung dieses Schwerpunkts ermöglichen.

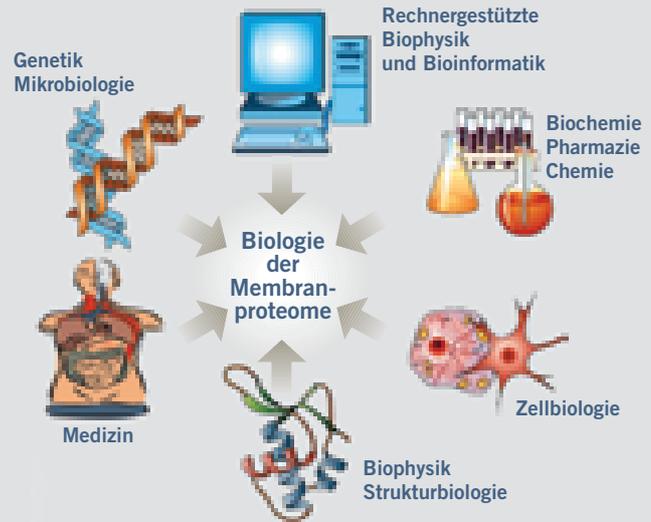
Sehr bedeutsam ist die Rolle des CMP beim Ausbau der Membranproteinforschung und der dazugehörigen Drittmittelinwerbung. So gelang es, zwei Sonderforschungsbereiche (SFB) zum Thema

Membranproteine einzuwerben, den SFB 472 »Molekulare Bioenergetik« (Sprecher: Prof. Dr. Bernd Ludwig) und den SFB 628 »Functional Membrane Proteomics« (Sprecher: Prof. Dr. Robert Tampé). Jüngster Erfolg ist die Einwerbung eines EU-Projekts im 6. Rahmenprogramm durch das CMP-Mitglied Prof. Dr. Heinz Osiewacz. Die gemeinsame Nutzung von Geräten und Techniken wird durch die Schaffung technologischer Einheiten gewährleistet, zu denen alle CMP-Mitglieder und ihre wissenschaftlichen Mitglieder Zugang haben. Bisher betrifft dies die Mikroskopie (Leitung: Prof. Dr. Jürgen Bereiter-Hahn) und Massenspektrometrie (Leitung: Prof. Dr. Michael Karas). Die Schaffung solcher organisatorischer Strukturen erlaubt eine effiziente Nutzung dieser teuren

CMP als interdisziplinäre Plattform für Problemlösungen

Ein Netzwerk der Disziplinen, zusammengesetzt aus Arbeitsgruppen der Universität Frankfurt und der Max-Planck-Institute für Biophysik und Hirnforschung, befasst sich mit der komplexen Materie der Membranproteine.

Wissenschaftlich konzentrieren sich die Arbeitsgruppen des CMP auf die Struktur und Funktion sowie die Zellbiologie von Membranproteinen.



2 Membranproteine sind eine große Herausforderung für jeden biologisch, biochemisch oder biophysikalisch orientierten Naturwissenschaftler und erfordern interdisziplinäre Anstrengungen.

Das CMP hat aktive Köpfe ...

Physik Fachbereich 13	Chemische & Pharmazeutische Wissenschaften Fachbereich 14	Biologie & Informatik Fachbereich 15	Medizin Fachbereich 16
Werner Mäntele	Julian Chen Theodor Dingermann Volker Dötsch Joachim Engels Clemens Glaubitz Alexander Gottschalk Michael Karas Bernd Ludwig Jacob Piehler Thomas Prisner Lutz Schmitt Gisbert Schneider Harald Schwalbe Holger Stark Robert Tampé Josef Wachtveitl	Jürgen Bereiter-Hahn Eckhard Boles Karl-Dieter Entian Oliver Klimmek Volker Müller Heinz Dieter Osiewacz Jörg Simon Jörg Soppa Anna Starzinski-Powitz Walter Volkandt Herbert Zimmermann	Ulrich Brandt Ivan Dikic Werner Müller-Esterl Herrmann Schägger Ritva Tikkanen MPI für Biophysik Ernst Bamberg Klaus Fendler Carola Hunte Werner Kühlbrandt Roy Lancaster Georg Nagel MPI für Hirnforschung Heinrich Betz

Für die erfolgreiche Organisation des CMP sorgt ein hauptamtlicher Koordinator (Dr. Bruno Ehmman). Seine Aufgaben bestehen in der Koordination der verschiedenen CMP-Aktivitäten, der Verwaltung der Finanzen, der Pflege der Kontakte zu forschungspolitisch wichtigen Institutionen auf nationaler und EU-Ebene sowie der Informationsbeschaffung und -bearbeitung für die CMP-Mitglieder aus den unterschiedlichsten Quellen. Äußerst wichtig und sehr erfolgreich ist seine Un-

Das »Center for Membrane Proteomics« setzt sich aus CMP-Räten (zur Zeit 40 Projektleiter plus die Vertreter aus wissenschaftlichen, nichtwissenschaftlichen und studentischen Gruppen) sowie aus den vier Fachbereichen (13, 14, 15, 16), den Max-Planck-Instituten für Biophysik und für Hirnforschung zusammen. Diese leiten Forschungsprojekte zum Thema Membranproteine. Die wissenschaftlichen Mitarbeiter dieser Arbeitsgruppen sind Nutznießer der Dienstleistungsaktivitäten des CMP und durch ihre jeweiligen Vertretungen im CMP-Rat stimmberechtigt. Aus dem Kollegium der CMP-Räte wird das Direktorium gewählt, das zum einen aus dem/der Geschäftsführenden Direktor/in (Prof. Dr. Anna Starzinski-Powitz) und drei Stellvertretenden Direktoren (Prof. Dr. Ulrich Brandt, Prof. Dr. Michael Karas, Prof. Dr. Robert Tampé) besteht.

terstützung bei den organisatorischen Vorarbeiten und der Erstellung von EU-Anträgen, wie bei dem soeben eingeworbenen Projekt von Prof. Dr. Heinz Osiewacz.

Der international besetzte wissenschaftliche Beirat des CMP wird von fünf renommierten Wissenschaftlern vertreten, darunter zwei Nobelpreisträger. Die Beiratsmitglieder sind Prof. Dr. Gunnar von Heijne, University of Stockholm, Prof. Dr. Dr. Walter Neupert, Ludwig-Maximilian-Universität, München, Prof. Sir John Walker (Nobelpreis für Chemie 1957) Dunn School of Nutrition, Cambridge, Prof. Dr. Hartmut Michel (Nobelpreis für Chemie 1988) Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt, sowie Prof. Dr. Reinhard Jahn, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Göttingen.

www.cmp.uni-frankfurt.de

Technologien, vermeidet kostspielige Mehrfachbeschaffungen und gewährleistet die kompetente Betreuung der Geräte.

Zur Unterstützung begabter Nachwuchswissenschaftler existiert im CMP ein Graduierten-Förderungsprogramm. In diesem können übergangsweise Stipendien für spannende und herausragende wissenschaftliche Projekte vergeben werden, die sich entweder in der Antragsphase bei Drittmittelgebern befinden oder bei denen nur noch kurze Zeit zum erfolgreichen Abschluss der Arbeiten erforderlich ist. Eine andere innovative Maßnahme im CMP ist die Etablierung interner Fortbildungsmaßnahmen für wissenschaftliche Mitarbeiter. Hier bieten CMP-Mitglieder Laborkurse für CMP-Studenten und Postdocs in Technologien an, die sie für den Fortgang ihrer Arbeiten benötigen. Mit dieser Qualifizierungskampagne unterstützen sich die CMP-Mitglieder gegenseitig, wodurch bestimmte Forschungsprojekte sehr beschleunigt werden können. Mit der Beteiligung vieler universitärer CMP-Mitglieder an der Lehre der »International Max-Planck-Research School«

ist ein weiterer Schritt in Richtung Schwerpunktbildung gemeinsam mit den Max-Planck-Instituten realisiert worden.

Zu den im Aufbau befindlichen Maßnahmen im CMP gehört unter anderem ein internationales PhD-Programm mit integriertem Master zum Thema »Molecular Membrane Biology«, das im Jahr 2005 starten soll (Leitung: Prof. Dr. Anna Starzinski-Powitz). Im Sommer 2004 findet erstmals eine internationale Frankfurter Sommerschule zum Thema Membranproteine statt, die sich speziell an Jungwissenschaftler als Zielgruppe richtet und an der sich die überwiegende Zahl der CMP-Mitglieder beteiligt (Leitung: Prof. Dr. Harald Schwalbe und Prof. Dr. Michael Karas). Außerdem wird derzeit ein Mentoringprogramm für Nachwuchswissenschaftlerinnen der Naturwissenschaften aufgebaut, das in der ersten Phase als Pilotprogramm im CMP geführt wird und dann als Regelinstrument – entweder von der Universität oder vom Hessischen Mentorinnen-Netzwerk – übernommen werden soll. Dieses Mentorinnen-Programm soll Nachwuchswissenschaftlerinnen den Zu-

gang zu formellen und informellen Netzwerken ermöglichen und ihre Position im Wissenschaftsbetrieb stärken. Schirmherr ist der Hessische Minister für Wissenschaft und Kunst, Udo Corts.

Fazit

Der Universitätsschwerpunkt CMP setzt auf Spitzenforschung auf dem Gebiet der Membranproteome, Nachwuchsförderung sowie internationale Vernetzung und trägt damit wesentlich zur Profilbildung der Naturwissenschaften an der Johann Wolfgang Goethe-Universität bei. Das CMP vertritt den Forschungsschwerpunkt Membranbiologie in Frankfurt fachbereichsübergreifend und interdisziplinär und macht ihn national und international sichtbar. Es trägt dazu bei, den Frankfurter Membranprotein-Forschern eine effiziente technische Nutzung vorhandener Methodik zu ermöglichen, innovative Lehrmethoden anzubieten und internationalen Nachwuchs zu rekrutieren. Damit ist es gewinnbringend nicht nur für den Forschungsstandort Frankfurt als Ganzes, sondern auch für jedes einzelne CMP-Mitglied. ♦

Die Autorin

Prof. Dr. Anna Starzinski-Powitz ist Geschäftsführende Direktorin des CMP und Professorin am Institut für Humanogenetik für Biologen.

Anzeige

Karrieresprung gefällig? Zum Beispiel in den Kongo.



ÄRZTE OHNE GRENZEN
hilft weltweit Opfern
von Krieg und Gewalt
und klagt an, wenn
deren Rechte mit Füßen
getreten werden.



MÉDECINS SANS FRONTIÈRES
ÄRZTE OHNE GRENZEN e.V.

Bitte schicken Sie mir unverbindlich

- allgemeine Informationen über ÄRZTE OHNE GRENZEN
- Informationen für einen Projektbesuch
- Informationen zur Fördermöglichkeit
- die Broschüre »Ein Vermächtnis für das Leben«

Name _____

Anschrift _____

E-mail _____

Ärzte (ohne) Grenzen e.V.
Am Köpenicker Park 1 • 10249 Berlin
www.aerzte-ohne-grenzen.de
Spendenkonto: 031 0 00
Sparkasse Berlin • BLZ 251 200 00

Die Universität Frankfurt – eine der Geburtsstätten der theoretischen Physik in Deutschland

Hier lehrte und forschte die Physik-Elite Deutschlands

Die Gründung der Universität Frankfurt im Jahr 1914 fiel in eine Zeit, als die Physik im Umbruch war. Seit der Jahrhundertwende hatte das Gebäude der klassischen Physik immer mehr Risse bekommen. Diese Entwicklung ging einher mit einer wachsenden Bedeutung der theoretischen Physik, die sich allmählich von ihrem eher nebensächlichen Dasein als »Privatdozenten-Fach« emanzipierte. Universitäten, die etwas auf sich hielten, richteten eigene Lehrstühle für theoretische Physik ein – so auch die neue Frankfurter Universität.

Als ersten Vertreter gewann sie Max von Laue, dessen wissenschaftlicher Werdegang mit allen bedeutenden Zentren der theoretischen Physik in Deutschland verknüpft war. Während seines Studiums in Göttingen hatte Laue das mathematische Rüstzeug erlernt. Als Assistent von Max Planck in Berlin begegnete er schon früh den beiden Theorien, die das physikalische Weltbild revolutionieren sollten: der Quantenhypothese und Einsteins Relativitätstheorie. Laue gehörte zu den frühen Anhängern von Albert Einstein und verschaffte seiner Theorie bei vielen Fachkollegen Anerkennung. 1909 wurde er Privatdozent bei Arnold Sommerfeld, aus dessen Münchener Schule viele bedeutende Theoretiker des 20. Jahrhunderts hervorgingen. Dort machte der junge Physiker 1912 seine bedeutendste Entdeckung: Er konnte nachweisen, dass Röntgenstrahlen an Kristallgittern wie Lichtwellen gebeugt werden und klärte so das Mysterium der »X-Strahlen« auf. Drei Jahre später – Laue war bereits in Frankfurt – erhielt er für seine bahnbrechende Arbeit den Physik-Nobelpreis. Für die junge Universität, die bereits den Medizin-Nobelpreisträger Paul Ehrlich zu ihrem Lehrkörper zählte, war dies ein willkommener Zuwachs an Prestige. Nur zwei Tage, nachdem Laue das Frankfurter Kuratorium über die Ehrung informiert hatte, würdigte



ihn sein Kollege Carl Deguisne mit einem ausführlichen Artikel am 13. November 1915 in der Frankfurter Zeitung.

Der Frankfurter »Physikalische Verein«

Der Frankfurter »Physikalische Verein« hatte sich lange Zeit bemüht, das Fehlen einer Universität durch eine bürgerliche Initiative zu kompensieren; er gründete Institute für angewandte Physik, Physik, Chemie, physikalische Chemie, Meteorologie und Astronomie und förderte die Entwicklung der Experimentalphysik und Chemie, indem er einen Mitgliedern Forschungslaboren zur Verfügung stellte und Vorlesungen anbot. Nach der Gründung der Universität im Jahr 1914 übernahm diese nicht nur die bereits existierenden Institute des Vereins, sondern auch dessen experimentell ausgerichteten Lehrkörper. Der Leiter des Physikalischen Vereins, Richard Wachsmuth, wurde zum ersten Rektor der Universität ernannt. Laue, der nach Frankfurt berufen wurde, hatte daher im Forschungsbereich kaum Berührungspunkte mit seinen neuen Kollegen. Über seine Frankfurter Zeit sprach er in späteren Jahren kaum. Sein ehemaliger Schüler Friedrich Beck vermutete, dass er sich als einziger Vertreter der modernen Physik iso-

liert fühlte^{11/}. Offenbar besaß er auch nicht die Gabe Sommerfelds, Schüler für die theoretische Physik zu begeistern. Seine Vorlesungen zogen nach Becks Aussage nur wenige Hörer an, und das Promotionsalbum der Universität weist nicht einen einzigen Doktoranden Laues auf^{12/}. Dies lag nicht nur daran, dass die Zahl der Studenten während des Kriegs gering war. Laue empfand seine Lehrtätigkeit als eine Last.

Nach dem Krieg zog es ihn zurück nach Berlin, wo inzwischen auch Einstein lehrte. Um sein Ziel zu erreichen, verfiel Laue auf die ungewöhnliche Idee, dem Preußi-

Max von Laue (1879–1960) forschte und lehrte ab dem Winterhalbjahr 1914/15 an der Universität Frankfurt. Er hielt 1911 die erste Ringvorlesung über Relativitätstheorie. 1914 erhielt er den Nobelpreis für Physik für seine Entdeckung der Röntgenstrahlinterferenzen an Kristallen.

Richard Wachsmuth (1868–1941) war der erste Rektor der 1914 gegründeten Universität Frankfurt.



schen Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung einen Tausch mit seinem Berliner Kollegen Max Born vorzuschlagen. Born, den Laue aus seiner Studienzeit in Göttingen kannte, war ein begeisterter Lehrer. Für ihn bedeutete der Wechsel nach Frankfurt nicht nur eine Beförderung von einer außerordentlichen auf eine ordentliche Professur, sondern sie bot ihm auch die Chance, aus dem Schatten Plancks heraus zu treten, der die großen Vorlesungen hielt. Dem Frankfurter Kuratorium gegenüber lobte Laue seinen nur drei Jahre jüngeren Kollegen als einen Mann, bei dem sich ungewöhnliche



Max Born (1882–1970) war von 1919 bis 1921 Professor für Theoretische Physik in Frankfurt am Main. In dieser von Inflation und Gerätemangel geprägten Zeit kam Born auf die Idee, gegen Eintrittsgeld öffentliche Vorlesungen über die Relativitätstheorie zu halten. Sie war damals äußerst populär, nachdem die von Einstein vorhergesagte Lichtablenkung bei einer Sonnenfinsternis nachgewiesen worden war. 1954 erhielt er den Nobelpreis für Physik; damit wurde seine 1926 gegebene statistische Deutung der quantenmechanischen Wellenfunktion ausgezeichnet.

mathematische Begabung mit einem scharfen Blick für physikalische Zusammenhänge vereint ^{13/}. Dass Born seinem Vorgänger Laue mindestens ebenbürtig war, zeigte sich spätestens in den 1920er Jahren, als Born grundlegende Beiträge zur Kopenhagener Deutung der Quantentheorie leistete. 1954 erhielt auch er den Nobelpreis für Physik.

Während des Kriegs war Born gemeinsam mit seinem ehemaligen Göttinger Schüler Alfred Landé und seinem Freund Erwin Madelung bei

der Artillerie-Prüfungskommission des Heeresdienstes. Alle drei gingen nach Kriegsende nach Frankfurt; Madelung als Nachfolger Borns und Landé als sein Assistent. Beim Heer sollten die jungen Physiker ein Verfahren zur Ortung von Artilleriegeschützen durch Schallmessungen entwickeln. Daneben blieb ihnen offenbar genug Zeit für die Kristallphysik. Born war einer der ersten Physiker, die auf diesem Gebiet quantenmechanische Methoden anwandten. 1915 war er mit seinem Buch über die »Dynamik der Kristallgitter« bekannt geworden. Diese Arbeiten führte er mit Landé und Madelung fort: »Wir hatten zwei Schubfächer in unseren Schreibtischen: eines für die Schallmessung, das andere für Gitterdynamik«, erinnerte sich Born. »Wir verließen uns auf die Annahme, dass der unsere Einheit befehlende Offizier die zwei Arten von Hieroglyphen nicht unterscheiden konnte.« Aus dieser Zeit stammt eine Arbeit, durch die der der Name Madelungs noch heute jedem Physikstudenten bekannt ist: Er erdachte ein Verfahren zur Berechnung der Gitterenergie von Ionenkristallen wie zum Beispiel Kochsalz. Die dabei auftretende Konstante ist nach ihm benannt.

Stern und Gerlach: Zwei berühmte Frankfurter Physiker

Borns Tätigkeit in Frankfurt war, wie überall in der von politischen und wirtschaftlichen Krisen überschatteten Nachkriegszeit, beschwerlich. Im Ausgleich dazu traf er am Physikalischen Institut mehr Vertreter der modernen Physik als sein Vorgänger Laue. In Otto Stern

fand Born einen ebenbürtigen Gesprächspartner und Freund. Stern war zuvor Assistent Einsteins gewesen und ebenso wie Laue und Born ein früher Anhänger der Relativitätstheorie. Bald gesellte sich auch ein Vertreter der modernen Experimentalphysik hinzu: Walter Gerlach, der sich während des Kriegs bei dem Spektroskopiker Friedrich Paschen in Tübingen habilitiert hatte, wurde Assistent von Wachsmuth. Da dieser sich aber vor allem der Lehre widmete und wenig eigene Forschungsarbeit betrieb, war Gerlach häufig in dem benachbarten theoretischen Institut. Im April 1920 tauchte erstmals auch der Name einer Frau unter den wissenschaftlichen Mitarbeitern auf: Elisa-

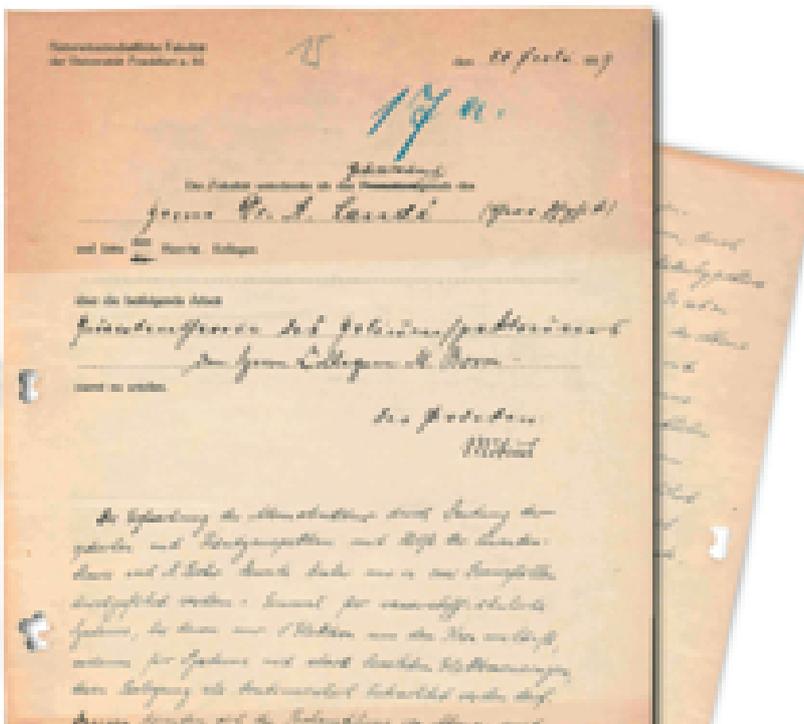


Erwin Madelung prägte zusammen mit Max Born und Max von Laue die Frankfurter Physik der frühen Jahre. Zu seinen Schülern gehörte Hans Bethe, Physiknobelpreisträger 1967, der von 1924 bis 1926 an der Universität Frankfurt studierte. Der mittlerweile 98-jährige Bethe wurde soeben für sein wissenschaftliches Werk mit der Ehrendoktorwürde der Universität Frankfurt und der Ehrenmitgliedschaft des Physikalischen Vereins ausgezeichnet.

beth Bormann hatte in Berlin studiert und danach einige Zeit in der Industrie gearbeitet. Sie wurde Borns »außerplanmäßige« Assistentin. Mit ihrer Hilfe führte er einige experimentelle Arbeiten durch, die ihm noch Jahre später die Anerkennung des legendären Ernest Rutherford einbrachten. Die zweite Frau am Physikalischen Institut war Alice Golsen, eine Doktorandin von Gerlach ^{14/}.

