### PHARMAZIE

Arzneimittel-Forschung

> Gespräch mit Nobelpreisträger R. Huber

Heilgöttin zur Apothekerin

Kräuter gegen die Krankheit

Sehnsucht nach neuen Heilern



## DEUTSCHES MUSEUM

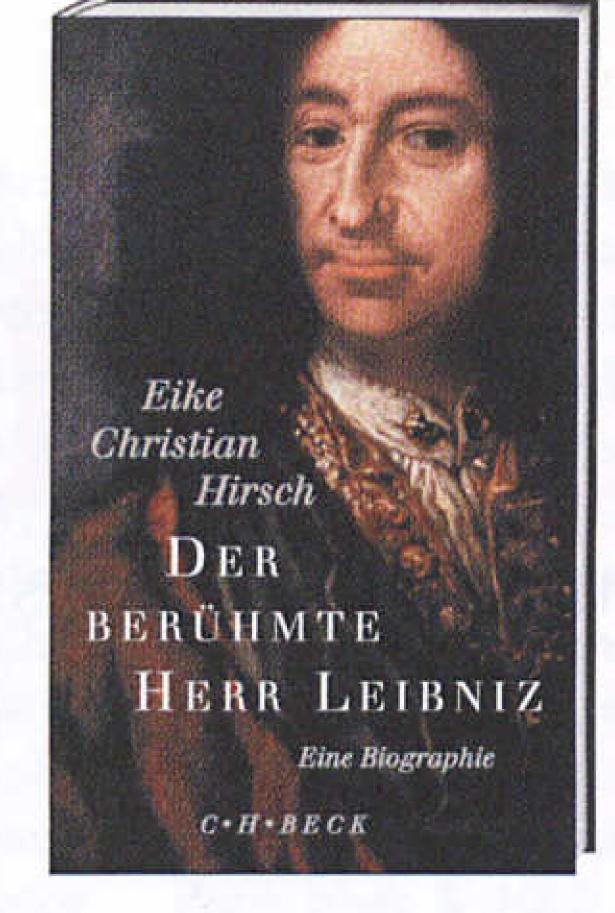
Die neue Ausstellung Pharmazie

Im Zeichen des Einhorns: Apotheke St. Emmeram

Das Gemälde "Die Heilkunst"