Ein Blick in die Vorlesungsverzeichnisse zeigt, dass die moderne Physik in der Lehre der Nachkriegs-

Max Borns Gutachten über die Habilitation von Alfred Landé, in schöner Handschrift.



zeit systematisch ausgebaut wurde. Zwar hatten Laue und Stern auch während des Kriegs schon über Quanten- und Relativitätstheorie gelesen, aber erst ab 1919 verfügte das Institut über genügend Dozenten, um die wachsende Nachfrage zu befriedigen. Im ersten Nachkriegssemester bot Born eine »Einführung in die theoretische Physik, besonders für Kriegsteilnehmer« an. Prodekan Martin Möbius schrieb im Sommer 1919 an das Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung: »Die Zahl der Studierenden der theoretischen Physik ist im Lauf der Semester sehr gestiegen. Da nicht nur die eigentlichen Physiker, sondern auch viele Chemiker und fast alle Mathematiker Vorlesungen über theoretische Physik hören, so ist die Zahl der notwendigen Vorlesungsstunden, besonders der Anfängerkurse, sehr groß«^{15/}. Born und Stern förderten das Interesse, indem sie ab dem Wintersemester 1919/20 auch Seminare anboten – zunächst über Quantentheorie, dann zu »Problemen der modernen Physik«. Nach seiner Habilitation bei Born stieß 1920 auch Alfred Landé zum Lehrkörper. Seine Frankfurter Arbeiten zur theoretischen Deutung des Heliumspektrums und des anomalen Zeeman-Effekts waren für die Atom- und Quantenphysik wegweisend. Landé bot bei den Mathematikern eine »Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften« an^{16/}.

Die herausragendste Frankfurter Arbeit aus den 1920er Jahren war das Experiment von Stern und Gerlach zur »Richtungsquantelung« im Magnetfeld. An der Annahme, dass nicht nur die Elektronenbahnen im Atom quantisiert sind, sondern sich auch ihre magnetischen Momente im Raum nur in bestimmten Rich-

tungen quantisiert orientieren, schieden sich die Geister der damals führenden Theoretiker. Stern er sann nun eine Möglichkeit, dies praktisch zu überprüfen, indem er einen feinen Teilchenstrahl aus Silberatomen durch ein inhomogenes Magnetfeld fliegen ließ. Dieses komplizierte Experiment wäre ohne das Geschick Gerlachs und die finanzielle Unterstützung Borns nicht denkbar gewesen. Der glückliche Ausgang des Experiments – eine räumliche Aufspaltung des Teilchenstrahls im Magnetfeld – wurde von den führenden Theoretikern als ein wichtiger Beweis für die Richtigkeit der Quantentheorie angesehen. Erst Jahre später stellte sich heraus, dass der Effekt von dem damals noch unbekanntem Spin der Elektronen hervorgerufen worden war und nicht vom Bahndrehimpuls, wie Stern und Gerlach glaubten. Stern erhielt 1943 den Nobelpreis für Physik.

Erwin Madelung:
gut informiert, aber wissenschaftlich konservativ

Nur zwei Jahre, nachdem Born seine fruchtbare Tätigkeit in Frankfurt entfaltet hatte, wurde er nach Göttingen berufen. Sein Nachfolger Erwin Madelung wirkte auf begabte junge Physiker anscheinend weniger inspirierend, wenn man der Aussage eines der berühmtesten Frankfurter Physikstudenten, dem Nobelpreisträger Hans Albrecht Bethe, folgt. Er beschrieb Madelung als einen gut informierten, aber wissenschaftlich konservativen Physiker. In Frankfurt habe er »in einer Art Vakuum studiert«. Die Quantentheorie sei noch nicht einmal erwähnt worden^{17/}. Tatsächlich verließ der wissbegierige Student Frankfurt, noch bevor Madelung die Quantentheorie in seinem Vor-



lesungszyklus behandelte. Die Empfehlung, an eine Universität mit ausgeprägtem Schwerpunkt in theoretischer Physik zu wechseln, erhielt Bethe damals von Karl Wilhelm Meissner, dem Nachfolger Gerlachs. Man würde jedoch Madelung Unrecht tun, wenn man sein großes Engagement für die Lehre nicht würdige. Zu seinen wichtigsten Beiträgen gehört das Buch »Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers«, das zu einem Standardwerk der theoretischen Physik wurde und in zahlreichen Auflagen erschien. ♦

Die Autorin

Anne Hardy ist Diplom-Physikerin und Wissenschaftshistorikerin. Zur Zeit bearbeitet sie ein DFG-Forschungsprojekt am Institut für Geschichte der Medizin in Heidelberg.

Max Born (links), Otto Hahn (rechts) und Max von Laue, Autor des ersten Lehrbuches über die Relativitätstheorie, auf der Nobelpreisträger-Tagung in Lindau 1959.

Universitätsarchiv

^{11/} Friedrich Beck, Max von Laue, in: Klaus Bethge, Hort Klein, Physiker und Astronomen in Frankfurt, S. 24–37, hier S. 31.

^{12/} Beck, Laue, S. 31, Promotionsalbum der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt.

^{13/} Universitätsarchiv Frankfurt, Abt. 144, Nr. 23, Blatt 10, 11.

^{14/} Leider ist die Personalakte von Elisabeth Bormann nicht erhalten geblieben. Die zitierten Hinweise zu ihr finden sich in Max Born, Mein Leben. Die Erinnerungen

des Nobelpreisträgers, München 1975, S. 264, 269f. Auch Alice Golsen hat außer ihrer gemeinsamen Veröffentlichung mit Gerlach (Über eine neue Messung des Strahlungsdrucks, in: Zeitschrift für Physik, Bd. 15, 1923, S. 1–7) nur wenige Spuren in

Frankfurt hinterlassen. Aus dem Promotionsalbum der naturwissenschaftlichen Fakultät geht hervor, dass sie am 22.8.1889 in Wiesbaden geboren wurde. Sie studierte zwei Semester in Berlin, acht in Heidelberg und sechs in Frankfurt. Sie wurde am 14. Mai

1924 promoviert. Promotionsalbum der naturwissenschaftlichen Fakultät, Teil 1, Eintrag Nr. 254.

^{15/} Universitätsarchiv Frankfurt, Abt. 144, Nr. 288, Blatt 8.

^{16/} Die Vorlesungsverzeichnisse sind von 1915 an über die Homepage des Frankfurter Universitätsarchivs zugänglich.

^{17/} Bethe in einer dreiteiligen Interview-Serie mit der Zeitschrift New Yorker, Bd. 55, 3.12.1979, S. 50.

»...denn schließlich hatte ich doch selbst diese Tragödie mit ausgelöst«

Otto Hahn im Spannungsfeld von Wissenschaft und Politik



Otto Hahn im Sommer 1957.

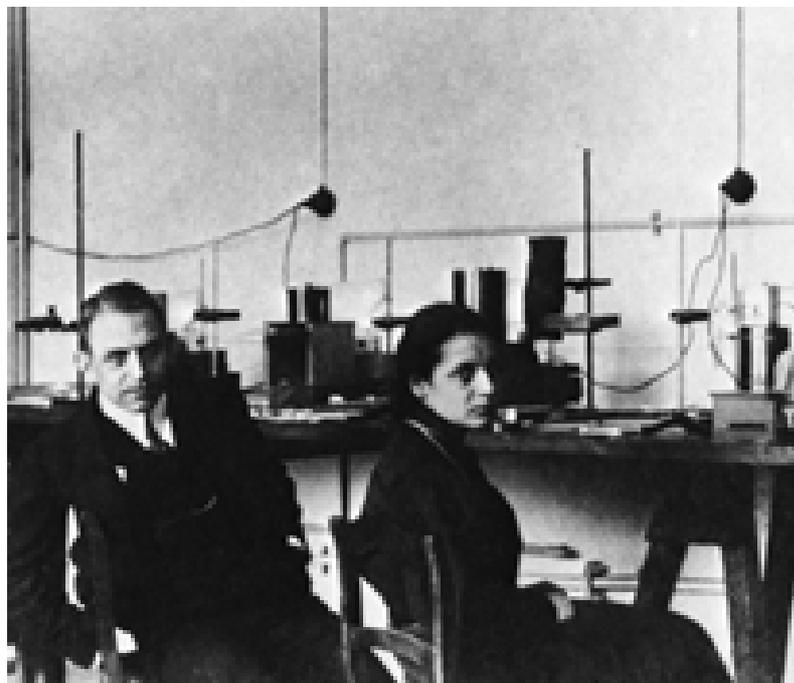
Im Januar 1915 trafen sich in Brüssel zwei Berliner Chemiker, die gut miteinander bekannt waren: der 35jährige in Frankfurt geborene Otto Hahn, Abteilungsleiter im Kaiser-Wilhelm-Institut (KWI) für Chemie, und der zehn Jahre ältere Fritz Haber, Direktor des benachbarten KWI für Physikalische Chemie. Hahn, weltbekannter Fachmann für radioaktive Elemente, war jetzt Offiziersstellvertreter an der Westfront. Haber hatte 1913 zusammen mit Carl Bosch in der chemischen Industrie eine weltbewegende Innovation eingeführt: die Synthese von Ammoniak, das als Düngemittel unentbehrlich war und bald auch die Kriegführung ohne Salpeter aus Übersee ermöglichte. Jetzt, als der deutsche Angriff auf Frankreich gescheitert war, organisierte Haber den Einsatz neuartiger Waffen. Giftgase sollten die Front wieder in Bewegung bringen. Dazu warb er jüngere Chemiker und Physiker für eine Spezialtruppe an, darunter auch Otto Hahn. Dessen Bedenken, der Einsatz von Giften verstoße ge-

gen die Haager Konvention, zerstreute Haber mit dem Argument, Chemiewaffen würden den Krieg verkürzen und letztlich Menschenleben retten. In den nächsten Jahren tat Hahn Dienst an allen Fronten, erprobte Gasmasken und neue Giftgase, beriet in der Heimat die Industrie bei der Herstellung von Gasmunition und war eine Zeit lang Verbindungsmann der Gasttruppe im »Grossen Hauptquartier«. Während eines längeren Aufenthalts in Berlin konnte Hahn auch wissenschaftlich weiter arbeiten. Dabei gelang ihm gemeinsam mit der Physikerin Lise Meitner die Entdeckung des Protactiniums, eines der letzten noch unbekanntesten Elemente.

Der Krieg endete in einer politischen und zivilisatorischen Katastrophe, nicht zuletzt wegen Wissenschaft und Technik. Seit Kriegsbeginn gelangte der zur Herstellung von Sprengstoff notwendige Chile-

salpeter nicht mehr nach Deutschland. Carl Bosch und die BASF entwickelten aber in kürzester Zeit ein Verfahren, mit dem aus Ammoniak Salpetersäure gewonnen werden konnte. Andernfalls hätte das Deutsche Reich schon 1915 kapitulieren müssen. Carl Duisberg, Generaldirektor von Bayer Leverkusen, sagte 1919 über den Kriegseinsatz der chemischen Industrie: »Wie heute die Lage ist, wäre es sicherlich für uns alle besser, wir hätten uns nicht so angestrengt ... Damit wäre sowohl für uns als auch für die ganze Kulturwelt ... jener traurige Zustand vermieden worden, unter dem wir heute alle leiden, nicht nur wir, sondern auch die anderen Völker.«

Hahn, der den Ersten Weltkrieg als tiefen Einschnitt in sein Leben empfand, rückte in den Nachkriegsjahren in die erste Reihe der deutschen Wissenschaftler auf. Albert Einstein, Max Planck und Fritz Haber verdankte er die Aufnahme in

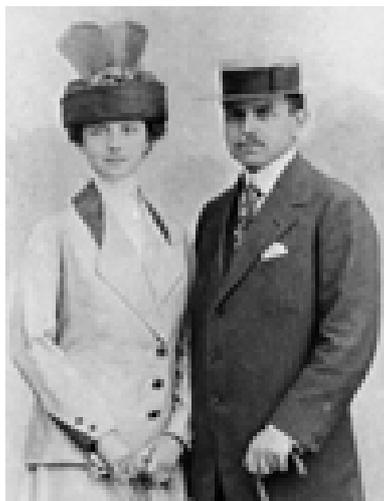


Otto Hahn und Lise Meitner im Labor, 1908. Mehr als ein halbes Jahrhundert später, im Jahr 1959, schrieb Lise Meitner über ihre Freundschaft mit Otto Hahn: »Wenn ich an unsere mehr als 30jährige Zusammenarbeit zurückdenke, so sind – abgesehen von den wissenschaftlichen Erlebnissen – meine stärksten und liebsten Erinnerungen die an Hahns fast unzerstörbare Fröhlichkeit und heitere Gemütsart, seine stete Hilfsbereitschaft und seine Freude an der Musik.«

die Preußische Akademie; 1928 übernahm er die Leitung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie. Zur selben Zeit begann der Niedergang der deutschen Politik, der auch die Wissenschaft mit sich riss. Antisemitische Agitation, schon im Kaiserreich verbreitet, flammte verstärkt auf. Schon 1919/20 hatte eine wüste Hetzkampagne gegen Einstein begonnen, in der sich hervorragende Wissenschaftler, darunter der Nobelpreisträger Philipp Lenard, unrühmlich hervortaten. 1924 hatte Richard Willstätter seine Münchener Professur aufgegeben, weil er



James Franck und Otto Hahn (Erster und Zweiter von links) bei der Erprobung von Gasmasken.



Das Ehepaar Edith und Otto Hahn, 1913.

den Antisemitismus der Fakultät nicht mehr ertragen mochte. Otto Hahn stand vielen jüdischen Wissenschaftlern nahe: Willstätter war Stellvertretender Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie gewesen, James Franck und Gustav Hertz hatten gemeinsam mit Hahn in Habers Gaskampftruppe gedient. Auch Meitner und Haber waren jüdischer Abstammung.

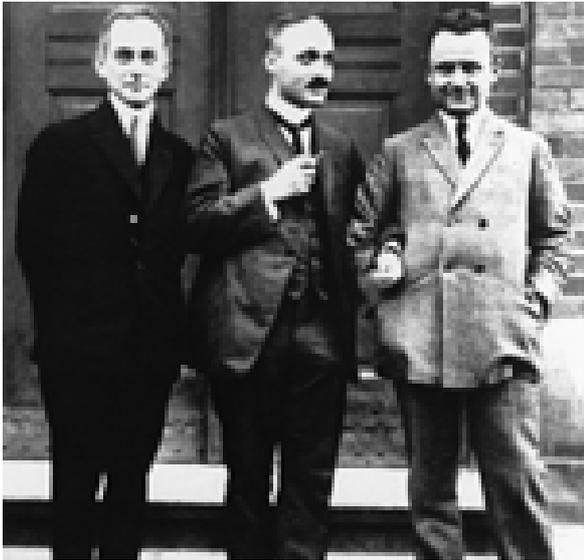
Als 1933 die Verfolgung und Misshandlung der Juden begann, war Hahn in den USA. Journalisten interviewten ihn dazu und stürzten ihn in einen Loyalitätskonflikt: Konnte er in der ausländischen Presse seine Meinung über die neue Reichsregierung sagen? Seine Antworten klangen nach peinlicher politischer Naivität. Aber der Eindruck täuscht wohl, denn nach dem Interview trug er dem deutschen Botschafter in Washington vor, wie sehr die schändlichen Ereignisse dem Ansehen Deutschlands schade-

ten. Noch im gleichen Jahr wurden alle jüdischen Professoren entlassen. James Franck, als ausgezeichnete Kriegsteilnehmer zunächst noch nicht betroffen, legte aus Protest seine Göttinger Professur nieder, was großes Aufsehen erregte. Er wäre gerne in Deutschland geblieben, war aber gezwungen auszuwandern. Bald war ein großer Teil der deutschen Spitzenforscher vertrieben oder freiwillig gegangen. Carl Bosch, Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, wies Hitler auf die katastrophalen Folgen hin und erhielt die Antwort: »Dann arbeiten wir eben einmal hundert

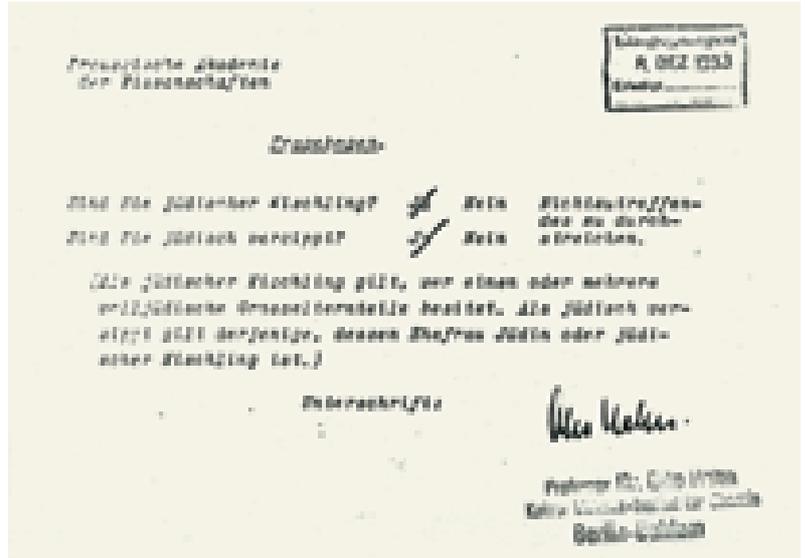
Jahre ohne Chemie und Physik.« Lise Meitner verlor ihre Professur, konnte aber im Kaiser-Wilhelm-Institut als Österreicherin noch weiterarbeiten. Otto Hahn legte kurz danach seine Professur nieder. Als im Jahr darauf die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft eine Gedenkfeier für den verstorbenen Fritz Haber veranstaltete, war allen Professoren die Teilnahme verboten. Hahn, der Nicht-mehr-Professor, hielt die Gedächtnisrede und verlas auch die eines Haber-Schülers, der nicht sprechen durfte – eine mutige, aber im Grunde hilflose Geste gegen die von Amts wegen verordnete Barbarei.



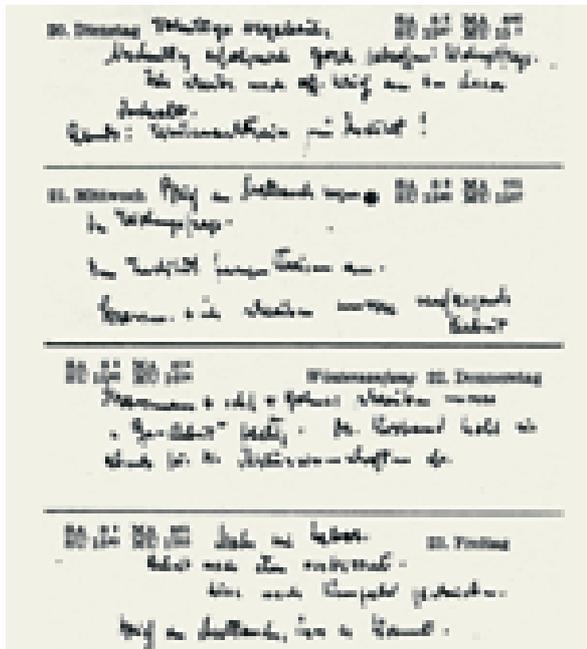
1920 im Kaiser-Wilhelm-Institut für Physikalische Chemie von Fritz Haber: untere Reihe von links James Franck (Dritter), Lise Meitner (Vierte), Otto Hahn (Fünfter); mittlere Reihe von links Albert Einstein (Erster), Fritz Haber (Zweiter) und obere Reihe rechts Gustav Hertz.



Max Born, James Franck und Robert Pohl (von links). Hundert Tage nach Hitlers Regierungsantritt waren Born und Franck nicht mehr im Amt.



Im Dezember 1933 forderte die Preußische Akademie der Wissenschaften Otto Hahn auf zu erklären, ob er »jüdischer Mischling« sei. Hahn verneinte dies, obwohl seine Großmutter nach den absurden Arierbegriffen der Nazis möglicherweise Jüdin war.



Notizkalender Otto Hahns aus dem Jahre 1938
 am 21. Dezember:
 »Strassm. + ich schreiben unsere aufregende Arbeit.«
 am 22. Dezember:
 »Strassmann + ich (+ Bohne) schreiben unsere »Ba-Arbeit« fertig.
 Dr. Rosbaud holt sie abends für die Naturwissenschaften ab.«

Sein Austritt aus der Fakultät hatte noch ein Nachspiel, das er später so schilderte: »Fr. Dr. Erika Cremer ... erzählte, sie habe in München die Ausstellung »Der ewige Jude« gesehen. Bei den 1933 in Berlin entlassenen jüdischen Professoren sei auch mein Name dabei. Wir lachten beide darüber ... da kam eines Tages ein sehr aufgeregter Anruf der Generalverwaltung der K.W.G., ... mein Name sei unter der Liste der entlassenen Professoren etc. Ich

Hanno Hahn
 schenkte dieses
 »Gebet des For-
 schers« seinem
 Vater.



antwortete, das sei mir bekannt. Als sie fragten, was ich dagegen unter-
 nommen hätte, sagte ich: »Nichts.«
 Sie waren etwas entsetzt darüber,
 und ich musste wieder einmal fest-
 stellen, dass ich »arisch« sei.« Auch
 während des Kriegs verleugnete
 Hahn seine Verbundenheit mit jüdi-
 schen Freunden und Mitarbeitern
 nicht. So nahm er 1942 mit wenigen
 Freunden an der Beerdigung von
 Arnold Berliner teil, der sich vor der
 Deportation das Leben genommen
 hatte. 1944 intervenierte er bei der
 Gestapo für die jüdische Witwe eines
 Mitarbeiters, die nach dem Tod ihres
 Mannes nach Theresienstadt ver-
 schleppt worden war: Nur sie könne
 die kriegswichtigen Forschungs-
 ergebnisse ihres Mannes übersehen.
 Sie überlebte die Nazizeit.
 Die Arbeiten, die zur Entdeckung
 der Kernspaltung führten, hatten
 schon 1934 begonnen. Der italieni-
 sche Physiker Enrico Fermi behauptete,
 aus Uran durch Bestrahlen mit
 Neutronen bisher unbekannte Ele-

mente, »Transurane«, erhalten zu
 haben. Auch Meitner, Hahn und
 Strassmann untersuchten die »neu-
 en« Elemente und waren dann an
 einer langen Folge von Irrtümern
 beteiligt, die in der modernen Wis-
 senschaft ohne Gegenstück ist. 1937
 machte die Arbeitsgruppe um Irène
 Joliot-Curie in Paris erste Beobach-
 tungen, die Zweifel aufkommen
 ließen. Im nächsten Jahr wurde die
 Berliner Gruppe gesprengt. Lise
 Meitner war durch den »An-
 schluss« Österreichs an das Deut-
 sche Reich über Nacht deutsche Jü-
 din geworden und damit in unmit-
 telbarer Gefahr. Jetzt war es an der
 Zeit zu fliehen. Der niederländische
 Physikochemiker Dirk Coster kam
 nach Berlin und begleitete die fast
 Sechzigjährige auf der Flucht. Über
 Groningen und Kopenhagen ge-
 langte sie nach Stockholm, wo sie
 den Krieg überlebte.
 Hahn wusste nur zu gut, wie un-
 entbehrlich ihr physikalischer Sach-
 verstand für die Berliner Arbeiten

Das Otto Hahn Zentrum in Frankfurt am Main

Während Otto Hahns dienstlicher Nachlass im Max-Planck-Archiv in Berlin verwaltet wird, befindet sich sein Privatnachlass – persönliche Dokumente, Ehrungen und Auszeichnungen sowie private Briefe – jetzt dauerhaft in Frankfurt. Nach zähen Verhandlungen mit dem Alleinerben Dietrich Hahn erhielt die Frankfurter Ernst Max von Grunelius-Stiftung unter Vermittlung des Physikalischen Vereins im Jahr 2002 den Zuschlag. Seitdem erwarb die Stiftung außerdem – ebenfalls mit Hilfe des Physikalischen Vereins – zwei Teilnachlässe, die persönliches Material von Otto Hahn aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg umfassen. In den letzten Kriegsjahren waren sowohl die Privatwohnung Hahns als auch das Kaiser-Wilhelm-Institut ausgebombt worden. Otto Hahn hatte jedoch ihm persönlich wichtige Dokumente in mehreren Koffern vor der Ausbombung in Sicherheit gebracht. Zwei dieser Koffer sind in den letzten Jahren wieder aufgetaucht, ihr Inhalt befindet sich nun im Besitz der Ernst Max von Grunelius-Stiftung.

Otto Hahns Verbindung zum Frankfurter Physikalischen Verein reicht bis in die Schuljahre des Chemikers zurück. So vertiefte Hahn sein Interesse für Naturwissenschaften bereits in den 1890er Jahren in den traditionsreichen Schülervorlesungen des Physikalischen Vereins, die heute noch regelmäßig stattfinden. Im Jahre 1899 absolvierte er ein Chemiepraktikum im Physikalischen Verein während des Sommers, den der Marburger Student zu Hause verbrachte. Zu dieser Zeit, also lange vor der Gründung der Universität 1914, beschäftigte der Physikalische Verein Professoren für Physik und Chemie. Die Institute des Vereins gingen dann mit Räumlichkeiten und Personal in die Universität als Stiftung ein. Im Jahre des einhundertjährigen Bestehens des Physikalischen Vereins 1924 wurde Hahn zum Ehrenmitglied ernannt. Heute besteht eine enge Kooperation zwischen der Ernst Max von Grunelius-Stiftung und dem Physikali-

schen Verein. Der Verein hat das Otto Hahn Zentrum gegründet und verwahrt die Otto Hahn-Sammlung für die Stiftung. Die Präsentation der Sammlung im Rahmen einer Dauerausstellung wird angestrebt und das Otto Hahn Zentrum soll als wissenschaftliche Einrichtung betrieben werden, an der auch mit dem nun hier vorhandenen Quellenmaterial wissenschaftshistorisch gearbeitet werden soll. Hierzu gehört insbesondere auch eine Sammlung von Taschenkalendern mit tagebuchartigen Aufzeichnungen Otto Hahns, die die Jahre 1928 bis 1967 abdeckt. Darüber hinaus finden sich in dem im März 2003 aufgetauchten Teilnachlass Briefe Otto Hahns an seine Frau Edith, die seine Stationen im Ersten Weltkrieg dokumentieren.

Auch dieser Briefwechsel soll wissenschaftlich aufgearbeitet werden.

Das Otto Hahn Zentrum (Direktor: Dr. Frank Linhard) wird vom Physikalischen Verein und der Ernst Max von Grunelius-Stiftung betrieben. Das universitäre Institut für Geschichte der Naturwissenschaften im Fachbereich Physik ist an der wissenschaftlichen Aufarbeitung des Materials beteiligt. Außerdem strebt der Physikalische Verein eine Beteiligung der Stadt Frankfurt und des Landes Hessen am Otto Hahn Zentrum an, so dass der Ausstellungsbetrieb langfristig gesichert wer-



Otto Hahn gehört zu den bedeutendsten aus Frankfurt stammende Naturwissenschaftlern. Sein Geburtstag jährte sich in diesem Jahr zum 125. Mal.

den könnte. Das Otto Hahn Zentrum ist Teil des konzipierten Science Centers, das vom Verein in Nachbarschaft zum Senckenbergmuseum geplant ist. Hier sollen naturwissenschaftliche Exponate das Interesse an den Naturwissenschaften im Rahmen einer didaktischen Gesamtkonzeption vertiefen oder wecken. Die Sternwarte und das geplante Planetarium sind ebenfalls Teile dieses Konzepts. ◆

Der Autor

Dr. Frank Linhard studierte theoretische Physik und Geschichte der Naturwissenschaften am Fachbereich Physik der Universität Frankfurt. Er ist dort am Zentrum zur Erforschung der Frühen Neuzeit beschäftigt und als Lehrbeauftragter am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften der Universität tätig. In diesem Jahr wurde er zum Direktor des Otto Hahn Zentrums im Physikalischen Verein gewählt.



Otto Hahn und Lise Meitner 1959 bei der Eröffnung des Hahn-Meitner-Instituts in Berlin.

war und hielt sie brieflich auf dem Laufenden, so gut es ging. Gegen Jahresende fanden Hahn und Strassmann etwas völlig Unerwartetes: Nicht Radium hatte sich gebildet, wie sie geglaubt hatten, sondern radioaktives Barium; das Uran war in leichtere Elemente aufgespalten worden. Am 19. Dezember 1938 schilderte Hahn Lise Meitner diesen Befund und fügte hinzu: »Ich habe mit Strassmann verabredet, dass wir vorerst nur Dir dies sagen wollen. ... Falls Du irgendetwas vorschlagen könntest, das Du publizieren könntest, dann wäre es doch noch eine Art Arbeit zu dreien.« Meitner und ihr Neffe Otto Robert Frisch fanden bald die Erklärung: Atomkerne sind nicht so starr, wie man geglaubt hatte. Wenn in dem Urankern ein Neutron stecken bleibt, wird er völlig instabil und zerreißt in zwei Bruchstücke, die mit großer Wucht auseinanderfliegen. Hahn schrieb, als Chemiker müssten sie die Bildung von Barium feststellen, könnten sich aber »als der Physik in gewisser Weise nahestehende ›Kernchemiker‹« noch nicht dazu entschließen. Damit zögerte er, die eigentliche Entdeckung zu behaupten. Dagegen sprachen Meitner und Frisch wenige Wochen später schon im Titel ihrer Veröffentlichung ganz zutreffend von einer Kernreaktion neuer Art. Sie führten auch die Bezeichnung »Kernspaltung« (nuclear fission) ein.

Schon bald wurde klar, dass die neue Energiequelle zu Waffen von ungeheurer Zerstörungskraft führen konnte. Unmittelbar nach Kriegsbeginn beauftragte das Hee-

reswaffenamt die deutschen Kernforscher, darunter auch Hahn, zu untersuchen, ob solche Waffen entwickelt werden könnten. 1942 entschied Rüstungsminister Albert Speer aber, keine Atombombe zu bauen, da diese nicht rechtzeitig fertig gestellt werden konnte. Die Entwicklung eines Uranreaktors wurde jedoch weiter betrieben. Für Hahn war der Gedanke, Hitler könnte zu Atomwaffen gelangen, ein Albtraum. Werner Heisenberg, der Leiter des deutschen Uranprojekts, schrieb in seinem Buch »Der Teil und das Ganze«, wo immer Hahn danach gefragt worden sei, habe er von der kriegerischen Anwendung der Atomspaltung abgeraten und davor gewarnt.

Otto Hahn (rechts) mit Fritz Strassmann an dem wieder aufgebauten Arbeitstisch im Jahr 1962 im Deutschen Museum in München. Chemische und physikalische Arbeitsgeräte charakterisieren die enge Zusammenarbeit von Lise Meitner, Otto Hahn und Fritz Strassmann.



1945 wurde Hahn mit neun anderen Wissenschaftlern, darunter Werner Heisenberg und Carl Friedrich von Weizsäcker, in England interniert, ohne zu wissen warum. Um diese Zeit stellten die USA die Atombombe fertig; sie sollte gegen Japan, das in militärisch hoffnungsloser Lage immer noch weiter kämpfte, eingesetzt werden. Eine Kommission von Wissenschaftlern unter Leitung von James Franck, Otto Hahns Freund und früherem Weggenossen, warnte in einem Memorandum, dem »Franck-Report«, vergeblich vor den politischen Folgen, darunter dem atomaren Wettrüsten, das dann unvermeidlich sei. Nach dem Abwurf über

Hiroshima begriffen die deutschen Wissenschaftler in England, dass die USA Atombomben gebaut und als Massenvernichtungsmittel eingesetzt hatten. Hahn war entsetzt: »Ich danke Gott auf Knien, dass wir keine Uranbombe gemacht haben.« Noch während der Internierung wurde ihm der Nobelpreis für Chemie für das Jahr 1944 verliehen, dessen Annahme ihm während Hitlers Herrschaft verboten gewesen wäre.

Hahn kehrte Anfang 1946 nach Deutschland zurück und übernahm die Präsidentschaft der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und später ihrer Nachfolgerin, der Max-Planck-Gesellschaft. Der Kalte Krieg und das atomare Wettrüsten begannen. 1949 zündete die Sowjetunion ihre

erste Atombombe. Die Atomkräfte erprobten Wasserstoffbomben und planten noch verheerendere Waffen, die ganze Länder unbewohnbar machen konnten. Hahn, der immer wieder auf diese Gefahren angesprochen wurde, hielt dazu 1955 einen Rundfunkvortrag. Im Gegensatz zu anderen, allgemeiner gehaltenen Warnungen sprach er darin unmissverständlich aus, »dass die Menschheit heute oder in naher Zukunft wirklich in der Lage ist, sich selbst auszulöschen.« Er forderte eine »internationale Kontrolle über die Entwicklung der Atomwaffen oder besser: eines friedlichen Zusammenlebens der Völker«. Sein Vortrag erregte großes Aufsehen,

wurde als Manuskript verbreitet und von ihm selbst in englischer Sprache in der BBC verlesen. Im gleichen Sinn initiierte er die »Mainauer Kundgebung« der in Lindau versammelten Nobelpreisträger, zu der Max Born, Werner Heisenberg und Carl Friedrich

von Weizsäcker beitrugen und der sich schließlich über 50 Forscher aus aller Welt anschlossen.

Als sich 1957 die Anzeichen mehrten, die Bundeswehr solle mit Atomwaffen ausgerüstet werden, wandten sich 18 deutsche Atomforscher in der »Göttinger Erklärung«

dagegen und lehnten jegliche Mitarbeit an Atomwaffen ab. Ein Gespräch, das Weizsäcker, Hahn und drei andere Wissenschaftler mit Bundeskanzler Konrad Adenauer und Verteidigungsminister Franz Josef Strauß führten, schloss damit, dass die Bundesregierung auf die

Otto Hahn und bedeutende Zeitgenossen

Ardenne, Manfred von (*1907 Hamburg, †1997 Dresden), Physiker. 1928 eigenes Institut für Elektronenphysik in Berlin; bedeutende Entwicklungen (Mehrfach-Elektronenröhre, elektronische Fernsehkamera, Rasterelektronenmikroskop). 1945 in Suchumi (Sowjetunion) Direktor des Instituts für Isotopentrennung. 1955 Professor in Dresden, Leiter eines eigenen Forschungsinstituts; dort bioelektronische und medizinische Forschung: Krebs-Hyperthermie-Behandlung; Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie.

Born, Max (*1882 Breslau, †1970 Göttingen), theoretischer Physiker. Professor in Breslau, Frankfurt am Main und Göttingen. 1933 nach Amtsenthebung emigriert; 1935-53 Professor in Edinburgh. Außerordentlich vielseitige Arbeiten zur Thermodynamik, Relativitätstheorie, Kristallphysik und Grundlagen der Quantentheorie. 1954 Nobelpreis für Physik, gemeinsam mit Walther Bothe.

Bosch, Carl (*1874 Köln, †1940 Heidelberg), technischer Chemiker. Tätigkeit bei BASF in Ludwigshafen, dort Verwirklichung der technischen Ammoniaksynthese nach Fritz Haber und großtechnische Salpetersäuregewinnung in Leuna. 1919 Vorstandsvorsitzender der BASF, später der IG Farbenindustrie. 1937 Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft. Chemie-Nobelpreis 1931, gemeinsam mit Friedrich Bergius.

Fermi, Enrico (*1901 Rom, †1954 Chicago), Physiker. Professor in Rom. Sehr vielseitige Arbeiten zur Quantentheorie, zur Theorie der Festkörper und zum radioaktiven Zerfall. 1934 Entdeckung der künstlichen Radioaktivität durch Neutronenbestrahlung. 1938 nach Emigration Professor in New York, später in Chicago. Dort 1942 im Rahmen des Manhattan-Projekts Entwicklung des ersten Kernreaktors. Physik-Nobelpreis 1938.

Franck, James (*1882 Hamburg, †1964 Göttingen), Physiker. 1913 gemeinsam mit Gustav Hertz in Berlin Elektronenstoß-Anregung von Quecksilberdampf. Professor in Berlin, Abteilungsleiter im Kaiser-Wilhelm-Institut für Physikalische Chemie; 1920 Professor in Göttingen. 1933 Amtsverzicht. Nach Emigration Professor in Baltimore und Chicago. Bedeutende Arbeiten über Gasentladungen, zur Quantenphysik, Spektroskopie und Photochemie. 1925 Physik-Nobelpreis, gemeinsam mit Gustav Hertz.

Frisch, Otto Robert (*1904 Wien, †1979 Cambridge), Physiker. Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin, später bei Otto Stern in Hamburg und ab 1934 bei Niels Bohr in Kopenhagen. 1939 gemeinsam mit Lise Meitner erste Theorie der Kernspaltung; experimenteller Nachweis der daraus vorhergesagten hohen Energie. 1939 in England; 1943 in USA Mitarbeit am Manhattan-Projekt. 1947 bis 1972 Professor in Cambridge.

Haber, Fritz (*1868 Breslau, †1934 Basel), Chemiker, Professor in Karlsruhe. Hochdrucksynthese des Ammoniaks. 1912 Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physikalische Chemie in Berlin. 1914 Initiator und Organisator des Einsatzes von Chemiewaffen. 1933 Rücktritt als Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts und Emigration. 1918 Chemie-Nobelpreis.

Hahn, Otto (*1879 Frankfurt, †1968 Göttingen), Chemiker. Seit 1904 Arbeiten zur Radiochemie in London und Toronto. Professor in Berlin. 1912 Abteilungsleiter im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, 1928 Direktor. 1918 gemeinsam mit Lise Meitner Entdeckung des Protactiniums. 1938 gemeinsam mit Fritz Strassmann Entdeckung der Kernspaltung. 1946 letzter Präsident der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und anschließend Präsident der Max Planck-Gesellschaft bis 1960. 1944 Chemie-Nobelpreis (verliehen 1945).

Heisenberg, Werner (*1901 Würzburg, †1976 München), theoretischer Physiker. Professor in Leipzig. Grundlegende Arbeiten zur Quantenmechanik und zur Kernphysik. Nach 1941 Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik und Astrophysik in Berlin und Leiter des erfolglosen deutschen Uranprojekts zum Aufbau eines Kernreaktors. 1946 Direktor des Max Planck-Instituts in Göttingen; Professor in München, Berlin und Göttingen. 1932 Physik-Nobelpreis.

Joliot-Curie, Irène (*1897 Paris, †1956 Paris), Radiochemikerin. 1934 gemeinsam mit ihrem Ehemann Frédéric Joliot (*1900 Paris, †1958 Paris) Entdeckung der künstlichen Radioaktivität. 1937 Professorin in Paris. 1935 Chemie-Nobelpreis gemeinsam mit Frédéric Joliot.

Meitner, Lise (*1878 Wien, †1968 Cambridge), Physikerin. In Berlin seit 1907 Zusammenarbeit mit Otto Hahn, zunächst im Chemischen Institut, dann im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, dort 1917 Abteilungsleiterin. 1918 gemeinsam mit Hahn Entdeckung des Protactiniums. Professorin in Berlin. 1938 Emigration nach Stockholm. Gemeinsam mit ihrem Neffen Otto Robert Frisch erste Theorie der Kernspaltung. 1947 Professorin in Stockholm.

Pauling, Linus (*1901 Portland, Oregon, †1994 Palo Alto, Kalifornien), Chemiker. Professor in Pasadena, San Diego und Palo Alto. Außerordentlich vielseitige Arbeiten über Struktur und chemische Bindung in Molekülen und Kristallen, über die Anwendung der Quantenmechanik auf chemische Probleme (»Quantenchemie«) und die Natur der chemischen Bindung sowie zahlreiche biologisch und medizinisch wichtige Verbindungen. Starkes Engagement gegen Kernwaffen und -versuche. 1954 Chemie-Nobelpreis; 1962 Friedensnobelpreis.

Strassmann, Fritz (*1902 Boppard, †1980 Mainz), analytischer Chemiker. Mitarbeiter von Otto Hahn und Lise Meitner im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie bei der Untersuchung der Umwandlungsprodukte des Urans nach Neutronenbeschuss. 1938 gemeinsam mit Hahn Entdeckung der Kernspaltung. 1946 Professor in Mainz.

Weizsäcker, Carl Friedrich von (*1912 Kiel), theoretischer Physiker und Philosoph. Mitarbeiter in den Kaiser-Wilhelm-Instituten für Chemie beziehungsweise Physik in Berlin; Professor in Berlin und Straßburg. Nach 1945 Abteilungsleiter im Max-Planck-Institut für Physik in Göttingen. 1957 Professor für Philosophie in Göttingen. 1970–1981 Direktor des Max-Planck-Instituts zur Erforschung der Lebensbedingungen der wissenschaftlich-technischen Welt in Starnberg.

Willstätter, Richard (*1872 Karlsruhe, †1942 Muralto), organischer Chemiker. Professor in München und Zürich, 1912 Stellvertretender Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie. Arbeiten über Pflanzenfarbstoffe, insbesondere Chlorophyll. 1915 Professor in München. 1924 Amtsverzicht. 1939 Emigration in die Schweiz. 1915 Chemie-Nobelpreis.



Otto Hahn mit Werner Heisenberg und Linus Pauling auf der Tagung der Nobelpreisträger 1964 in Lindau.

Herstellung eigener Atomwaffen verzichtete – eine Erklärung, die bis heute gültig ist. 1958 forderte der amerikanische Chemiker Linus Pauling, unterstützt von über 9000 Wissenschaftlern aus aller Welt, darunter auch Otto Hahn, die Einstellung der Atomwaffenversuche. Das führte zu einem Teilerfolg: Die Atom-mächte verzichteten auf Versuche in der Atmosphäre und unter Wasser.

Was bewegte Hahn zu dem unermüdlichen Engagement gegen die Atomwaffen? Es war nicht die Entdeckung der Kernspaltung. Vielmehr kam er in späteren Jahren immer wieder auf den lange zurückliegenden Gaskrieg zu sprechen. In seiner Autobiographie schreibt er über ein Fronterlebnis: »Ich war damals tief beschämt und innerlich sehr erregt, denn schliesslich hatte

ich doch selbst diese Tragödie mit ausgelöst«, und in einem Interview ergänzte er: »Erst haben wir die russischen Soldaten mit unserem Gas angegriffen, und als wir dann die armen Kerle liegen sahen, haben wir ihnen mit unseren Selbstrettern

das Atmen erleichtert. Da wurde uns die ganze Unsinnigkeit des Krieges bewusst ... Doch retten konnten wir die armen Menschen nicht mehr.« Zwei Jahre vor seinem Tod sagte er zu Manfred von Ardenne: »Ich habe mir damals tatsächlich einreden lassen, der Einsatz von Gas würde den Krieg verkürzen ... Richard Willstätter – und der war ja auch Chemiker – hat sich dazu nicht hergegeben. ... Wir haben erst aus den Erfahrungen lernen müssen.«

Die Bereitschaft, sich begangene Fehler einzugestehen, war Hahns eigentliche Stärke, bei der Entdeckung der Kernspaltung ebenso wie bei dem Urteil über seine Teilnahme am Gaskrieg. Die deutschen Wissenschaftler, die sich zur Beteiligung am Gaskrieg entschlossen hatten, erkannten erst später, welch ein Fehler es gewesen war, die Wissenschaft für Kriegszwecke zu missbrauchen. Otto Hahn zog – wie andere auch – die Lehre daraus und setzte sich nach Kräften gegen eine Wiederholung dieses Fehlers ein. Wir dürfen das als sein Vermächtnis an uns alle betrachten. ◆

Otto Hahn (1879–1968)

- 1879 geboren in Frankfurt am Main
- 1899 Chemie-Praktikum beim Physikalischen Verein
- 1901 Promotion in Chemie
- 1907 Beginn der Zusammenarbeit mit Lise Meitner
- 1912 Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem
- 1918 Entdeckung des Protactiniums gemeinsam mit Lise Meitner
- 1928 Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie
- 1938 Entdeckung der Kernspaltung zusammen mit Fritz Strassmann
- 1945 Chemie-Nobelpreis für das Jahr 1944
- 1946 Präsident der Max-Planck-Gesellschaft
- 1955 Initiator der Mainauer Erklärung gegen den Missbrauch der Atomenergie
- 1957 Mitinitiator der Göttinger Erklärung
- 1968 gestorben in Göttingen

Der Autor

Prof. Dr. Martin Trömel war 1971 bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2000 Professor für anorganische Chemie an der Universität Frankfurt. Sein fachlicher Schwerpunkt ist die Festkörperchemie. Daneben arbeitet er seit den 1980er Jahren über technik- und wissenschaftshistorische Themen.

Der Otto-Hahn-Preis

Der Otto-Hahn-Preis gehört zu den bedeutendsten Auszeichnungen, die in Frankfurt in den Naturwissenschaften vergeben wird. Nach vierjähriger Unterbrechung ist die Finanzierung des Preises jetzt wieder gesichert: 25 000 Euro steuert die Stadt Frankfurt bei, weitere 25 000 Euro sollen chemische und physikalische Vereinigungen, Stiftungen und Unternehmen zur Verfügung stellen.

Das Kuratorium der Stiftung wählt die Preisträger aus; ihm gehören neben dem Präsidenten der

Universität Frankfurt, Professor Dr. Rudolf Steinberg, die Frankfurter Oberbürgermeisterin Petra Roth, Kulturdezernent Hans-Bernhard Nordhoff und der Stadtverordneten-vorsteher Karlheinz Bührmann sowie Vertreter aus der Physik und Chemie an. Die nächste Preisverleihung findet voraussichtlich am 8. März 2005, dem Geburtstag von Otto Hahn, in der Paulskirche statt.

Der Preis wurde erstmals 1955 in München von der Gesellschaft Deutscher Chemiker und dem Verband Deutscher Physikalischer Ge-

sellschaften an Heinrich Wieland und Lise Meitner verliehen. Zum 90. Geburtstag von Otto Hahn im Jahr 1969 initiierte die Stadt Frankfurt die Otto-Hahn-Stiftung, die den Preis seitdem alle zwei Jahre vergibt.