Astronomie:
Im Schatten
des Mondes

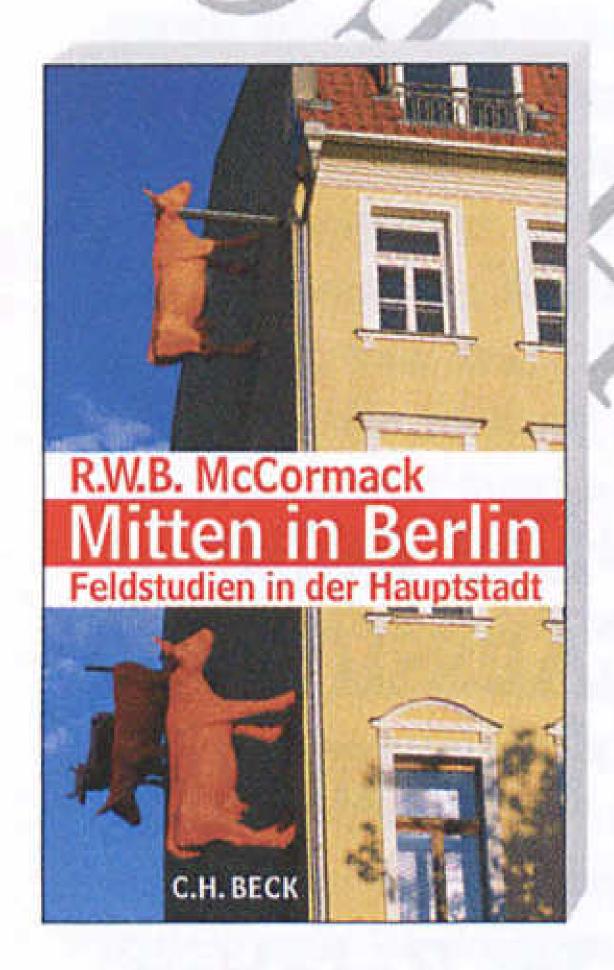




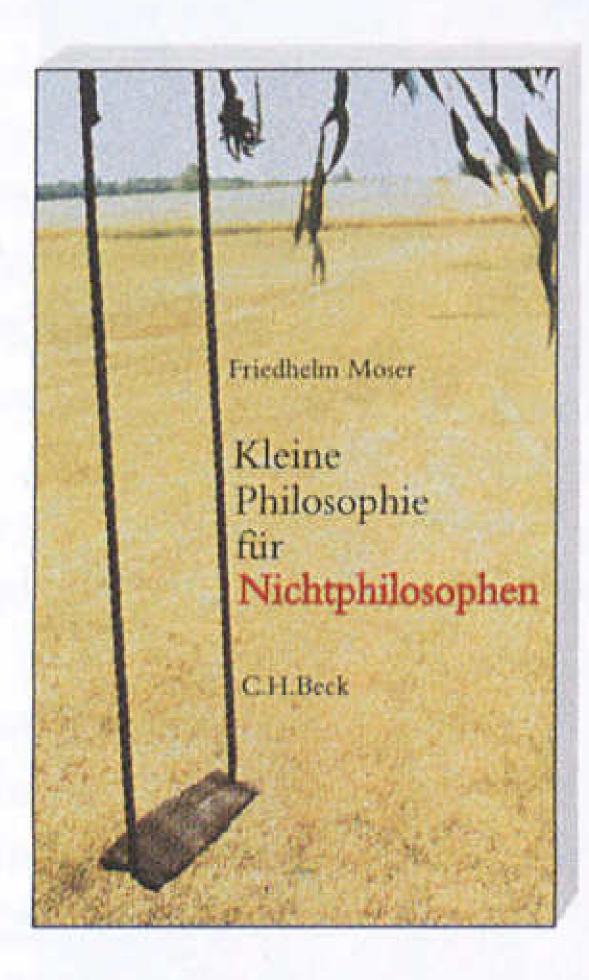
640 Seiten, 58 Abbildungen. Leinen DM 49,80

VIII, 652 Seiten. Leinen DM 78,-

# Im Frühjahr 2000 - eine Auswahl



224 Seiten, 30 Abbildungen. Klappenbroschur DM 28,-



218 Seiten. Broschiert DM 29,80



363 Seiten, 46 Abbildungen, I Tabelle. Gebunden DM 49,80



393 Seiten. Leinen DM 48,-



400 Seiten, zahlreiche Tabellen und Abbildungen. Broschiert DM 44,-



367 Seiten, 28 Abbildungen. Gebunden DM 39,80



1146 Seiten. Leinen DM 78,-



Zum Titelfoto:

Ausschnitt aus

"Medizin", 1901.

Foto: Dr. Brandstätter/Artothek

Gustav Klimt,: "Hygieia",

### TITEL: PHARMAZIE

- 4 Editorial: Leben im Deutschen Museum
- 10 Zwischen Zufall und Entwurf
  Arzneimittelsuche mit Hilfe
  der Kombinatorischen Chemie
  von Hugo Kubinyi
- 13 Ganze Molekül-Bibliotheken
  Fragen an *Ivar Ugi*,
  den Vater der Kombinatorischen Chemie
- 16 Ufos im Körper
  Kann die Chemie jede Krankheit heilen?
  Gespräch mit Nobelpreisträger
  Robert Huber
- 20 "... bei Hygieia und Panakeia!" Von der Heilgöttin zur Pharmazeutin von Stefanie Siebers-Gfaller
- 36 Kräuter gegen die Krankheit
  Die therapeutische Bedeutung
  von Naturheilmitteln
  von Petra Thorbrietz
- 42 Sehnsucht nach neuen Heilern
  Gespräch mit dem Medizinhistoriker
  Paul U. Unschuld