Zu den bisherigen Preisträgern gehören Professor Dr. Walter Greiner (1982), Institut für Theoretische Physik der Universität Frankfurt, Professor Dr. Heinz Maier-Leibnitz (1984) sowie im Jahr 2000 drei Physiker der Gesellschaft für Schwerionenforschung in Darmstadt.

Mini-Campus für Kernfragen

Das Institut für Kernphysik von Ferdinand Kramer

Eigentlich sollte es eine Universität nach dem Campus-Vorbild werden, wie es Ferdinand Kramer während seines Exils in den USA, wohin er 1937 von Frankfurt aus emigriert war, kennen gelernt hatte – die neue Johann Wolfgang Goethe-Universität, für deren Wiederaufbau der Gestalter und Architekt des *Neuen Frankfurt* der 1920er Jahre 1953 vom damaligen Rektor Max Horkheimer in seine Heimatstadt Frankfurt zurückgerufen wurde. Aus den Plänen von Seminargebäuden, Laboreinrichtungen, Hörsälen, Bibliotheken und Studentenwohnheimen auf der grünen Wiese wurde aber bekanntlich nichts. Das »schmale Handtuch« inmitten des dicht besiedelten Bockenheim zwischen Gräfstraße und Senckenberganlage musste für den Neubau zahlreicher Institute genügen.

Ein wenig Campus-Konzeption allerdings war dennoch möglich, nicht nur beim Bau der biologischen Institute, sondern auch bei der 1956 in Angriff genommenen Errichtung des Frankfurter Instituts für Kernphysik, das neben dem in Garching als erstes in Deutschland über einen Kernreaktor verfügte. Bei Baubeginn unbebaute Brache, auf der allenfalls Großereignisse wie der Evangelische Kirchentag 1954 stattfanden, ist das kernphysikalische Gelände heute nur einen

Von der Klinke bis zum Teller: Präzision, Understatement, gestalterische Flexibilität.

Steinwurf vom Rebstockbad entfernt.

Das dreigeschossige Hauptgebäude flankiert den Eingang eines locker um eine Wegachse herum angeordneten Ensembles rechtwinklig zueinander stehender, unterschiedlicher Bauformen. Diese reichen von eingeschossigen Werkstätten, schuppenartigen Verhauen, offenen Verbindungsgängen bis zu den hermetisch verschlossenen Kuben der Teilchenbeschleuniger und dem polygonalen Reaktor-Rundbau als Kopf des gesamten Gebäudeensembles. Eingangsgebäude – mit Seminar- und Büroräumen, Bibliothek und Hörsaal und der an den Kernreaktor anschließende Instituts- und Kontrollbau am Ende der Geländestrecke – korrespondieren

Quadratisch, weiß und rot: sechs große Zahlentafeln auf dem Mini-Campus als Wegleitsystem in ästhetischer Sachlichkeit.



miteinander und bilden eine Art Klammer um die Campus-Fläche. Diese Gebäude sind, wie fast alle Kramerschen Entwürfe für die Frankfurter Universitätsinstitute, Betonskelettbauten. Dieses Betonskelettbauwerk hat den Vorteil, im Innern dispo- nible Grundrisse zu ermöglichen, weil das Raster sämtliche Trage- und Stützfunktionen des Baus übernimmt und die Wände von die-

Das nukleare Pantheon: Zentral- und Rundbau als des Campus' Kern.

Campus-Pforte, Labors, Büros, Hörsaal, Bibliothek und Gäste- und Schichtdienst-Penthouse: alles in Kramers typischem Betonraster untergebracht – außen starr, innen flexibel.



Treppenabgänge führen aus dem fensterlosen Hörsaal an Glasbausteинwänden vorbei in das Foyer, das sich unter dem Hörsaal befindet.



Unterschlupf, Ausblick, gläserne Wand – Kramers blickoffene Räume.

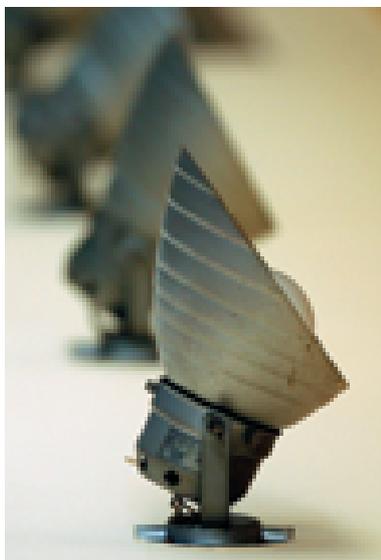


Als vorbildlich ausgezeichnet: Im Universitätsbau suchte Kramer die Balance zwischen Rationalität und klassischer Proportionalität.



Höhle, Klausur, Saal zum Hören – Kramers blickdichte Räume.

Zeiss-Ikon-Industrieleuchten als Deckenstrahler im zivilen Bereich waren schon in den 1920er Jahren Kramers luminale Innovation.



ser Aufgabe befreit. Ausgestaltung der Rasterflächen mit Glas, Glasbaustein, Sichtbeton und Klinker sind den verschiedenen Funktionen im Innern geschuldet.

Treppenhaus-Konstruktionen, Grundriss-Module, die Eisen-Glas-Türflächen vor den einzelnen Geschossgängen, die Türdrücker, das Mobiliar, die Regalsysteme sind in Abwandlung auch aus den anderen Frankfurter Instituten bekannt. Sie entsprechen den vielfältig variierbaren Entwürfen des Universitäts-Hochbauamts, wo Kramer mit seinen 30 Mitarbeitern arbeitete – eine Art akademische Bauhütte, die sich so explorativ und praxisbezogen verstand wie die Wissenschaft, für

die sie plante. Besonderheiten des Eingangsgebäudes sind ein Penthouse mit Gästewohnungen und im ersten Stock ein großer Hörsaal, der, fensterlos wie im großen Hörsaalgebäude in Bockenheim, Kramers Konzept des strikten, klausurierten Lernens dokumentiert. Interessant sind hier die scherenförmig aufeinander zulaufenden Treppenabgänge an der Hinterwand. Sie führen zum Erdgeschoss, das aus dem Freiraum des schräg über ihm hängenden Hörsaals gebildet wird und ein reizvolles Foyer mit Theken und angeschlossenen Versorgungsräumen ergibt.

Ist der abgeschottete Hörsaal ganz dem topologischen Archetyp

»Höhle« verpflichtet, so entspricht das Foyer mit einem sehr großen, bis zum Boden reichenden gläsernen Wandausschnitt demjenigen der »Savanne« – zu ebener Erde, ins Offene, auf Mobilität zielend. Zwischen dieser Engführung der beiden Licht- und Raumextreme, die Kramer überall zum Einsatz bringt, vermitteln zahlreiche Übergänge – von der Glasbausteinwand mit aparten Lichtbrechungen über die schmalen Fensterbänder bis hin zu gläsernen Eingangsbereichen.

Die Werkstätten auf dem Campus sind an den beiden Längsseiten vollständig verglaste, flache Hallen, die zudem durch die im Sheddach (zackenförmige Dachform, deren eine Neigungsflanke verglast ist) befindlichen Oberlichter regelrecht von Licht durchflutet werden. Die Orte kernphysikalischer Praxis, die beiden Teilchenbeschleuniger und der Reaktorzylinder, stellen ihre Technizität vehement mit massivem Betonsockel, außenliegenden Stahlkonstruktionen und metallischen Isolierplatten heraus. Die zahlreichen Verstrebungen bilden ein

ästhetisch interessantes Stütz- und Streberaster. Die je nach Funktion differenten Gestaltungsweisen und Materialien der Baukörper des Campus vermitteln den Arbeitscharakter des kernphysikalischen Instituts mit seinen naturgemäß divergenten Bestandteilen (Werkstatt, Seminarraum, Hörsaal, Labor, Reaktor, Teilchenbeschleuniger) sehr gut. Überall finden sich Details einer dem Gegenstandsbereich angemessenen Entwurfshaltung; so zum Beispiel die an den einzelnen Gebäuden hängenden roten Metallbleche mit den großen weißen Orientierungszahlen, die je nach Funktion blauen oder schwarzen Türen oder die als Gestänge-Skulptur wirkenden Falltreppen.

Ein besonderes Gebäude ist die kleine Mensa auf diesem Mini-Campus. An einer Seite komplett verglast, weist sie bis heute ein schönes Ensemble Kramerscher Ausstattung auf. Es hat sich hier, wie überall, wo mit den Kramer-Entwürfen sachgerecht, also gebrauchsbasiert umgegangen wird, in gutem Zustand erhalten.



Ausbau Campus Riedberg

Im 1999 abgeschlossenen Kulturvertrag wurden die Finanzbeziehungen zwischen Stadt und Land neu geregelt. Mit der Vereinbarung sind verlässliche Voraussetzungen für eine dauerhafte Standortsicherung sowie eine planbare, an einem langfristigen Bedarfskonzept ausgerichtete Standortentwicklung geschaffen worden. Mit dem Kulturvertrag hat sich das Land verpflicht-

tet, den universitären Teilstandort Rebstockgelände mit seinen kernphysikalischen Einrichtungen aufzugeben und das Gebäude bis spätestens Ende 2004 der Stadt in geräumtem Zustand zu überlassen. Im Gegenzug zahlt die Stadt, die auf den Grundstücken im Rahmen eines gemischt genutzten neuen Stadtteils Wohnungsbau ermöglichen wird, für einen Physik-Neubau

auf dem naturwissenschaftlichen Campus Riedberg einen Zuschussbetrag von 20,45 Millionen Euro. Der Neubau wird nicht nur die Kernphysik, sondern den ganzen Fachbereich Physik aufnehmen. Damit hat das Land – trotz schwieriger Haushaltslage – die Chance genutzt, die gesamte Frankfurter Physik bis zum Frühjahr 2005 auf dem Campus Riedberg zusammenzuführen.

Perfekt belichtet und sortiert: Kramers großer Werkzeugkasten für die Beschleunigung der Teilchen.



Die Metalltische, mit schwarzen statt mit den sonst üblichen grauen Platten, die Kleiderhaken, die Essensausgabe mit Originalgeschirr und nicht zuletzt die Zeiss-Ikon-Strahler – alles mittlerweile gesuchte Objekte. Design-Kenner werden im Laufe des Umzugs des Instituts auf den Campus Riedberg und dem dann anstehenden Verkauf der Kramer-Kreationen auf ihre Kosten kommen. ♦

Design im Detail:
die Feuerleiter.

Der Autor

Dr. Bernhard Uske hat Literaturwissenschaft, Politologie und Philosophie studiert und ist derzeit im Rahmen einer Vertretungsprofessur am Fachbereich Kunst, Architektur und Design der Bergischen Universität Wuppertal tätig. Er arbeitet seit 2002 eng mit dem Universitätsarchiv der Johann Wolfgang Goethe-Universität zusammen.

Orientalistik jenseits aller Nationalismen

Der jüdische Gelehrte Josef Horowitz
und sein Verständnis von Annäherung zwischen Judentum und Islam

Der Orientalist Josef Horowitz ist einer der zu Unrecht vergessenen Professoren der Universität Frankfurt. Geboren wurde er 1874 in Lauenburg in Pommern, am 26. Juli 2004 jährt sich zum 130. Mal sein Geburtstag. Zu seiner Zeit galt er als der beste nicht-islamische Kenner und Deuter des Koran. Er begründete und leitete zwei orientalische Institute, eines an der Universität Frankfurt und eines an der Hebrew University of Jerusalem. Er war Jude und Kosmopolit und setzte sich engagiert für die Entschärfung des arabisch-jüdischen Konflikts in Palästina ein. Die Hoffnung auf eine friedliche Einbindung der

Horowitz' Unterschrift, mit der er seine Rufannahme in Frankfurt bestätigte.

J. Horowitz



Als bester Kenner des Koran in der nicht-islamischen Welt galt Josef Horowitz (1874–1931), der an der jungen Frankfurter Universität die Orientalistik begründete. Diese undatierte Zeichnung fertigte der Frankfurter Maler Hans Scheil kurz vor Horowitz' Tod an.

jüdischen Nation in die arabische Welt gab er nie auf.

Die wissenschaftliche Karriere von Josef Horowitz ist mit seinem familiären Hintergrund eng verknüpft. Als er sich 1893 als 19-Jähriger für das Fach Orientalische Sprache und Literatur an der Universität Berlin immatrikulierte, verfügte er bereits über ein umfangreiches Wissen: Hervorragende Kenntnisse der hebräischen Sprache gehörten dazu ebenso wie der vertraute Umgang mit dem biblischen Schrifttum. Angeeignet hatte sich Josef Horowitz diese Fähigkeiten im Unterricht seines Vaters, der seit 1878 in Frankfurt Rabbiner war. Markus Horowitz war ein anerkannter Talmudist, der als Spezialist des rabbinischen Eherechts, das er in zahlreichen hebräisch verfassten Responsen auslegte, unter den jüdischen Gelehrten sehr anerkannt war. Darüber hinaus betätigte er sich als moderner Historiker, der die Geschichte des Judentums erforschte. In vorbildlichen Quellenstudien hat er die Entwicklung der Frankfurter jüdischen Gemeinde dokumentiert und aufgearbeitet. Zu seinen Publikationen gehören das vierbändige Werk »Frankfurter Rabbiner« (1882–85), »Jüdische Ärzte in Frankfurt« (1886) und die »In-schriften des alten Friedhofs der israelitischen Gemeinde zu Frankfurt« (1901)¹⁷.

Das Elternhaus:
Strenge Gesetzestreue und praktische Toleranz

Aufgewachsen in einem geistigen Milieu, in dem rabbinische Gelehrsamkeit und die Achtung des traditionellen Schrifttums zum Alltag gehörten, war es für Josef Horowitz eine Selbstverständlichkeit, sich wissenschaftlich mit der Vergangenheit zu beschäftigen. Aber auch die religiöse Toleranz war ein Wert, der in seiner Familie hoch gehalten wurde. Denn in den Jahren der großen Richtungskämpfe zwischen Orthodoxen und Liberalen im deutschen Judentum war Markus Horowitz ein wichtiger Vermittler zwi-

schen den religiösen Fronten. Selbst streng gesetzestreu, kämpfte er für den Erhalt der Frankfurter Einheitsgemeinde. Dabei verfuhr er zweigleisig. Einerseits widersetzte er sich seinem bedeutenden Gegenspieler, dem Anführer der Neo-Orthodoxie Samson Raphael Hirsch, der die Spaltung vorantrieb, indem er für den Austritt der orthodoxen Gemeindemitglieder eintrat. Andererseits verhandelte er mit dem von liberalen Kräften dominierten Vorstand und trotzte ihm die Errichtung einer orthodoxen Synagoge ab. Er reformierte außerdem das orthodoxe Schulwesen und führte die Jahrzehnte vernachlässigten rituellen Institutionen wie Schächtwesen und Tauchbad wieder ein. Damit überzeugte er viele Orthodoxe, so dass sie der Muttergemeinde treu blieben, und verhinderte – da das Frankfurter Vorgehen landesweit Schule machte – ein weiter gehendes Schisma in der deutschen Judenheit.

Die gelungene Verbindung von Geistigkeit und Wirklichkeitssinn, von strenger Gesetzestreue und praktischer Toleranz kennzeichnete die jüdisch-orthodoxe Tradition, die Josef Horowitz entscheidend prägte. Dem jungen Studenten fiel es daher leicht, Arabisch und andere orientalische Sprachen zu erlernen und ein tiefes Verständnis für die Religionen des Orients zu entwickeln. Besonders interessierte er sich für die Entstehung und Entwicklung des Islam sowie für die Biografie des Religionsstifters Mohammed. Seine Dissertation, mit der er 1898 in Berlin promoviert wurde, behandelte den arabischen Historiker Wakidi, der ein Buch über die Feldzüge Mohammeds verfasst hatte. Der Zufall wollte es, dass Josef Horowitz' Lehrer, Eduard Schachau, der Arabist der Universität Berlin, damals die Werke des Ibn Saad, des bedeutenden frühen Biografen Mohammeds, herausgab. Schachau bezog seinen begabten Schüler in die Edition dieser achtbändigen Reihe ein und überließ ihm die Herausgabe von zwei umfangreichen Texten, die 1904 und 1909 erschienen.

Wissenschaftler an einer islamischen Reformuniversität

Die Habilitationsschrift, die 1904 mit Unterstützung der Königlich Preußischen Akademie gedruckt wurde, bestand in der Herausgabe und Kommentierung der Schriften eines jüngeren Autors, des schiitischen Dichters Kumait. Doch blieb Horowitz' wissenschaftlicher Schwerpunkt zeitlebens die frühe arabische Poesie und die Erforschung der vielfältigen jüdischen, christlichen und übrigen Einflüsse auf den frühen Islam, das heißt auf den Propheten Mohammed und den Koran. Diesem Ziel galten auch seine zahlreichen Forschungsreisen in den Orient. Die erste unternahm er kurz nach seiner Habilitation im Auftrag des italienischen Orientalisten Leone Caetani, und sie führte ihn in die Bibliotheken Ägyptens, Palästinas, Syriens und Konstantinopels.

1907 nahm Horowitz eine Professur für Arabisch an dem 1878 gegründeten »Mohammedan Anglo Oriental College« in Aligarh in Britisch-Indien an. Es handelte sich dabei um eine muslimische Reformuniversität, die neben der religiösen Erziehung säkulare Elemente des westlichen Bildungssystems integrierte und die auch Studenten nicht-muslimischer Herkunft, also beispielsweise Hindus, offen stand. Als erstem Europäer wurde Josef Horowitz die Ehre zuteil, an dieser Universität arabische Sprache und Geschichte zu lehren. Unter seinen moslemischen Kollegen stand der Wissenschaftler aus dem Westen in hohem Ansehen, nicht zuletzt auch deshalb, weil er ab 1909 als »Government Epigraphist for Moslem Inscriptions« die »Epigraphia Indo-Moslemica«, die Sammlung islamischer Inschriften Indiens, herausgab.

Insgesamt sieben Jahre, bis 1914, blieb Horowitz am Anglo-Oriental-College in Aligarh. In dieser Zeit entwickelte er gute Kontakte zur geistigen Elite der islamisch-arabischen Welt und zu deren politischen Repräsentanten. Er war ein enger Freund von Mohammed Ali, dem Führer der indischen Moslems, und als er bei Ausbruch des Ersten Weltkriegs interniert wurde und man ihm zunächst die Ausreise nach Europa verweigerte, war es kein geringerer als der indische Vize-König, der Horowitz und seiner Frau die

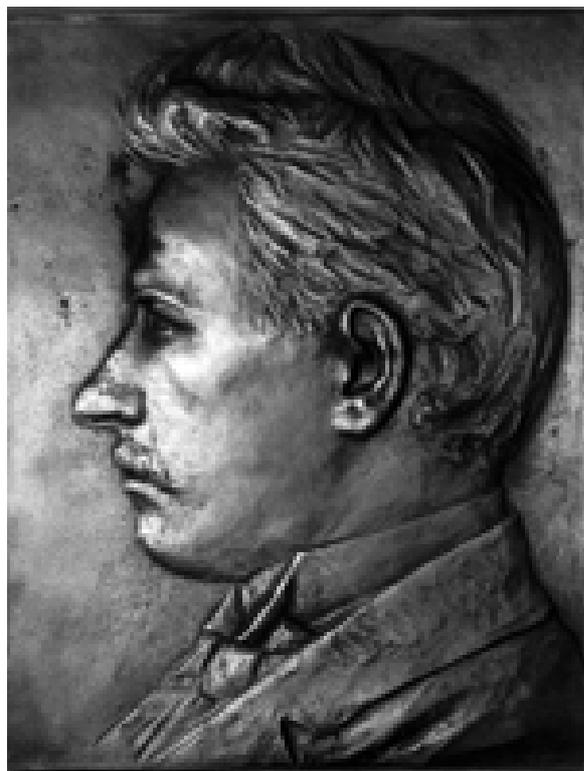
Pässe zur Überquerung des Suezkanals ausstellte ^{12/}.

Die gesellschaftlichen und kulturellen Erfahrungen jener Jahre bildeten später die Grundlage für »Indien unter britischer Herrschaft« (1928), die einzige nicht-fachspezifische Veröffentlichung von Josef Horowitz. Das Buch richtet sich an eine breite, am Orient interessierte Leserschaft und setzt sich kritisch mit dem indischen Schulwesen, den Einflüssen des britischen Kolonialismus sowie mit dem Kampf um Gleichberechtigung und Selbstverwaltung der Bevölkerung auseinander. Gewidmet hat Josef Horowitz das Buch seiner Frau Laura »in Erinnerung an unsere indischen Jahre«. Laura Scheier, über die wenig bekannt ist und von der ein Schüler von Horowitz überliefert, sie sei »hochkultiviert und weltoffen« ^{13/} gewesen, hatte ihren Mann 1907 kurz vor dessen Abreise nach Indien kennen gelernt. Das Paar heiratete kurz entschlossen noch im gleichen Jahr. Die Ehe blieb kinderlos.

Erster Professor für Orientalistik in Frankfurt

Nach seiner kriegsbedingten Entlassung am Anglo-Oriental-College folgte Josef Horowitz einem Ruf an die Universität Frankfurt. Er hatte der neu gegründeten Universität seiner Heimatstadt, wo noch seine Mutter und die meisten seiner neun Geschwister lebten, den Vorzug gegenüber den Universitäten Königsberg und Hamburg gegeben, die ihm ebenfalls eine Professur angeboten hatten. An der jungen Frankfurter Universität war Horowitz der erste Professor für Orientalistik, er lehrte »semitische Philologie mit Berücksichtigung der targumischen und talmudischen Literatur«. Die fachliche Ausrichtung der Professur, die eine wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Talmud und den Ursprüngen der jüdischen Religion ausdrücklich einschloss, hatte der Stifter des Lehrstuhls, Jakob Heinrich Schiff, entscheidend mitgeprägt. Der aus Frankfurt stammende, aber in New York ansässige jüdische Bankier war ein international operierender Mäzen und Philanthrop, der kulturelle Projekte in seiner Herkunftsstadt Frankfurt sowie in Palästina und den Vereinigten Staaten unterstützte.

Im Sommersemester 1915 hielt Horowitz in Frankfurt seine ersten

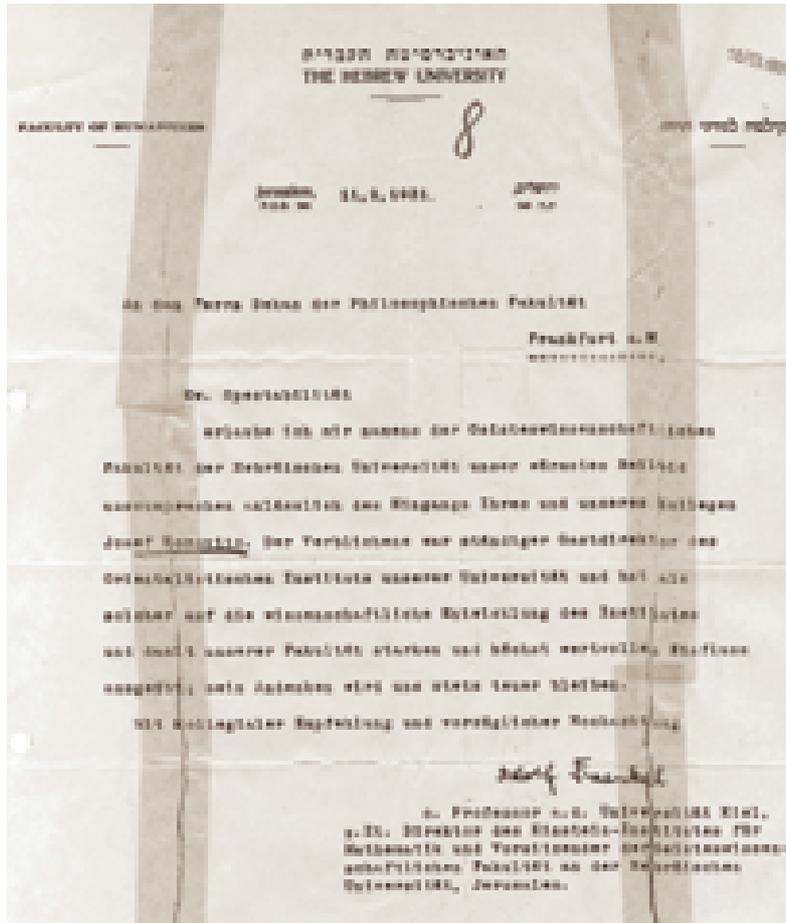


Vorlesungen. Er bot eine Einführung in das Arabische an sowie Übungen zur syrischen Grammatik, zu den aramäischen Dialekten und zur Frühgeschichte des Islam. Die inhaltliche Differenzierung des Lehrangebots erscheint sehr breit, in den folgenden Semestern kamen Übungen zum Türkischen, Hebräischen, Persischen und zu Sanskrit hinzu. Bemerkenswert ist aber, dass das Orientalische Seminar, dem Horowitz als Direktor vorstand, stets nur über wenig Personal verfügte. Zeitweise unterrichtete der Lehrstuhlinhaber als Einziger, in unregelmäßigen Abständen erhielt er Unterstützung von Lehrbeauftragten für die Sprachen oder von einem Privatdozenten.

Als die Universität 1917 eine interdisziplinäre Initiative zur Förderung des Auslandsstudiums ergriff, war Horowitz als Vertreter der Philosophischen Fakultät maßgeblich daran beteiligt. Er förderte außerdem die Entstehung eines »Wissenschaftlichen Instituts für die Kultur und Wirtschaft des modernen Orients« und hielt mehrfach Vorträge, beispielsweise zum Thema »Islam und die Türkei«, zu denen sowohl die Universität als auch die Stadt Frankfurt einluden und die sich an ein breites, am Orient interessiertes Publikum richteten. Die Verbreitung von Kenntnissen über die Geschichte und die aktuelle politische Lage

Josef Horowitz als 24-Jähriger, zu diesem Zeitpunkt hatte er vermutlich seine Dissertation über den arabischen Historiker Wakidi in Berlin bereits abgeschlossen. Diese Medaille hat sein Bruder Leo geprägt, ein bekannter Bildhauer, der mit einem weiteren Bruder, Felix, in Frankfurt ein Silberwarengeschäft hatte.

Der Mengentheoretiker Adolf Fraenkel kondoliert im Namen der Hebrew University of Jerusalem. Er war dort Leiter der geisteswissenschaftlichen Fakultät und gleichzeitig Direktor des mathematischen Instituts an der Universität Kiel. 1933 emigrierte er nach Palästina. Horowitz hatte sich vehement für den Aufbau der Jerusalemer Universität eingesetzt und sich gleichzeitig dafür stark gemacht, dass Juden und Araber das gemeinsame historische Erbe gleichberechtigt erforschen.



des Orients war für den Gelehrten, neben der rein wissenschaftlichen Beschäftigung mit der Thematik, stets ein großes Anliegen.

Seine Verdienste um die Völkerverständigung

Am 5. Februar 1931 starb Josef Horowitz im Alter von 57 Jahren unerwartet an einem Schlaganfall. Der plötzliche Tod, der kurz vor einer geplanten Forschungsreise nach Indien eintrat, riss ihn aus zahlreichen unvollendeten wissenschaftlichen Projekten. Darunter waren ein vollständiger Korankommentar, zu dem er mit seinen Schülern in Frankfurt die Vorarbeiten geleistet hatte, sowie das Buch »Das Weltbild des Ko-

rans« und eine Abhandlung zu den wechselseitigen Beziehungen zwischen Judentum und Islam für die Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft des Judentums. Am 8. Februar wurde Horowitz auf dem neuen israelitischen Friedhof in der Eckenheimer Landstraße beigesetzt, wo sich bis heute sein Grab befindet. Die Trauerrede hielt sein älterer Bruder, der Frankfurter Rabbiner Jakob Horowitz. Die letzte Ehre am Grab erwiesen ihm nicht nur die Abgesandten der Universität, darunter der Rektor und der Dekan der Philosophischen Fakultät, sondern auch ein Vertreter der türkischen Botschaft in Berlin, der dem Verstorbenen im Namen der »islamischen

Völker« für seine Verdienste um die Völkerverständigung dankte ^{14/}.

Der Universität Frankfurt gelang es rasch, den vakanten Lehrstuhl neu zu besetzen. Gotthold Weil nahm bereits im Sommersemester 1932 seine Vorlesungstätigkeit auf. Er kam aus Berlin, wo er auch studiert hatte und seit 1918 Direktor der Orientalischen Abteilung der Staatsbibliothek gewesen war. Doch dauerte Weils Lehrtätigkeit an der Frankfurter Universität nur fünf Semester, denn im Wintersemester 1933/34 wurde er beurlaubt und schon im Sommersemester 1935 ist sein Name ganz aus dem Vorlesungsverzeichnis verschwunden. Wie die meisten seiner jüdischen Kollegen, wurde auch er nach der nationalsozialistischen Gleichschaltung der Universität zwangsweise in den Ruhestand versetzt.

Warum der Nachlass nicht nach Frankfurt kam

Zuvor hatte Weil aber seinem verstorbenen Freund und Kollegen noch einen wichtigen Dienst erwiesen. Denn Laura Horowitz, die im Februar 1933 während einer Asienreise in Tokio starb, hatte testamentarisch verfügt, dass nach ihrem Ableben der wissenschaftliche Nachlass ihres Mannes dem Orientalischen Seminar der Universität Frankfurt unter der Aufsicht von Gotthold Weil gehören solle. Von der Philosophischen Fakultät aufgefordert, den Nachlass zu begutachten, sprach Weil in einem Schreiben vom 16. Februar 1934 seine Bedenken gegen den Antritt der Erbschaft aus. Auf der Basis dieses Gutachtens beschloss wenig später das Kuratorium der Universität, die Erbschaft auszuschlagen, »weil die daran geknüpften Bedingungen nicht erfüllt werden können«.

Weil zählte in seinem Gutachten nur sachliche Gründe für eine Ab-

Anmerkungen

^{11/} Eine vollständige Bibliografie der Werke von Markus und Josef Horowitz befindet sich in: Lexikon deutsch-jüdischer Autoren, Band 12, München: Saur 2004.

^{12/} vgl. Martin Plessner, Josef Horowitz – der Orientalist

und Jude, In: Frankfurter Israelitisches Gemeindeblatt, 1931, Jg. 9, Nr. 7, S. 223; Plessner wurde 1931 an der Universität Frankfurt habilitiert.

^{13/} vgl. Sholomo Dov (Fritz) Goitein, Josef Horowitz,

In: Der Islam. Zeitschrift für Geschichte und Kultur des islamischen Orients, 1934, Band 22, Heft 2, S. 122–127.

^{14/} vgl. Gedenkreden gehalten an der Bahre von Dr. Josef Horowitz, o. ö. Professor an der

Universität Frankfurt am Main, am 8. Februar 1931.

^{15/} Es werden die Namen von Shlomo Dov (Fritz) Goitein, Willi Heffening, Heinrich Speyer (1897–1935) und Ilse Lichtenstädter genannt. Bis auf Heffening,

der am islamischen Seminar der Universität Bonn lehrte, waren alle jüdischer Herkunft. Lichtenstädter und Goitein lehrten später an amerikanischen Universitäten.

^{16/} vgl. Gotthold Weil, Josef Horowitz zum Gedächtnis,

In: Monatschrift für Geschichte und Wissenschaft des Judentums, Heft 5, 1931, S. 321–328.

^{17/} vgl. Hava Lazarus-Yafeh, The Transplantation of Islamic Studies from Europe to the

Yishuv and Israel. In: Martin Kramer (Hrsg.), The Jewish discovery of Islam. Tel Aviv, 1999, S. 249–260.

^{18/} Die Universität Jerusalem. In: Frankfurter Zeitung, 16. August 1925.

Den wissenschaftlichen Nachlass vermachte Laura Horowitz im November 1932 der Universität Frankfurt, die im Februar 1934 die Annahme ablehnte. Vermutlich war seinem Nachfolger Gotthold Weil bewusst, dass dieses reiche wissenschaftliche Vermächtnis nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten nicht sicher verwahrt und angemessen ausgewertet würde.

lehnung des Nachlasses auf. Der Universität, so hieß es, könnten eventuell finanzielle Verpflichtungen aus der Auswertung der Papiere entstehen. Außerdem seien die verbliebenen Dokumente gar nicht so wertvoll, weil Laura Horowitz im Einvernehmen mit einigen Schülern ihres Mannes ^{15/} die wissenschaftlich relevanten Unterlagen bereits verwertet habe. Vergleicht man diese Äußerungen mit dem, was Weil an anderer Stelle über die unvollendeten Projekte seines verstorbenen Kollegen gesagt hatte ^{16/}, muss man die These von der geringen wissenschaftlichen Relevanz der Dokumente bezweifeln. Wahrscheinlich ist eher, dass Weil sein Gutachten bewusst negativ abfasste, damit die Philosophische Fakultät gar nicht erst auf die Idee kommen sollte, den Nachlass anzunehmen. Ihm dürfte seinerzeit bereits klar gewesen sein, dass das wissenschaftliche Vermächtnis eines Juden in den Händen der Nationalsozialisten nicht sicher verwahrt und nicht angemessen ausgewertet würde.

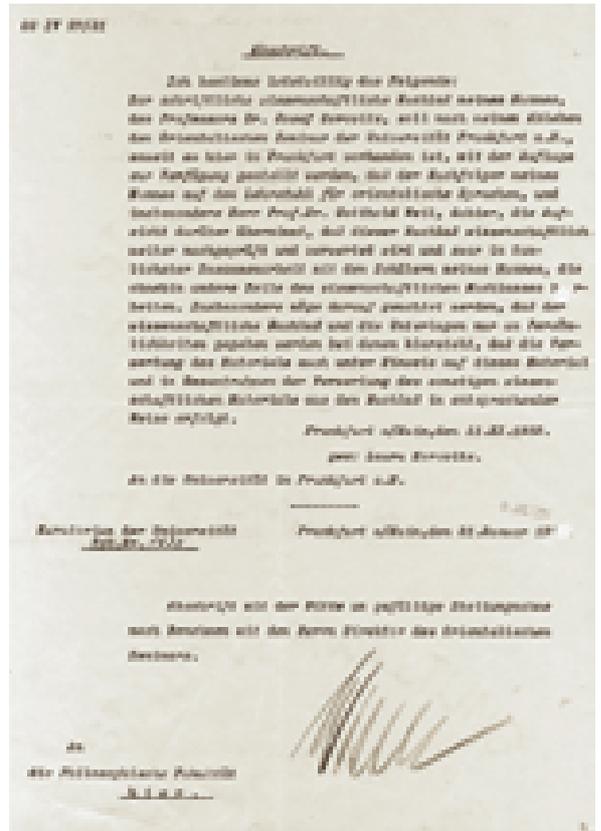
Was mit Horowitz' Nachlass geschah, ist nicht bekannt. Möglicherweise wurde, wie Weil bereits andeutete, ein Großteil dadurch gerettet, dass er in die Arbeiten seiner Schüler einfluss. Die Juden unter ihnen, beispielsweise Martin Plessner und Shlomo Dov Fritz Goitein, lehrten und forschten in Palästina weiter. Dorthin ging 1935 auch Gotthold Weil, der bereits Direktor des Orientalischen Instituts der Hebräischen Universität in Jerusalem geworden war – ein Amt, das er ebenfalls von seinem verstorbenen Kollegen übernommen hatte. Denn Josef Horowitz hatte zum Gründungskuratorium der jüdischen Universität in Jerusalem gehört, wo er ab 1925 das erste Orientalische Institut aufgebaut und bis zu seinem Tod als »auswärtiger Direktor« geleitet hatte. Sein Forschungsschwerpunkt war die Erstellung einer Konkordanz altarabischer Poesie, wozu er die gedruckten Diwane verzetteln ließ. Bis heute sind die unter Horowitz' Leitung aufgezeichneten ein- einhalb Millionen Einträge ein Herzstück der Jerusalemer Orienta-

listik und Anziehungspunkt von Forschern aus aller Welt ^{17/}.

Kritiker der zionistischen Einwanderungspolitik

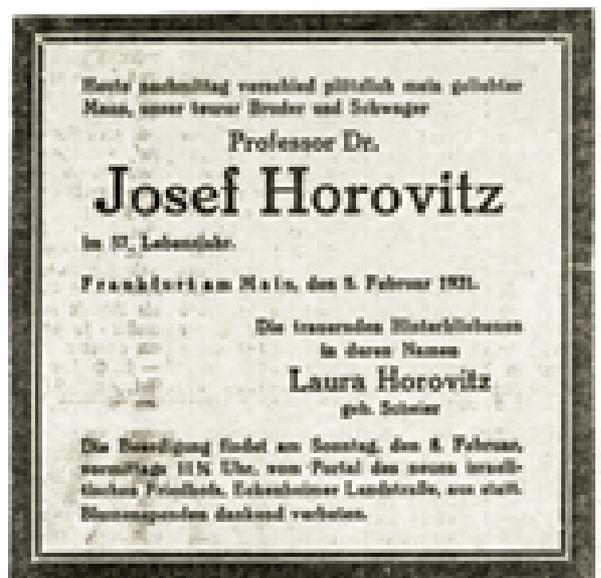
Josef Horowitz' Einsatz für den Aufbau der Jerusalemer Universität war nur eine Seite seines Engagements für Palästina. Die andere bestand in seiner geistig unabhängigen Haltung gegenüber der zionistischen Politik, in der sich wiederum familiäre Traditionen widerspiegelten. Schon sein Vater war wegen eines Boykottaufrufs gegen den ersten Zionistenkongress in Basel (1897) als »Protestrabbiner« in die Geschichte eingegangen. Er hatte zusammen mit anderen orthodoxen Rabbinern die Gründung eines jüdisch-nationalen Staats aus religiösen Motiven abgelehnt, denn – so hieß es in der Protestresolution – dies widerspreche den »messianischen Verheißungen des Judentums«. Auch sein Sohn, von dem wir wissen, dass er ein bewusster Jude war, in seinem Alltag aber nicht religiös lebte, war ein Gegner des politischen Zionismus. Seine Einwände waren allerdings wissenschafts- und kulturpolitischer Natur. Insbesondere tadelte er die zionistische Einwanderungs- und Siedlungspolitik, die mit seinen Vorstellungen einer Verständigung mit den in der Region ansässigen Arabern nicht übereinstimmte.

Horowitz' wichtigste Vision war die Völkerverständigung im Geiste der Aufklärung. Mit dem orientalischen Seminar wollte er an der Jerusalemer Universität ein Wissenschaftszentrum jenseits aller Nationalismen aufbauen. Juden wie Araber sollten dort in gleicher Weise lernen, lehren und forschen, beide Sprachen sollten gleichberechtigt vertreten sein. »Vielleicht«, schrieb er 1925 hoffnungsvoll in der Frankfurter Zeitung, »ist das geplante Institut für orientalische Studien mit in erster Linie berufen, eine Annäherung anzubahnen dadurch, dass sie Juden und Araber zur gemeinsamen Pflege der arabischen Literatur wie zur Erforschung der islamischen Zivilisation und der Geschichte des Orients vereint.« ^{18/}



Horowitz, der 1926 an der Jerusalemer Universität für mehrere Wochen ein Seminar leitete, hat es tatsächlich erlebt, dass auch Araber Schüler des Instituts waren. Sein Wunsch einer zweisprachigen Universität, an der Juden wie Araber das gemeinsame historische Erbe gleichberechtigt erforschen und verwalten, hat sich jedoch bis heute nicht erfüllt. ◆

Die Autorin
Dr. Gudrun Jäger
ist Germanistin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am »Lexikon deutsch-jüdischer Autoren« im Fachbereich Neuere Philologien.



Laura Horowitz zeigte am 6. Februar 1931 in der Frankfurter Zeitung den völlig unerwarteten Tod Ihres Mannes an. Die Witwe starb nur zwei Jahre danach auf einer Asien-Reise in Tokio an einer Grippe.

Frankfurter Studenten zwischen 1914 und 1959: Das Wechselvolle des Politischen

Schon die Gründer der Stiftungsuniversität förderten studentisches Engagement



Am 31. Mai 1915 trafen sich Korporierte sowie Nichtkorporierte und einigten sich mit der Universitätsleitung auf eine Satzung für den AStA. Sowohl Verbindungs- als auch Freistudenten, die an anderen Hochschulen traditionell in Opposition zueinander standen, organisierten sich unter dem Dach des »Allgemeinen Studentenausschusses«. Die meisten Studentenausschüsse entstanden in Deutschland erst im Frühjahr 1919 als Gegenstück zur verfassungsgebenden Nationalversammlung.

Die Frankfurter Studenten übten mit ihrer gewählten Interessenvertretung nicht nur demokratische Praxis, sondern übernahmen auch füreinander Verantwortung: Der AStA war für die Studenten ein wichtiges Mittel zur Selbsthilfe. Denn die studentischen Vertreter diskutierten mit Wilhelm Merton nicht allein über den Aufbau einer

Studentisches Leben: Eine Studentin wartet mit zwei Kommilitonen auf den Vorlesungsbeginn – Szene aus der Semesterchronik des studentischen Filmstudios. Einen Schmalfilm über die Universitätsfeste, die damals regelmäßig veranstaltet wurden, führte das Filmstudio der Studentenschaft erstmals im November 1951 vor. Wenige Wochen später, am 17. Dezember, gründeten neun Frankfurter Studenten das »Film-Studio« (»Pupille«). Sie setzten sich zum Ziel, ihre Kommilitonen nicht nur theoretisch in Filmfragen zu unterweisen, sondern auch mit praktischer Film-Arbeit vertraut zu machen. Die Studenten drehten eine Reihe von Dokumentarfilmen.

Ohne Studenten wäre eine Universität nur eine Akademie. Erst Studenten machen aus einer reinen Forschungsstätte eine »universitas magistrorum et scholarium«, eine Gemeinschaft von Lehrern und Studenten. In Frankfurt spielten die Studenten von Anfang an eine große Rolle für den Ausbau und die Entwicklung der Universität. Bereits kurz nach Universitateröffnung erhielten sie eine eigene Selbstverwaltung. Gründungsrektor Richard Wachsmuth unterstützte die Bildung eines Allgemeinen Studentenausschusses (AStA), nachdem zuvor Berlin als erste deutsche Hochschule ihren Studenten eine Interessenvertretung genehmigt hatte.

Im »Film-Studio« führten die Studenten nicht nur Fremdproduktionen vor – wie Jean Cocteau's Erstling »Das Blut eines Dichters« oder Murnaus »Faust«, sondern drehten auch eigene Filme. Ivar Rabeneck, Gründungsvorsitzender, sorgte für den Schnitt der Semesterschau 1952.



Mensa, in der den Studenten preiswerte Mahlzeiten angeboten wurden, sondern empfahlen auch Krankenkassen, kümmerten sich um Wohnungen oder vermittelten Stipendien, Darlehen sowie Nebenjobs. Der AstA sorgte sich darum, die soziale und wirtschaftliche Lage der Studenten zu verbessern.

Gegensätzen die Schärfe nehmen: Die »Frankfurter Universitätszeitung«

Das Programm der Universitätsgründer sah vor, studentische Initiativen zu fördern. Die Studenten sollten sich mit ihrem Studienort identifizieren und somit zum Erfolg der Universität Frankfurt beitragen. Eine der studentischen Initiativen war die »Frankfurter Universitätszeitung«, die am 26. Oktober 1914 erstmals erschien. Neben Themen rund um das Studium, Büchertipps und Veranstaltungskalender fanden sich in der Zeitung auch die amtlichen Mitteilungen der Universität. Außerdem berichteten die Redakteure über Vorträge oder druckten Artikel von Mitgliedern des Lehrkörpers ab. Das Blatt verstand sich sowohl als »Spiegelbild des Universitätslebens in geistiger und geselliger Hinsicht« als auch als Organ aller Studenten, »um den Gegensätzen in den studentischen Richtungen ihre unnötige Schärfe zu nehmen und einen besseren modus vivendi mitschaffen zu helfen«. Finanziert wurde die Zeitung von einem der Universitätsgründer, Wilhelm Merton. Er unterstützte die Redaktion in ihrem Tagesgeschäft. Als die Zeitung allerdings keinen Schriftleiter mehr hatte und der AstA insgesamt als Herausgeber im Impressum erschien, ging die »Frankfurter Universitätszeitung« ein. Ende des Wintersemesters 1920/21, im sechsten Jahr, erschien die letzte Ausgabe.

Der erste Schriftleiter der Universitätszeitung, der Student Eduard Schreiber, musste nach kurzer Zeit sein Amt aufgeben, weil er zum Militärdienst in die Mainzer Garnison eingezogen wurde. Damit ereilte ihn das Schicksal vieler Frankfurter Kommilitonen. Als der Lehrbetrieb an der neu gegründeten Frankfurter Universität gerade begann, war der Erste Weltkrieg ausgebrochen. Zahlreiche Studenten immatrikulierten sich zwar noch, zogen aber kurz darauf ins Feld. Trotz des Kriegs-



Grundsteinlegung für das Studentenhaus. Um das studentische Gemeinschaftsleben zu fördern, wurde während des Rektorats von Boris Rajewski (1949–1951) ein Studentenhaus geplant. Dank einer Spende der amerikanischen Hochkommission und finanziellen Zuwendungen von Stadt und Land konnte die Firma Philipp Holzmann mit der Ausführung des Baus unter Leitung des Architekturbüros Apel-Letocha-Rohrer-Herdts beauftragt werden. Zur Grundsteinlegung am 25. Mai 1951 kam auch der Hochkommissar der US-Regierung und Militärgouverneur in Deutschland, John McCloy, mit seiner Ehefrau.

bruchs besuchten nach zwei Semestern über 1000 Studenten die Universität. Gegen Ende des Kriegs waren sogar fast 2400 Studenten immatrikuliert.

100 Frauen unter den ersten Studierenden

Für die ersten Frankfurter Studenten verlief der Start ins akademische Leben aufgrund des Kriegs ohne Glanz. Die Inauguratoren hatten der politischen Situation Rechnung getragen und auf Feiern anlässlich der Universitätseröffnung verzichtet. Auch die erste Immatrikulation, die am 20. Oktober 1914 erfolgte, fand nur in kleinem Kreise statt. Rektor Richard Wachsmuth begrüßte den Medizinstudenten Paul Roediger, Sohn eines Mitgründers der Universität Frankfurt, als ersten Studenten sowie 43 weitere Kommilitonen per Handschlag. Dann vereidigte er sie auf die Universitätsgesetze. Insgesamt schrieben sich im ersten Semester 100 Frauen und 518 Männer ein. Dass im Vergleich zu anderen Hochschulen in Frankfurt so viele Studentinnen immatrikuliert waren, zeugt von der liberalen und weltoffenen Atmosphäre an der Universität: Für die Stifter und Bürgerfamilien war das Frauenstudium ebenso selbstverständlich wie die unbegrenzte Aufnahme jüdi-

scher oder ausländischer Studenten.

Die Studentinnen pflegten Kriegsverwundete oder betreuten Kinder von Kriegsteilnehmern in eigens dafür eingerichteten Horten. Daneben kämpften sie für das Frauenstudium an allen Hochschu-

Jobs für Studenten: Nach der Währungsreform gründete die Frankfurter Studentenschaft den »Studentischen Schnelldienst«. So sollten bedürftigen Studenten rasch und unkompliziert Arbeiten vermittelt werden.



len und organisierten sich zu diesem Zweck in eigenen Vereinen.

Studentenverbindungen gab es an der Universität Frankfurt zwar von Anfang an, sie spielten aber keine so große Rolle im akademischen Alltag wie in anderen, älteren deutschen Universitätsstädten. Das lag vor allem an der besonderen Verfassung als Stiftungsuniversität. Hinzu kam, dass nur wenige Studenten Einheimische waren oder in der Stadt wohnten. Die meisten Universitätsbesucher fuhrten mor-



Die »Frankfurter Universitätszeitung« war seit Sommer 1914 das Organ für die Studentenschaft. In ihrer Ausgabe vom 26. Juni 1914 gab sie die Genehmigung der Universität Frankfurt durch Kaiser Wilhelm bekannt. Ein Jahr nach Aufnahme des Lehrbetriebs meldete die Universität bereits über 1000 Immatrikulierte.

gens in die Stadt und verließen sie nachmittags oder abends wieder, hatten also keine Zeit für geselliges Studentenleben in einem Corps, einer Burschenschaft oder einer Verbindung.

Auf der Suche nach Orientierung: »Dem Unfasslichen einen Sinn abringen«

Nach Ende des Kriegs kehrten Überlebende der »Frontgeneration« an die Universität Frankfurt zurück, um ihr Studium fortzusetzen und mit einem Hochschulabschluss abzuschließen. 136 Frankfurter Studenten, darunter 28 der ehemaligen Akademie für Sozial- und Handelswissenschaften, waren gefallen. »Wir waren«, schrieb der Student Otto Monsheimer, »aus den Schüt-

zengräben zurückgekehrt, im tiefsten erschüttert von Geschehnissen und Erfahrungen, von denen wir nur soviel begriffen hatten, dass wir mit ihnen fertig werden müssen, wenn anders dem Unfasslichen ein verpflichtender Sinn abgerungen werden sollte.« Auf der Suche nach geistiger Orientierung strömten die jungen Erwachsenen in die Vorlesungen und Seminare der Philosophischen und der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät.

Dabei nahm vor allem die WiSo-Fakultät einen enormen Aufschwung. Lag sie im Wintersemester 1918/19, gemessen an den Studentenzahlen, nur an dritter Stelle, so avancierte sie während der Weimarer Republik zur bestbesuchten Fakultät. Im Sommersemester 1921 waren 3729 Männer und 422 Frauen an der Universität Frankfurt eingeschrieben, davon 1811 Studenten und 150 Studentinnen an der WiSo-Fakultät. Hinzu kamen 227 Besucher, die als Gäste an den Vorlesungen und Seminaren der fünften Fakultät teilnahmen.

Charisma akademischer Väter: »Mit heißem Herzen und kühlem Kopf«

In den 1920er Jahren zog es auch Ludwig Erhard an die Frankfurter Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät. Wie andere Kommilitonen war er verwundet aus dem Krieg heimgekehrt. Erhard sah nach den Schrecken des Kriegs im Hochschulstudium Lebensperspektive und Neuorientierung. Er immatrikulierte sich am 4. November 1922. »Was war ich schon? Ein Student, der Betriebswirtschaft lernen wollte, aber von volkswirtschaftlichem Eifer besessen war«, kommentierte er rückblickend die Zeit. Erhard lernte in Frankfurt den Nationalökonom und Soziologen Franz Oppenheimer kennen, der sein akademischer Vater wurde und seine Ideen zur sozialen Marktwirtschaft förderte: »Franz Oppenheimer, mein geliebter Lehrer, war ein Mann, der mit heißem Herzen, aber mit kühlem Kopfe an die Probleme herangegangen ist. [...] Er hatte das rechte Augenmaß für die Dinge«, würdigte Erhard seinen Doktorvater.

Herausragende Professoren, von denen es in den 1920er Jahren in Frankfurt eine Fülle gab, brachten exzellente Schüler hervor. An der Naturwissenschaftlichen Fakultät

studierte der spätere Nobelpreisträger Hans Bethe. Zu seinen Kommilitonen zählten Ruth Moufang und Ottilie Edinger. Theodor Wiesengrund (Adorno) besuchte neben Martin Kessel, Gabriele Tergit und Nikolai Pewsner die Philosophische Fakultät, und Carl Zuckmayer entschied sich für ein Studium der Rechtswissenschaft.

»Der Staat ist erobert, die Hochschule noch nicht!«

Vor der »Machtergreifung« bekämpften sich in Frankfurt vor allem zwei Studentengruppen: die Rote Studentengruppe (RSG) und der Nationalsozialistische Deutsche Studentenbund (NSDStB). Die RSG war ein Zusammenschluss von Mitgliedern der Studentengruppe der KPD, der KPO (Kommunistische Partei Opposition) sowie der SAP (Sozialistischen Arbeiterpartei). Fast zehn Prozent aller Frankfurter Studenten waren Mitglied der 1931 gegründeten Roten Studentengruppe oder sympathisierten zumindest mit den Kommunisten. Der Nationalsozialistische Deutsche Studentenbund war bereits 1931 an vielen Hochschulen stärkste Kraft in den Studentenvertretungen. In Frankfurt stellte der NSDStB erstmals 1927 den AstA-Vorsitzenden. »Es gab gelegentlich interessante Auseinandersetzungen und häufig heftige Prügeleien«, beschrieb Marion Gräfin Dönhoff ihre Studienzeit (1931–1934) in Frankfurt. Eine dieser Auseinandersetzungen zwischen kommunistisch gesinnten Studenten und Nationalsozialisten beschrieb der Frankfurter Student Joseph Dünner wie folgt: Mitglieder der SA waren ihm und einigen seiner Kommilitonen hinterhergejagt. »Meine Leute waren unbewaffnet und auf Hilfe von Arbeitern aus der Stadt konnte diesmal nicht gerechnet werden.« Dünner rannte mit seinen kommunistischen Mitstreitern in den Ehrenhof. Dort verteidigten sie sich, indem sie die Professorenbüsten, welche die Galerie des Lichthofs schmückten, aus ihrer Verankerung rissen und sie nach den Nationalsozialisten warfen. Die gaben sich für diesmal geschlagen und ergriffen die Flucht.

»Mich zog es zu den Roten«, erinnerte sich Marion Gräfin Dönhoff an die Zeit, »weil nur sie den Kampf gegen die Nazis ernsthaft und kompromisslos führten.« Allerdings ging



»Demokratie wagen«: Heiße Debatten im Studentenparlament Mitte der 1960er Jahre. Das Studentenparlament, das jährlich von den Immatrikulierten gewählt wird, bestellt den Allgemeinen Studentenausschuss, er vertritt seit Universitätsgründung die Interessen der gesamten Studentenschaft.



dieser Kampf im Januar 1933 verloren. Die Anhänger Hitlers übernahmen auch an den Hochschulen die Macht, sowohl die Universitätsverwaltung als auch die Studenten erhielten bekennende Nationalsozialisten als »Führer«. Die Studenten störten Seminare missliebiger Professoren oder boykottierten Vorlesungen jüdischer Dozenten. Spätestens nach dem Gesetz zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums vom 7. April 1933 spürten auch die Studenten die neuen Machtverhältnisse. Am 25. April folgte das Gesetz gegen die Überfüllung deutscher Schulen und Hochschulen. Im Januar 1934 durften jüdische Studenten nur noch in Ausnahmefällen zum Doktor promovieren, seit Frühjahr 1937 war ihnen die höchste akademische Graduierung versagt: »Der deutsche Dokortitel ist ein Ehrentitel, und den verleihen wir nicht an Juden«, begründete der Dekan der Medizinischen Fakultät die Ablehnung eines Antrags auf Annahme als Doktorand gegenüber einem jüdischen Studenten. Die Fakultäten entzogen sogar einem Teil der bereits promovierten Studenten den Doktorgrad. Zwischen 1933 und 1945 gab es in Frankfurt 114 Aberkennungen des Doktorgrads, das waren fast doppelt so viele wie in Gießen und Marburg zusammen.

Erst »ein Kind für den Führer«, dann ein Studium

Seit Frühjahr 1938 war auch in Frankfurt eine Immatrikulation nur noch mit »Ariernachweis« möglich. Zu diesem Zeitpunkt gab es in Frankfurt noch rund 1600 Studenten. »Der deutsche Student ist nationalsozialistisch«, stellte Reichsstudentenführer Gustav Adolf Scheel fest und ergänzte: »Er [der

Student] sieht in seinem künftigen Beruf politische Führungsaufgaben und weiß, dass deren Erfüllung nur mit Hilfe der Bewegung möglich ist.« Denn – so lautete das erste von zehn Geboten, die in dem Organ »Der Frankfurter Student« vom 1. November 1937 abgedruckt waren – »Deutscher Student, es ist nicht nötig, daß Du lebst, wohl aber, daß Du Deine Pflicht gegenüber Deinem Volk erfüllst!«

Wie sah der Alltag des Frankfurter Studenten in der zweiten Hälfte der 1930er Jahre aus? Bevor er das Studium beginnen konnte, musste er seinen zweijährigen Wehrdienst sowie ein halbes Jahr Arbeitsdienst geleistet haben. Während seines Studiums gehörten Geländesportübungen, Besuche von politischen Vorträgen und Teilnahme an Schulungslagern zu seinen Pflichten. Bereits im Wintersemester 1933/34 erhielt er ein Heft, in dem die zuständige Fachschaft die Teilnahme an den Pflichtversammlungen bescheinigte. In den Semesterferien wurde Fabrik- oder Landdienst geleistet, denn – so hieß es seitens der Studentenschaft: »Wir wollen dem Arbeiter zeigen, daß es an der Universität noch Kerle gibt, die mit ihm in einer Kampffront gegen Geldsack, Standesdünkel, gegen das morsche verfaulte Spießbürgertum stehen.« Für weibliche Studenten gab es zeitweise sogar einen »numerus clausus«, der jedoch 1936 aufgehoben wurde, da die Zahl der Studentinnen ohnehin unter zehn Prozent lag. Erst nach Ausbruch des Zweiten Weltkriegs stieg die Zahl der Studentinnen wieder an. 1941 besuchten 31 Prozent Frauen die Universität, im Wintersemester 1943/44 betrug ihr Anteil sogar über 50 Prozent.

Selbstverständlich waren auch die Studentinnen von außeruniversitären

Begrüßung mit Handschlag – so hieß der Rektor in den Anfangsjahren der Universität jeden neu eingeschriebenen Studenten willkommen und verpflichtete ihn auf die akademischen Gesetze. Nach dem Zweiten Weltkrieg sprachen zwölf Studenten – zwei von jeder Fakultät und zwei von der »Abteilung für Erziehungswissenschaften« (AfE) – stellvertretend für ihre Kommilitonen den akademischen Eid. Die Immatrikulationsfeiern fanden dann getrennt nach Fakultäten statt.

sitären Pflichten nicht ausgenommen. »Wir wollen«, schrieb die Leiterin der Frankfurter »Arbeitsgemeinschaft nationalsozialistischer Studentinnen« (ANST), Annemarie Benner-Müller, »weder eine vermannlichte noch eine intellektuelle



Am »Tag der Arbeit« 1934 trafen sich Frankfurter Verbindungsstudenten in vollem Chargenwuchs vor der Alten Oper. Die studentischen Verbindungen, seit Beginn des 20. Jahrhunderts auch Korporationen genannt, wurden kurze Zeit später von den Nationalsozialisten verboten.

Studentin. [...] Wir kommen als Suchende an die Hochschule [...] Wir legen darum den größten Wert auf eine wirklich gute politische Schulung.« Gauleiter Jakob Sprenger forderte bei einem Vortrag vor Frankfurter Studentinnen sogar ein »Kind für den Führer« als Zulassungsbedingung zum Studium.

Die meisten Studenten waren und blieben unpolitisch. Das belegen auch die Berichte der Studentenfürher. Georg Wilhelm Müller klagte: »Bei Übernahme der Studentenschaft durch mich war nur ein verschwindend geringer Teil der



Zupackend: Nach der Wiedereröffnung der Universität zu Beginn des Jahres 1946 halfen Studenten, Professoren, Dozenten und Assistenten, den Schutt aus den intakt gebliebenen Räumen hinauszutragen. Unter der Regie des damaligen Assistenten Walter Ried begannen Studentinnen und Studenten mit dem Wiederaufbau des Chemischen Instituts. Sachverständige hatten sich zuvor für einen Abriss der Ruine ausgesprochen. Bereits zum Wintersemester 1946/47 konnte ein Unterrichtsbetrieb im wieder aufgebauten Institutsgebäude aufgenommen werden.

letzt privaten studentischen Initiativen war es zu verdanken, dass der Wiederaufbau der Universität rasch gelang, wie das Beispiel des von Bomben zerstörten und für baufällig erklärten Chemischen Instituts in der Robert-Mayer-Straße zeigt. Das Gebäude sollte abgerissen werden. Doch der damalige Assistent am Institut, Walter Ried, befreite mit Kommilitonen die Ruine in monatelanger Arbeit von Schutt und Trümmern, stützte Wände und Decken ab und erreichte so, dass der Bau wieder in Betrieb genommen werden konnte.

Zu Beginn der 1950er Jahre beserte sich dann nicht nur die wirtschaftliche Lage der Studenten. Auch das Studentenleben auf dem Campus in Bockenheim erfuhr

gleichen Jahr konnte der Grundstein für ein Studentenhaus gemauert werden. Nach fast zweijähriger Bauzeit überreichte der Architekt Otto Apel am 21. Februar 1953 dem Rektor der Universität, Max Horkheimer, die Schlüssel für das Studentenhaus. An der Einweihung nahmen neben Professoren und Studenten auch Oberbürgermeister Walter Kolb und Ministerpräsident Georg August Zinn sowie Bundespräsident Theodor Heuss und US-Hochkommissar James Bryant Conant teil, dessen Regierung sich an der Finanzierung des Studentenhaus beteiligt hatte. 31 Studentinnen und 94 Studenten fanden im Haus eine Bleibe, neben Clubräumen, Pingpongssaal, Festsaal und Bibliothek gab es auch eine Mensa sowie ein Filmstudio.

Das Quartier Latin, das Faschingsfest der Frankfurter Studenten, wurde in den 1950er Jahren zu einer festen Einrichtung, auch wenn die Universitätsleitung immer wieder Bedenken hegte wie im Februar 1959, als die Dekoration des Festes, bestehend aus Damenunterwäsche, nicht nur beim Rektor Anstoß erregte und das Fest deswegen zu platzen drohte.

Das Gros der Nachkriegsstudenten blieb unpolitisch. In einer Umfrage fand Jürgen Habermas heraus, dass sich in den späten 1950er Jahren 13 Prozent der Befragten als unpolitisch, elf Prozent als irrational und 19 Prozent als rational Distanzierte, 19 Prozent als naive Staatsbürger und nur 29 Prozent als reflektierte Staatsbürger sowie neun Prozent als Engagierte einstufen. Von einer Rebellion waren die Studenten weit entfernt. Bis zur Auflehnung gegen die Vätergeneration und zur Revolte gegen das Establishment vergingen noch zehn Jahre. Die Universität Frankfurt und die 68er-Generation ist ein eigenes spannendes Thema. ◆



Studentenausweis des späteren Physik-Nobelpreisträgers aus dem Jahre 1967: Hans Bethe studierte in den Jahren 1924 bis 1926 an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt. Der Fachbereich Physik würdigte das wissenschaftliche Werk des mittlerweile 98-jährigen Bethe in diesem Jahr mit der Verleihung der Ehrendoktorwürde.

Studenten in SA und SS. Die Korporationen hatten insgesamt nur wenige hundert Angehörige. Alle übrigen waren indifferent oder marxistisch. « Auch unter den Professoren gab es wenige fanatische Anhänger der Nationalsozialisten.

Den »demokratischen Geist festigen«

Nach der militärischen Niederlage und dem Zusammenbruch des »Dritten Reichs« folgte für die Studenten eine Phase der Ernüchterung. Im Gegensatz zur Situation nach dem Ersten Weltkrieg waren Universitätsgebäude zerstört und der Lehrbetrieb eingestellt. Erst im Februar 1946 begann wieder akademisches Leben auf dem Campus. Nicht zu-

neue Impulse. Um den »demokratischen Geist an der Universität zu festigen«, gründeten Studenten 1951 die Zeitung »Diskus«, die sich im Laufe der Jahre zu einer der renommiertesten Studentenzeitungen Deutschlands entwickeln sollte. Im

Studieren in Frankfurt von 1914 bis 2004

Das Frankfurter Universitätsarchiv zeigt anlässlich des Jubiläums »90 Jahre Johann Wolfgang Goethe-Universität« im Foyer des Casinos, Campus Westend, Exponate rund um das Studium. Themen der Ausstellung, die am 18. Oktober eröffnet und bis 5. November 2004 zu sehen sein wird, sind: die ersten

Studenten, studentisches Leben und Alltag, berühmte Studenten, Studenten und Nationalsozialismus, Generation 1968, Studieren heute.

Weitere Informationen zur Ausstellung unter <http://www.uni-frankfurt.de/uniarchiv/aktuelles.html>

Der Autor

Dr. Michael Maaser leitet seit 2002 das Universitätsarchiv und organisiert anlässlich der 90-Jahr-Feier der Universität gemeinsam mit einem Wissenschaftler-Team des Historischen Seminars die Vortragsreihe »Frankfurter Wissenschaftler zwischen 1933 und 1945«.

Das Einmaleins der Skepsis

Statistiken: Was sagen uns Zahlen über die Wahrscheinlichkeit von Risiken?

Statistiken: Was sagen uns Zahlen über die Wahrscheinlichkeit von Risiken?

Rechtschreibfehler sind den meisten Menschen peinlich, und kaum jemand wird diese Schwäche auf einer Party als lobenswerten Charakterzug ausgeben; einen völlig anderen sozialen Status hingegen hat die Mathematik. »In Mathe war ich immer schlecht«: Dieses Eingeständnis gehört durchaus zum Repertoire des Smalltalks. Kein Wunder also, dass die Pisa-Studie unserem Schulsystem gerade im Fach Mathematik besonders große Schwächen zugeschrieben hat. Da erweist sich ein im besten Sinne populärwissenschaftliches Angebot für ein wenig Mathe-Nachhilfe gewiss als nützlich, zumal dann, wenn es inzwischen als preiswertes Taschenbuch daherkommt.

Der Psychologe Gerd Gigerenzer ist Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin und erforscht dort in einem interdisziplinären Team die kognitiven Strategien, mit denen wir zum Beispiel unter Zeitdruck und mit unvollständigem Wissen Urteile fällen und Entscheidungen treffen. Eine Erkenntnis seiner Forschung ist: Selbst viele Ärzte und Juristen haben nie gelernt, aus Wahrscheinlichkeiten rationale Schlüsse zu ziehen, und wissenschaftliche Laien könnten häufig mit derartigen Angaben erst recht nichts anfangen. Ein simples Beispiel ist der Wetterbericht, den manche Radiostationen seit einigen Jahren mit statistischen Daten würzen: Bedeutet 30 Prozent Regenwahrscheinlichkeit, dass es morgen sieben Stunden lang regnen wird? Oder dass es auf 30 Prozent der Fläche regnen wird? Beides ist – leider – ganz falsch, aber Gigerenzer gibt dem Leser (und den Wetterpropheten) die passende Hilfestellung: Verzichte auf Prozentwerte, interpretiere die Daten stattdessen in natürlichen Häufigkeiten. Für den Wetterbericht heißt das: An 30 von 100 mit morgen vergleichbaren Tagen wird es regnen.

Schwer verständliche Angaben beim Wetterbericht haben allenfalls nasse Kleidung zur Folge; unverständliche Aussagen eines Arztes

können hingegen jahrelange seelische Belastungen zur Folge haben. Ein dramatisches Beispiel ist die Diskussion um das Screening auf Prostatakrebs. Gibt man in die Internet-Suchmaschine Google die Wörter »Prostatakrebs« und »Früherkennung« ein, erhält man knapp 10 000 Treffer, viele davon werben ausdrücklich für die Früherkennung. Eine Broschüre der Krebshilfe zitiert beispielsweise ungenannte Experten, denen zufolge jeder Mann über 50 einmal im Jahr zur Früherkennung gehen sollte. Diese Kontrolle sei unter anderem deshalb wichtig, weil Prostatakrebs im Anfangsstadium fast niemals deutliche Beschwerden verursache; aus anderen Quellen kann man entnehmen, dass das mittlere Erkrankungsalter bei 72 Jahren liegt. Die Frage lautet nun: Soll ich ab 50 tatsächlich alljährlich zum Test auf Prostatakrebs gehen? Gerd Gigerenzer sagt eindeutig: Nein!

Das überrascht zunächst, aber seine Antwort liegt bei näherer Betrachtung auf der Hand: Wenn das mittlere Erkrankungsalter jenseits der 70 liegt und die Erkrankung anfangs jahrelang keine Beschwerden verursacht, dann plagt man sich womöglich Jahrzehnte lang mit dem Wissen um eine Krebserkrankung, aber man stirbt am Ende mit 85 ganz friedlich am Herzinfarkt. Man müsse die richtigen Fragen stellen, schreibt Gigerenzer, und um die stellen zu können, brauche man mathematisches Verständnis oder – wie der Titel des Buches schon sagt – ein gerüttelt Maß an Wissen über den richtigen Umgang mit Zahlen und Risiken. Eine banale, aber gleichwohl viel zu selten gestellte Frage lautet in solch einem Fall: Worin besteht der Nutzen, und was sind die möglichen Nachteile des Screenings? Gigerenzer: »Es (gibt) derzeit *keinen* Beweis für die Verminderung der Sterblichkeit durch das Prostata-Screening.« Sehr wohl aber gebe es Beweise für arge Nebenwirkungen der Therapien, die einem Manne angeraten werden, wenn bei ihm ein Tumor im Frühstadium erkannt worden sei. Zusammengefasst muss man sich also fragen: Was habe ich von einer Früherkennung, wenn deren Er-

gebnis keinerlei Auswirkungen auf meine Lebensdauer hat?

Zu welchen groben Missverständnissen und Fehlschlüssen die von ihm allerorten wahrgenommene »Zahlenblindheit« führen kann, zeigt Gigerenzer auch an anderen aktuellen Beispielen wie der Diskussion um das Brustkrebs-Screening, der AIDS-Diagnostik und der DNA-Analyse in der Rechtsprechung. Der Autor übt dabei nie Experten-schelte, sondern nutzt die Irrtümer beim Umgang mit Statistiken stets als Ausgangspunkt für Hinweise, wie wir lernen können, mit statistischen Befunden richtig umzugehen. Nach der durchaus vergnüglichen Lektüre seines Buches hat man



Gerd Gigerenzer
Das Einmaleins der Skepsis. Über den richtigen Umgang mit Zahlen und Risiken
 Berliner Taschenbuch Verlag, Berlin, 2004, ISBN 3833300418, 406 Seiten, 10,50 Euro.

daher nicht nur sein Faktenwissen auf vielerlei Fachgebieten auf den neuesten Stand gebracht und Entscheidungshilfen auch für etliche lebenspraktische Dinge vermittelt bekommen, sondern – quasi nebenbei – diverse nützliche Denkmittel für das Leben im Informationszeitalter erworben. ♦

Der Autor

Dr. Karl-Heinz Wellmann studierte an der Universität Frankfurt Biologie und ist Redakteur der Hörfunk-Wissenschaftsredaktion des Hessischen Rundfunks.

Frankfurt zwischen Wirtschafts-Jetset und Multikulti-Seligkeit

»global heimat« – Studierende der Kulturanthropologie zeigen große Bandbreite urbaner Lebenswelten in Frankfurt

Die Stadt Frankfurt inszeniert sich gerne als Wirtschaftsmetropole und kokettiert dabei gleichzeitig mit ihrer Provinzialität. Indem sie diese scheinbar widersprüchlichen Aspekte als besondere Qualität aufwertet, versucht sie, sich attraktiv zu machen für die »Global Players«, das finanzkräftige Personal multinationaler Unternehmen, für das Frankfurt in der Regel nur eine Durchgangsstation ist. Dass fast ein Drittel der Bewohnerinnen und Bewohner Frankfurts keinen deutschen Pass besitzt, wird dabei als kulturelles Surplus ins Spiel gebracht und als Ausdruck der hier konsumierbaren kulturellen Vielfalt wirkungsvoll in Szene gesetzt.

haben. Davon ausgehend, dass nicht nur die Welt der »Global Players«, sondern potenziell der Alltag aller Einblicke in die Praxis der Globalisierung ermöglicht, decken die Aufsätze eine große Bandbreite urbaner Lebenswelten ab. Sie suchen nach den vielfältigen Lokalisierungen des Globalen im Alltag und bringen dabei gängige Vorstellungen von Kosmopolitismus, Multikultur und Identität produktiv durcheinander.

Heide Hintze, Isa Mann und Sebastian Schüler kommen in ihrem Aufsatz über den Arbeitsalltag in einer multinationalen Werbeagentur zu dem Ergebnis, dass die hier arbeitenden »Global Players« zwar lokale Bezüge berücksichtigen, wenn sie neue Märkte für bereits anderswo eingeführte Produkte erschließen. In ihrem eigenen Alltag sei der lokale Bezug zu Frankfurt, der Stadt, in der sie – zumindest zeitweise – leben, jedoch kaum von Bedeutung.

Genau diese desinteressierten »Global Players« scheinen es allerdings zu sein, für die die Stadt sich schön macht. Am Beispiel des Großbauprojektes »Europaviertel«, das in unmittelbarer Nachbarschaft zum Gallusviertel entstehen soll, zeigen Sven Bergmann, Julia Henrich, Tanja Kämper und Christian Sprenger, wie in der Weltstadt Frankfurt Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt werden. So ist der »gutsituierete« und »wohlgekleidete« Weltbürger in den Vorstellungen der Stadtplanerinnen und -planer der Idealbewohner des Europaviertels, in dem der »Traum vom reinen Raum« verwirklicht werden soll. Das benachbarte Gallus wird hingegen immer wieder entweder mit Gewalt und Jugendkriminalität oder mit multikulturellem Flair in Verbindung gebracht und aus dem Planungsprozess ausgeblendet.

In Interviews mit Schülerinnen und Schülern im Gallus wurde hingegen deutlich, dass diese ihre Identitäten aus vielfältigen Einflüssen zusammensetzen, die ihren Alltag in Frankfurt mit zahlreichen Orten

innerhalb und außerhalb Deutschlands verbinden. Sie gehen weder geschmeidig in Multikulti-Seligkeit auf, noch lassen sie sich vom Integrationsimperativ einschüchtern.

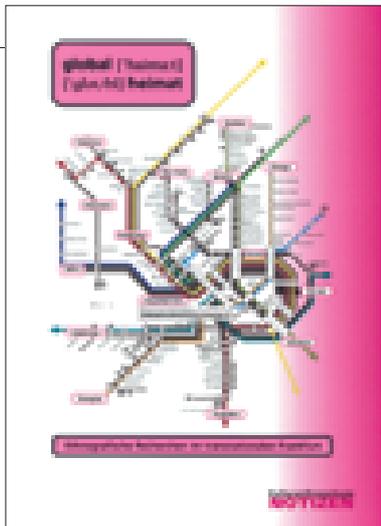
Dilek Akkaya und Dagmar Tews haben transnationale Kulturproduzenten wie Shantel und Tolga befragt und auch hier einen unverkrampften Zugriff auf multilokale Bezüge festgestellt. Weniger marktformige Kulturproduzenten wie der politische Flüchtling Osama aus dem Sudan werden hingegen immer wieder auf einen Beitrag zur Multikultur verpflichtet. Ihre Musik soll exotisch sein, traditionell und authentisch und sich als folkloristische Bereicherung in die deutsche Mehrheitskultur integrieren lassen.

Die Aufsätze des Sammelbands zeigen sehr prägnant, dass die Logik der Multikultur nicht aufgeht, insofern sie auf der Annahme beruht, dass Migrantinnen und Migranten und ihre Kinder *eine* spezifische Kultur im Gepäck haben, die mit *der* deutschen Kultur mehr oder weniger schwer zu vereinbaren ist. Der Alltag der hier vorgestellten Bewohnerinnen und Bewohner Frankfurts – gerade auch derjenigen, die nicht dem Ideal des gutsituierten »Global Players« entsprechen – ist jedoch nicht nur von einer oder zwei klar abgrenzbaren Kulturen bestimmt, sondern von vielfältigen transnationalen Bezügen durchkreuzt. Es wird dabei deutlich, dass das Gerede von Multikultur und Integration dennoch machtvoll wirksam ist, indem es die transnationalen Bezüge der hier lebenden Menschen ohne deutschen Pass leicht konsumierbar macht und gleichzeitig von einer Debatte um politische Partizipation von Migrantinnen und Migranten ablenkt. ◆

Die Autorin

Ramona Lenz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Kulturanthropologie und Europäische Ethnologie der Universität Frankfurt und promoviert über migrantische Arbeitskräfte in Tourismusdestinationen in Griechenland und Zypern.

Sven Bergmann und Regina Römhild (Hrsg.)
global heimat. Ethnografische Recherchen im transnationalen Frankfurt
Kulturanthropologie Notizen, Band 71, Frankfurt am Main 2003, 262 Seiten, ISBN 3-923992-73-4, 15 Euro.



»Im Windschatten dieser Identitätspolitik hat sich indes ein weltstädtischer Alltag entwickelt, der weder dem ethnischen Sortiermuster einer inszenierten kulturellen Vielfalt noch dem elitären Modell eines kosmopolitischen Wirtschafts-Jetsets folgt«, schreibt die Kulturanthropologin Regina Römhild in der Einleitung zu dem von ihr und Sven Bergmann herausgegebenen Sammelband »global heimat«. Die hier versammelten Aufsätze sind das Ergebnis von Feldforschungen, die fünfzehn Studierende der Kulturanthropologie im Globalisierungsalltag der Stadt Frankfurt durchgeführt

Wider das Vergessen: Spuren des jüdischen Widerstands

Arno Lustigers jüngstes Buch mit Dokumenten zur Zeit- und Lebensgeschichte

Im Jahr 1989 erschien Arno Lustigers erstes Buch: »Schalom – Libertad!« Es behandelt die Rolle der jüdischen Widerstandskämpfer im spanischen Bürgerkrieg. Der Autor – selbst seit seiner frühen Jugend Zionist und Sozialist – hatte damit sein Thema gefunden: die politisch engagierten Juden in Europa, die sich ihrer Vernichtung und Verfolgung widersetzen, sei es unter der Naziherrschaft, sei es unter dem kommunistischen Antisemitismus der Stalinzeit: »Meine Bücher sind Grabsteine für Menschen, die sich sowohl in den Kampf gegen die Nazis stürzten als auch in sozialen Bewegungen engagierten.« Die Korrektur des Bilds vom Juden als nur passivem und wehrosem Opfer, das sich im Geschichtsbewusstsein so vieler eingepägt hat, ist auch Thema der Seminarreihe, die Lustiger als Gastprofessor des Fritz-Bauer-Instituts unter dem Titel »Jüdischer Widerstand im nationalsozialistischen Europa« bis zum Wintersemester 2004/05 an der Universität Frankfurt durchführt. Die Studenten dürfen gespannt sein. Dass ein Dozent gleichermaßen Zeitzeuge und Historiker ist, werden sie als besondere Bereicherung empfinden.

Arno Lustiger wurde 1924 in Bedzin, einer polnischen Industriestadt in Oberschlesien mit hohem jüdischen Bevölkerungsanteil, geboren. Er überlebte die Vernichtungslager Auschwitz und Buchenwald und kam 1945 als »Displaced Person« in das DP-Lager in Zeilsheim. Die Emigration in die Vereinigten Staaten scheiterte, und so blieb er mit Mutter und Schwester in Frankfurt, wo er zu den Gründungsmitgliedern der jüdischen Gemeinde gehörte und sich seither in zahlreichen jüdischen und kommunalen Gremien und Institutionen ehrenamtlich engagierte. Inzwischen ist Arno Lustiger ein bekannter Bürger der Stadt und hoch geehrt: 1999 erhielt er den Frankfurter Goethepreis, 2001 zusammen mit seinem Freund Wolf Biermann den Preis der Heinz-Galinski-Stiftung und 2003 für sein publizisti-

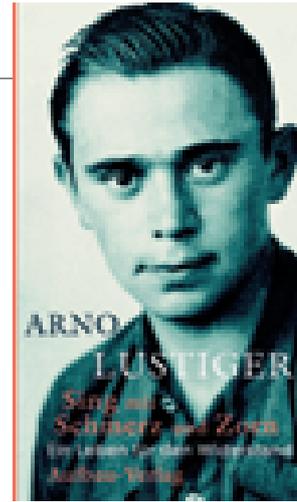
sches Werk die Ehrendoktorwürde der Universität Potsdam.

Der besondere Reiz von Arno Lustigers Forschungen und Veröffentlichungen liegt in der engen Verknüpfung von Zeit- und eigener Lebensgeschichte. Dies gilt auch für seine jüngste Publikation »Sing mit Schmerz und Zorn« – der Titel ist eine Zeile aus einem Klagegesang des jiddischen Dichters Jizchak Katzenelson –, die jetzt zum achtzigsten Geburtstag des Autors erschien. Das Buch ist eine Sammlung unterschiedlicher Texte, die in der Mehrzahl das eigene Erleben des Verfassers, seine intellektuellen Begegnungen mit bedeutenden Zeitgenossen und historischen Persönlichkeiten sowie seine umfangreichen kulturpolitischen Aktivitäten zum Ausgangspunkt haben. Es sind Reden, Würdigungen, Abhandlungen zur Geschichte des polnischen Judentums und des Zionismus, Vorträge und autobiografische Aufzeichnungen – teilweise bereits veröffentlicht, teilweise im Erstabdruck. Angeordnet wurden die auch thematisch divergierenden Texte in mehreren Hauptkapiteln: »Finsternis und Leitsterne«, »Frankfurt – Spurensuche an einem deutschen Ort«, »Juden und die Verbesserung der Welt« und »Zwischen Moskau und Jerusalem«.

»Sing mit Schmerz und Zorn« ist durch die Vielfalt der angesprochenen Themen mehr Steinbruch und Panorama eines wechselvollen Lebens als geschlossene Autobiografie. Und trotzdem sind die autobiografischen Schilderungen, zum Beispiel der Abschnitt »Aus meinem Leben«, die interessantesten und packendsten. Dies gilt für die eindrucksvolle Beschreibung der jüdischen Kindheit, in der die Eltern untereinander Jiddisch und mit den Kindern Polnisch sprachen, und auch für die Schilderung der Stationen der Verfolgung, des Überlebens und Weiterlebens im Land der Täter.

Ergreifend und für den aufrichtigen und rebellischen Charakter des Autors kennzeichnend ist eine Be-

gegnung mit Yehudi Menuhin, der unmittelbar nach dem Krieg in Deutschland Konzerte für Überlebende gab. Arno Lustiger verdankte dem Geigenvirtuosen, dem er zum



Arno Lustiger
Sing mit Schmerz und Zorn.
Ein Leben für den Widerstand
Aufbau Verlag
GmbH, Berlin
2004,
ISBN
3-351-02579-3,
303 Seiten,
22,50 Euro.

ersten Mal 1945 im Lager Bergen-Belsen begegnet war, später eine Einladung zu einem Empfang beim amerikanischen Hochkommissar John McCloy in Bad Homburg. Und so kam es, dass der »ehemalige KZ-Häftling der niedrigsten Kategorie innerhalb der Lagerhierarchie« im Olymp der alliierten militärischen Macht saß. Und es spricht für Arno Lustigers politische Lauterkeit, dass er die Gelegenheit nutzte, um den Hochkommissar, der im Januar 1951 im Nürnberger Prozess verurteilte Häftlinge begnadigt hatte, durch kritische Fragen in Verlegenheit zu bringen. »Hätte ich damals gewusst«, fügt er hinzu, »dass McCloy, der während des Kriegs stellvertretender, für die Luftwaffe zuständiger Kriegsminister war, zu jenen Militärs und Politikern gehörte, die die technisch mögliche Zerstörung der Gaskammern von Auschwitz durch Luftangriffe abgelehnt hatten, wäre es mir an jenem Abend noch schwerer gefallen, meine Empörung zu zügeln.«

Die Autorin

Dr. Gudrun Jäger ist Germanistin und beschäftigt sich im Schwerpunkt mit Erinnerungsliteratur zum Holocaust.

Tilly Edinger – Naturwissenschaftlerin mit Hang zum Makabren

Interdisziplinäre Beiträge zu Leben und Werk einer deutschen Jüdin

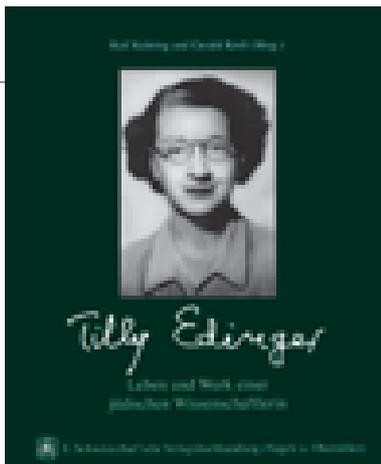
Tilly Edinger (1897–1967) war die Begründerin der modernen Paläoneurologie. Wen dieses befremdliche Wort nicht abschreckt, erwartet eine konzeptionell durchdachte wissenschaftliche Biografie ersten Ranges. Sie widerlegt, was ein Freund Tilly Edinger einst prophezeite: »Du wirst noch an Deiner Korrespondenz zugrunde gehen.« Stattdessen bilden ihre ungezählten, im In- und Ausland recherchierten Briefe aus über fünf Jahrzehnten den Fundus des vorliegenden Sammelbandes. Ihre faszinierende Diktion lässt Tilly Edinger als eine mit schwarzem Humor begnadete Frau, die 1939 aus Deutschland vertrieben wurde, noch einmal lebendig werden.

Zusammenarbeit von Natur- und Geistes- beziehungsweise Sozialwissenschaftlern möglich und fruchtbar ist«. Etwa bei grenzüberschreitenden Fragen nach Zusammenhängen zwischen Biografie und Wissenschaft, zwischen Lebensgeschichte einer schwerhörigen Naturwissenschaftlerin und der Entwicklung ihrer Disziplin, zwischen deutsch-jüdischer Akkulturation und Geschichte der Hirnforschung.

Transdisziplinären Geist repräsentieren auch die prominenten Zeitzeugen, deren Geleitworte persönliche Erinnerungen an Tilly Edinger enthalten: Dietrich Starck (Evolutionsmorphologe), Harry J. Jerison (Psychologe und Paläo-

Frankfurter Soziologen und Medizinhistoriker Gerald Kreft untersucht. Forschung-Frankfurt-Lesern dürfte er als Autor mehrerer Aufsätze zur Geschichte des von Ludwig Edinger, Tilly Edingers Vater, begründeten Neurologischen Instituts bekannt sein (Sonderband zur Geschichte der Universität, Forschung Frankfurt 3/2000).

In seinen Gesprächen mit überlebenden Angehörigen begegnete Kreft der durchaus ambivalenten Phantasie eines nach England emigrierten Neffen Tilly Edingers: »Wahrscheinlich hätte die Idee einer jüdischen Familiengeschichte von ihr sie zu großem Gelächter gebracht.« Nachdem die Nationalsozialisten Menschen, die sie als Juden klassifizierten, vernichteten, ist es für Kreft historiographisch unmöglich geworden zu definieren, »was eigentlich »jüdisch« sei«. Vielmehr zeigt er über mehrere Generationen der Edingers hinweg »sich wandelnde Gemengelagen aus deutschen und jüdischen Traditionszusammenhängen« auf, in die er Tilly Edingers Leben und Werk einbettet. In solchen Konstellationen deutsch-jüdischer Akkulturation erscheint »das Jüdische jeweils spezifisch, als Selbstverständnis wie als (Zwangs-)Zuschreibung«. Quellenkritisch zielt Kreft mitnichten auf eine »vermeintlich wahre Tilly Edinger«, sondern berücksichtigt die »adressatbezogene Perspektivität« ihrer »brieflichen Selbstdarstellungen«. 1933 war Tilly Edinger im Zuge der »Gleichschaltung« vom Verlust ihres Arbeitsplatzes bedroht. Den makaberen Vorschlag ihrer nach England geflohenen Freundin Elisabeth Gundolf, »die 0,1 % Juden, die ihr nun zu viel am Senckenberg-Museum seid, müsste man euch irgendwie wegschneiden, nach dem Vorbild des seligen Shylock«, kommentierte sie mit einem lapidaren »Ich biete dazu meine Pickel an!«.



Rolf Kohring und Gerald Kreft (Hrsg.)

**Tilly Edinger –
Leben und Werk einer jüdischen
Wissenschaftlerin**

E. Schweizerbart'sche
Verlagsbuchhandlung,
Stuttgart, 2003,
(Senckenberg-Buch Nr. 76),
ISBN 3-510-61351-1,
646 Seiten,
39,80 Euro.

Jene Eingeweihten, die mit der exotisch anmutenden Erforschung von Gehirnen ausgestorbener Wirbeltiere (dies meint die terminologische Kreuzung von Paläontologie und Neurologie) fachlich vertraut sind, werden bereits beim Namen Tilly Edinger ihren unmittelbar einsetzenden Kaufreflexen folgen. Für sie braucht das erste und unabsehbar einzige Standardwerk zur Entwicklung dieses Spezialgebiets nicht weiter besprochen zu werden. Allerdings ist ein weit vielschichtigeres Spektrum potenzieller Leser auf das Buch hinzuweisen. Dazu gehören solche, die es als stimulierend erleben, dass – so die Herausgeber im Vorwort – »auf dem Gebiet der Wissenschaftsgeschichte die

neurologe), Steven Jay Gould (Paläontologe und Evolutionstheoretiker), Reiner Wiehl (Philosoph und Neffe Tilly Edingers). In den thematisch konzentrierten Einzelstudien folgt der Berliner Paläontologe Rolf Kohring den »Stationen« im Leben Tilly Edingers. Deren »Scientific Legacy« stellt die Paläoneurologin Emily A. Buchholtz dar sowie, in einem zweiten Beitrag, Edingers »Teaching Interlude« am Wellesley College, Massachusetts, an dem Buchholtz selbst lehrt. »Tilly Edinger's Deafness« beleuchtet der Physiker Harry G. Lang (National Technical Institute for the Deaf, Rochester, New York). Schließlich wird »Tilly Edinger im Kontext ihrer deutsch-jüdischen Familiengeschichte« vom

Der Autor

Ulrich Lilienthal, Religionsphilosoph (M.A.), ist Koordinator für Akademiker- und kaufmännische Kurse in der Fortbildungsakademie der Wirtschaft in Hanau sowie Lehrbeauftragter an der Fachhochschule Aschaffenburg und der Universität des 3. Lebensalters in Frankfurt.

Das Böse, das der Vernunft trotzt

Ein ungewöhnlicher Blick auf die Geschichte der Philosophie

Wenn wir eine bestimmte Frage an die Geschichte adressieren, dann erhalten wir auch eine bestimmte Antwort. Andernfalls bleibt die Geschichte eine zufällige Ansammlung von Fakten, die allenfalls durch den Pfeil der Zeit den Gedanken des Fortschritts suggeriert. Im besonderen Maße gilt dies für die Geistesgeschichte. Die Philosophin Susan Neiman lehrte Philosophie in Tel Aviv, ist Mitglied an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und Direktorin des Einstein-Forums in Potsdam, hat eine originelle Frage an die Geschichte der Philosophie gestellt: »Welchen Sinn hat es überhaupt, auf die Vernunft zu setzen angesichts eines Bösen, das aller Vernunft trotzt?« Ihre Antwort lautet: Es gibt gar keine Alternative zur Vernunft. Somit stellt sich die Autorin in die Tradition der Aufklärung, welche die Kulisse ihres Buches darstellt.

»Die Beispiele in ›Das Böse denken‹ sind mit der Hoffnung verbunden, daß moralische Klarheit tatsächlich durch die philosophische Analyse bestimmter Ereignisse zu erzielen ist...« Die Frage nach den Bestimmungen des Bösen erlaubt es der Autorin eine »ganz andere Geschichte der Philosophie« zu verfassen. Zum einen ist es eine wissenschaftliche Frage, zum anderen verfasst sie ein Lesebuch für den an Philosophie Interessierten. Schließlich versteht sie ihr Buch als Darstellung der intellektuellen Reaktionen auf das Erdbeben von Lissabon (1755) und die ausgebliebene intellektuelle Beschreibung von Auschwitz, womit sie Anfangs- und Endpunkt der Moderne kennzeichnet.

Das Denken des Bösen durchzieht die Geschichte der Philosophie wie ein roter Faden. Die Philosophen der Aufklärung vertraten den Standpunkt einer aufklärerischen Theodizee. Dass die Natur Böses offenbart, Erdbeben Menschen verschlingen lässt, Fluten ganze Städte wegschwemmen, hätte Gott doch verhindern können. Warum er es nicht getan hat, entzieht sich dem menschlichen Wissen. Aber vom Standpunkt Gottes aus betrachtet, ist jedes Unheil ein notwendiges Er-

ignis, eine Selbstverständlichkeit, die der These von der besten aller Welten nichts anhaben kann. Den Fortschritt gegenüber der Aufklärung schält die Autorin am Übergang zu einer neuen Form des Bösen heraus. Seit Auschwitz hat die Frage der Theodizee einen moralischen Wert erhalten. Wir bewerten Naturkatastrophen heute nicht vor moralischem Hintergrund. Umgekehrt erleben wir es als geschmacklos, wenn wir bei dem von Menschen verursachten und damit vermeidbaren Bösen von einer Naturkatastrophe sprechen. Zudem beobachtet Neiman, dass das »Erdbeben von 1755, das die Stadt Lissabon zerstörte und Tausende ihrer Bewohner tötete, ... die Aufklärung bis ins ferne Ostpreußen« erschütterte. »Auschwitz rief demgegenüber eher zurückhaltende Reaktionen hervor. Die Philosophen blieben stumm, und Adornos berühmtem Diktum zufolge ist Schweigen die einzig angemessene Reaktion.« Die Autorin erklärt den für die Neuzeit geltenden Vorrang des Moralischen vor der Natur, denn was »in den Vernichtungslagern der Nazis geschah, war so ungeheuerlich böse, daß es, wie kein anderes Ereignis in der Geschichte, das Fassungsvermögen des menschlichen Verstandes übersteigt. Die Frage der Einzigartigkeit und Ungeheuerlichkeit von Auschwitz ist jedoch selbst eine philosophische.«

Durch die metaphysischen Aufladung des Worts »Auschwitz« wird es zum Inbegriff des Bösen, für das es keine Rechtfertigung mehr geben kann. Damit wird es zu einem Problem der menschlichen Gattung: »Liesse sich zeigen, daß etwas an Auschwitz spezifisch deutsch ist, wäre das Leben für uns alle leichter. Wäre Auschwitz nur ein nationales Problem, würden die Verbrechen einer Nation nichts über die ganze menschliche Gattung besagen.« Im »Es hätte nicht sein sollen!« steckt die unüberschreitbare moralische Forderung und Neimans Maßstab für ihre Philosophiegeschichte. Autoren wie de Sade, Nietzsche, Freud und allen voran Schopenhauer, die von vornherein dem Menschen jedes undenkbar Böse zugetraut ha-

ben, kann Neiman dann nur noch eine untergeordnete Rolle beimessen. Diese Philosophen haben das Böse im Menschen zu fassen versucht, obgleich sie den Inbegriff des Bösen noch nicht kennen konnten.

Dagegen wird dieses Buch zu einer Theodizee universaler Werte, wie sie für Neiman nur im Anschluss an Kants Philosophie der un-



Susan Neiman
**Das Böse denken.
Eine andere
Geschichte der
Philosophie**

übersetzt von
Christiana
Goldmann,
Suhrkamp Verlag,
Frankfurt am
Main, 2004,
ISBN 3-518-
58389-1,
492 Seitenzahl,
32,90 Euro

bedingten Pflichterfüllung denkbar ist. So muss sie zeigen, dass Horkheimer und Adorno irrten, als sie die Nähe zwischen Kants Moralphilosophie und der Lust am Bösen, wie sie in den Schriften des Marquis de Sade hervortritt, herausstellten. Aber gerade an dieser Stelle, sprechen die empirischen Beispiele, die Neiman anführt, weniger gegen Horkheimer und Adorno als gegen die Pflichtethik Kants. Dem Vollzug des Bösen fehlt oft die böse Absicht, und er geschieht so neigungslos, wie Kant es von der moralisch wertvollen Tat fordert. Neiman zum Fall Eichmann: »Bei seiner Gewissensprüfung entdeckte er nichts Schlimmeres als den gewöhnlichen Wunsch, Karriere zu machen, und selbst den bewundernswerten Wunsch, Pflichten zu erfüllen, die seinen persönlichen Empfindungen manchmal zuwiderliefen. Angenommen, er war ehrlich: Seine Gemütszustände waren tatsächlich so dürftig, wie er berichtete. Deshalb haben wir keinen Grund, seine Verantwortung zu leugnen, wohl aber, woanders als in seinen Gemütszuständen danach zu suchen.«

Das Buch ist zweifellos eines der interessantesten Philosophiebücher, auch wenn die tragende These nicht falsifizierbar ist. ◆

Der Autor

Dr. Klaus Jürgen
Grün ist Privatdozent am Institut für Philosophie und lehrt als Lehrbeauftragter am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Frankfurt. Er leitet das Philosophische Kolleg für Führungskräfte, das Philosophie und Wirtschaft miteinander in Kontakt bringt.

Die Macht des Sozialen

Wie frei sind wir wirklich?

Die Selbstbeschreibungen der modernen Gesellschaft, die in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts angefertigt wurden, sind seitdem zwar überarbeitet, aber nicht erneuert worden. Zu ihnen gehört, dass die Religion durch die Annahme der Perfektibilität der Menschen ersetzt wurde. Darüber hinaus zählt dazu der Kult des Individuums, das Verständnis von Gesellschaft als Vertragsgemeinschaft und ihre Beschreibung als System der Bedürfnisse in Hegels Rechtsphilosophie. Hinzugekommen ist im Fortgang nur noch das Modell des Wohl-

Kulturen durch das asymmetrische Wachsen der Weltbevölkerung, die Bedeutung von Kindern für Frauen in westlichen und traditionellen Gesellschaften sowie die veränderten hohen Liebesansprüche und die Gestaltungszwänge in der Ehe. Es geht aber auch um eine Kritik an der verbreiteten Darstellung, dass im Westen nur emotionale Bindungen und ansonsten traditionale Bindungen eingegangen werden. Er belegt, dass auch im asiatischen Kulturbereich die »arrangierte Ehe« verbreitet ist.

Hondrich verfolgt nicht das Ziel, die Individualisierungsthese zu widerlegen, sondern er stellt sie in einen breiteren Rahmen, in dem er Prozesse der Rückbindung soziologisch zu erfassen sucht. Das besagt, dass sich durch Individualisierungsprozesse gleichzeitig auch Herkunftsbindungen verstärken. Exemplarisch dafür sind für ihn nicht nur die Studien von Georg Simmel und Ervin Goffman, sondern auch von Jean-Claude Kaufmann. Er hat in seiner Analyse von Paarbeziehungen verdeutlicht, dass Paare, die sich für das Zusammenziehen entscheiden, in der Geschichte dieser sozialen Systeme nicht nur eine Paar-Identität im Sinne einer kollektiven Identität im kleinen, sondern auch eine »Individualität der Individuen« entwickeln.

Für die Individualisierungstheoretiker scheint zu sprechen, dass immer mehr soziale Angebote genutzt werden und »Setzkastenbiographien« der Regelfall sind, wie Studium, Umschulung, engagierte Berufstätigkeit und dadurch Identitätsfindung, neue Partner, politisches Engagement und anderes mehr. Aber die Angebote dazu sind nicht immer gerade dann vorhanden, wenn man sie wahrnehmen möchte. Sie sind nicht einfach individuell herbeizuführen, sondern werden oft durch die Märkte der Selbsthilfegruppen und soziale Bewegungen bereitgestellt. Latente Bindungen sind oft wirkungsmächtiger als manifeste Bindungen. Bei Trennungen und Krisen greifen wir auf Eltern, Freunde, Geschwister, somit vertraute Personen zurück, die wir nicht wählen, sondern mit denen wir schon verbunden sind. Gerade

am Beispiel von Trennungen und damit verbundenen Auseinandersetzungen um gemeinsame Kinder wird sichtbar, dass die Herkunftsbindung wirksamer ist als die gelöste Wahlbindung. Daran erkennen wir ein Stückweit die Macht der Herkunft. Die Macht des Sozialen besteht gerade darin, dass die Herkunftsbindung die Wahlbindung ablöst. Wie frei sind wir wirklich?

Mittlerweile haben Soziologen, wie Anthony Giddens, die Traditionen wieder entdeckt. Die modernen Gemeinschaften unterscheiden sich von den traditionellen Gemeinschaften dadurch, dass sie nicht mehr durch eine »heilige Tradition«, wie es Max Weber nannte, als Ganze definiert und geschlossen werden. Für sie sind ein »institutioneller Individualismus« (Talcott Parsons) typisch, der auf freien Wahlbindungen der Gesellschaftsmitglieder beruht. Aber diese Selbstreferenz hat selbst einen sozialen Ursprung. Sie ist ein Identifikationsmedium der Zuschreibung sozialer Positionen unter der evolutionären Voraussetzung, dass die Mitgliedschaftsrollen nicht, wie beispielsweise in einer Ständeordnung, vorreguliert sind. Hondrichs Studien sensibilisieren uns für die Paradoxie, welche die Macht der Herkunft gerade durch die freie Wahlbindung fortlaufend hervorbringt.

Viele angehende Sozialwissenschaftler meiner Generation haben von Karl Otto Hondrich Soziologie gelernt. Er hat ihnen vor Augen geführt, dass der Individualisierungsprozess nicht aus sich selbst zu greifen ist, aber auch, dass die sozialen Exklusionen, der Ausschluss und die Diskriminierung von Einzelnen, nicht Folgen sozialer Ungerechtigkeiten sind, die durch die Ausschöpfung individueller Rechte behebbar seien. Durch beides vollzieht und erneuert sich der Zwang des Sozialen und dadurch Soziales selbst. Das ist etwas, das uns nicht zur Disposition steht. Die vermeintliche Autonomie und Freiheit bleibt begrenzt. Wir können nur lernen, damit klug umzugehen. Vielleicht besteht darin unsere eigentliche Freiheit, die wir immer wieder zu erwerben haben. ◆

Karl Otto Hondrich
**Liebe in den Zeiten
 der Weltgesellschaft**
 Suhrkamp Verlag,
 Edition Suhrkamp
 2313,
 Frankfurt, 2004,
 ISBN
 3-518-12313-0,
 176 Seiten,
 9 Euro.



fahrtsstaats als eine Institutionalisierung einer wirtschaftlichen und sozialen Schadensbegrenzung.

Der Frankfurter Soziologe Karl Otto Hondrich geht in dem vierten Band seiner im Suhrkamp Verlag erschienenen Essays und Studien dem Problem nach, wie und warum in »Modernen Zeiten« geteilte moralische Gefühle und soziale Herkunft ihre Macht nicht verloren haben. Damit steht er in der Tradition, die von Emil Durkheim, Georg Simmel und Sigmund Freud bis zu Talcott Parson, aber auch, zu dem – heute weniger gelesenen – Sozialpsychologen William I. Thomas reicht. Seine Fallstudien analysieren, wie dominant die Traditionswelten sind und wie der Mythos der Freiheit fortschreitet. Dabei geht es nicht um, wie auch immer geartete, moralische Bewertungen und Verwerfungen, sondern um ein soziologisches Verständnis der Konflikte in der Weltgesellschaft: Sie betreffen den neuen Generationskonflikt, die Rolle der Familie, auch den Anspruch von Minderheiten auf diesen Status, beispielsweise von Homosexuellen, den Kampf der

Der Autor
**Privatdozent
 Dr. Gerhard Preyer**
 lehrt Soziologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität; er ist Herausgeber der Zeitschrift Protosociology – An International Journal of Interdisciplinary Research (www.protosociology.de).

Die nächste Ausgabe von »Forschung Frankfurt« erscheint im Januar 2005.

Quo vadis – Finanzplatz Frankfurt?

Mit der Europäischen Wirtschafts- und Währungsunion stellt sich für Frankfurt – wie auch für andere europäische Finanzplätze – die Frage »quo vadis?«. Bislang haben sich pro Land jeweils ein Finanzplatz oder höchstens zwei

führende Finanzplätze herausgebildet. Für die Europäische Union könnte dies heißen: Die meisten nationalen Finanzplätze werden an Bedeutung verlieren. Wird dies auch Frankfurt betreffen? Der Wirtschaftswissenschaftler Prof. Dr. Michael Grote berichtet in der nächsten Ausgabe darüber, wie sich der Finanzplatz Frankfurt seit dem Zweiten Weltkrieg zu dem führenden Finanzplatz in Deutschland entwickelt hat. Diese Analyse liefert spannende An-

haltspunkte für die Prognose, wie sich das europäische Finanzplatzsystem in Zukunft verändern wird.

Frankfurt eignet sich als Untersuchungsobjekt in besonderem Maße, da dies die einzige Stadt ist, die sich im vergangenen Jahrhundert als national führender Finanzplatz etablierte: Frankfurt hat erst nach dem Zweiten Weltkrieg nach einem Wettbewerb mit anderen deutschen Finanzplätzen das Erbe Berlins angetreten. An diesem jungen Finanzplatz lässt besser als an den »gestandenen« Finanzzentren beobachten, wie eine Stadt ihre Position findet und festigt. Zwischen der Situation in Deutschland nach dem Zweiten Weltkrieg und der in Europa von heute gibt es einige Parallelen: So musste der Standort der Zentralbank damals wie heute neu gefunden und eine neue Währung etabliert werden.

Mit Hilfe eines weiterentwickelten Wertschöpfungsketten-Konzepts wird Grote ein neues Instrument zur Analyse von Geschäftsprozessen in Finanzzentren und deren potenzieller Verlagerung vorstellen. Für Frankfurt werden parallel zwei – ungünstige – Entwicklungen identifiziert: Ein großer Teil des Investmentbankings, etwa das Corporate Finance, wandert nach London. Auf der anderen Seite ist auch für viele deutsche Bankgeschäfte, etwa den Aktienhandel, die Anwesenheit in Frankfurt nicht mehr nötig: Andere deutsche Städte gewinnen relativ zu Frankfurt an Bedeutung. Anders als nach dem Zweiten Weltkrieg übt die Zentralbank keine wesentliche Anziehungskraft mehr aus. Frankfurt wird sich auf deutsche, mittelständische Kapitalmarktgeschäfte konzentrieren müssen – hier liegt das Potenzial dieses Finanzplatzes. ◆



Wissenschaftsmagazin der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Impressum

Herausgeber

Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Redaktion

Ulrike Jaspers und Dr. Monika Mölders, Referentinnen für Wissenschaftskommunikation, Senckenberganlage 31, Raum 1053, 60054 Frankfurt am Main
Telefon (069) 798-23266, Telefax (069) 798-28530
E-Mail: jaspers@tg.uni-frankfurt.de und moelders@tg.uni-frankfurt.de

Vertrieb

Ingrid Steier, Senckenberganlage 31, 60054 Frankfurt am Main, Raum 1052, Telefon (069) 798-22472,
E-Mail: I.Steier@dv.uni-frankfurt.de

Anzeigen und Verlag

VMK Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Telefon: 06243/909-0, Telefax: 06243/909-400
E-Mail: info@vmk-verlag.de, Internet: www.vmk-verlag.de

Druck

VMK-Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim
Telefon: 06243/909-110, Telefax: 06243/909-100
E-Mail: info@vmk-druckerei.de

Illustrationen, Layout und Herstellung

schreiberVIS, Joachim Schreiber, Villastraße 9A, 64342 Seeheim, Tel. (06257) 962131, Fax (06257) 962132, ISDN-Leo (06257) 962133,
E-Mail: joachim@schreibervis.de, Internet: www.schreibervis.de

Grafisches Konzept

Elmar Lixenfeld, Büro für Redaktion und Gestaltung, Werrastraße 2, 60486 Frankfurt am Main
Telefon (069) 7075828, Telefax (069) 7075829, E-Mail: e.lixenfeld@t-online.de

Bezugsbedingungen

»Forschung Frankfurt« kann gegen eine jährliche Gebühr von 14 Euro abonniert werden. Das Einzelheft kostet 3,50 Euro. Einzelverkauf u.a. im Buch- und Zeitschriftenhandel in Uni-Nähe und beim Vertrieb.
Für Mitglieder der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. sind die Abonnementgebühren für »Forschung Frankfurt« im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Hinweis für Bezieher von »Forschung Frankfurt« (gem. Hess. Datenschutzgesetz): Für Vertrieb und Abonnementverwaltung von »Forschung Frankfurt« werden die erforderlichen Daten der Bezieher in einer automatisierten Datei gespeichert, die folgende Angaben enthält: Name, Vorname, Anschrift, Bezugszeitraum und – bei Teilnahme am Abbuchungsverfahren – die Bankverbindung. Die Daten werden nach Beendigung des Bezugs gelöscht.

Die Beiträge geben die Meinung der Autoren wieder. Der Nachdruck von Beiträgen ist nach Absprache möglich.

Titelblatt: Reinhard Dörner, Frankfurt.

Editorial: Foto Uwe Dettmar, Frankfurt.

Inhalt: Hinweise bei den jeweiligen Beiträgen.

Nachrichten: Foto S. 4 von Dettmar; Foto S. 5 Ulrich Schmidt, Frankfurt; Foto S. 6 oben von dpa Alliance; Foto S. 6 unten von KfW-Bankengruppe; Foto S. 7 Petra Welzel, Frankfurt; Foto S. 8 Liz Rehm; Foto S. 9 oben Jan Jacob Hofmann, Frankfurt; Foto S. 9 unten Jan Jacob Hofmann, Frankfurt.

Forschung intensiv – Nanobiotechnologie: Abbildungen S. 10 bis S.14 Ali Tinazzi, Frankfurt; Autorenfoto S. 13 Dettmar.

Forschung intensiv – Arbeitsrecht weltweit: Fotos S. 17, S. 18 unten, S. 19, S. 20, S. 21 unten von Mirko Krizanovic, Darmstadt; Fotos S. 18 oben, S. 21 oben, S. 22 von epd-Bildarchiv, Frankfurt; Grafik S. 23 von epd-Grafik; Autorenfoto S. 23 von Dettmar.

Forschung intensiv – Pflanzliche Arzneimittel: Foto S. 22 dpa Alliance/Okapia, Abbildungen S. 23 bis S. 27 Mario Wurglics; Autorenfoto S. 27 Dettmar.

Forschung intensiv – Bedrohte Sprachen weltweit: Foto S. 30 von Mirko Krizanovic; Videoaufnahmen S. 31 von Jost Gippert und Manana Tandashwili, Frankfurt; Fotos S. 32 aus Oswin-Köhler-Archiv, Institut für Afrikanische Sprachwissenschaften, Universität Frankfurt; Videoaufnahmen S. 33, S. 34, S. 35 von Gippert und Tandashwili; Fotos S. 36 von Lucie Rosseneu; Abbildungen und Fotos S. 37 u. 38 von Bernd Nothofer, Frankfurt; Autorenfoto S. 38 von Dettmar.

Forschung aktuell: Foto S. 38 u. S. 39 oben Universitätsarchiv Frankfurt; Foto S. 39 Mitte u. unten Fotostudio Szczepanski, Zory, Polen; Foto S. 40 Physikalische Blätter 25 (1969), S. 344; Fotos S. 41 bis S. 44 Reinhard Dörner; Grafiken und Fotos S. 45 bis 48 Hartmut Roskos; Bild S. 49 aus Thomapyrin Kunstedition von Boehringer Ingelheim, Ingelheim; Grafiken S. 50 bis S. 51 Gerd Geißlinger, Frankfurt;

Perspektiven: Grafiken S. 53, S. 54, S. 55 von Christoph Kepper, Frankfurt; Illustration S. 56 von Freimut Woessner, Berlin; Fotos S. 58 u. 59 von Martin Bernhardt, Frankfurt; Fotos S. 60 bis S. 63 Dettmar; Grafiken S. 64 bis S. 65 Bruno Ehmann, Frankfurt.

Universitäts- und Wissenschaftsgeschichte: Foto S. 67 oben Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Sammlung Trageser, Fotos S. 67 unten, S. 68 Mitte u. unten aus dem Universitätsarchiv Frankfurt; Foto S. 68 oben aus: Max Born, Die Relativitätstheorie Einsteins, Springer-Verlag, Berlin 2001; Foto S. 69 aus: Ernst Berninger, Otto Hahn – Eine Bilddokumentation, Heinz Moos Verlag, München, 1969, S. 99; Fotos S. 70, 71 unten, 72 oben rechts, Mitte links u. rechts, S. 73 Mitte aus dem Otto Hahn Zentrum im Physikalischen Verein Frankfurt am Main (Material ist Eigentum der Ernst Max von Grunelius-Stiftung; Foto S. 70 unten aus: Otto Hahn – Begründer des Atomzeitalters, Hrsg. Dietrich Hahn, List Verlag, München, 1979, S. 64; Foto S. 71 oben aus: Otto Hahn – Begründer des Atomzeitalters, Hrsg. Dietrich Hahn, List Verlag, München, 1979, S. 96 Mitte; Foto S. 71 Mitte aus: Otto Hahn – Begründer des Atomzeitalters, Hrsg. Dietrich Hahn, List Verlag, München, 1979, S. 88 oben; Foto S. 72 aus: Jost Lemmerich, Max Born, James Franck, der Luxus des Gewissens: Physiker in ihrer Zeit, Frankfurt am Main, 1983, S. 53; Foto S. 74 oben aus: Otto Hahn – Begründer des Atomzeitalters, Hrsg. Dietrich Hahn, List Verlag, München, 1979, S. 300 unten; Foto S. 74 Mitte aus: Otto Hahn – Begründer des Atomzeitalters, Hrsg. Dietrich Hahn, List Verlag, München, 1979, S. 318; Foto S. 76 aus: Otto Hahn – Begründer des Atomzeitalters, Hrsg. Dietrich Hahn, List Verlag, München, 1979, S. 326 oben; Fotos S. 77 bis S. 79 Dettmar; Bilder S. 80 u. S. 81 aus dem Institut für Stadtgeschichte, Frankfurt; Dokumente S. 82 u. S. 83 aus dem Universitätsarchiv der Johann Wolfgang Goethe-Universität; Fotos S. 84, S. 85, S. 86, S. 87, S. 88 aus dem Universitätsarchiv der Johann Wolfgang Goethe-Universität.

Vorschau: Foto S. 96 von Dettmar.