## DEUTSCHES MUSEUM 26 Im Zeichen des Einhorns Die Klosterapotheke von St. Emmeram von Elisabeth Vaupel

- Die Heilkunst

  Das Deckengemälde in der alten Apotheke des Deutschen Museums

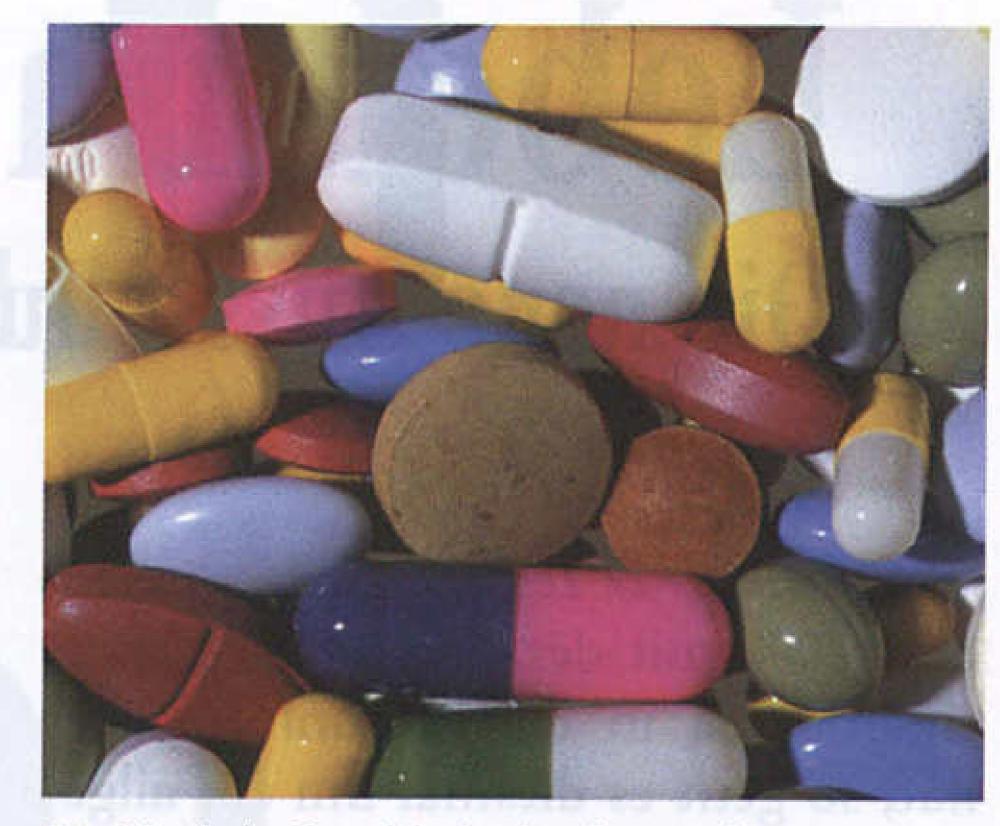
  von Eva A. Mayring
- You are Chemistry!

  Pharmazie Eine neue Ausstellung

  von Elke Müller
- 54 Im Schatten des Mondes Nachlese zur Sonnenfinsternis am 11.8.1999 von Gerhard Hartl

#### RUBRIKEN

- 6 Kultur & Technik Rundschau
- 52 Merkwürdig: Fast free climbing
- 58 Dr. Profs Technodrom
- 60 Gedenktage technischer Kultur
- 63 Nachrichten und Veranstaltungen
- 65 Schlußpunkt
- 66 Vorschau/Impressum



10: Für jede Krankheit eine besondere Arznei? Forscher versuchen, die Wege von Wirkstoffen im Körper zu entschlüsseln.



20: Lange Zeit durften Frauen keine Heilberufe ausüben. In Klöstern und Klosterapotheken fanden sie mit ihrem Erfahrungswissen über Heilkräuter und Drogen ein Refugium.



46: Modell der begehbaren Körperzelle, die in der neuen Ausstellung Pharmazie zur Reise in den eigenen Körper einlädt.

## Leben im Deutschen Museum

### Die neue Ausstellung Pharmazie – Vorhut der Life Sciences

Wenn Kultur & Technik in der Ausgabe 1/2000 mit der Nanowissenschaft einen Blick in die Zukunft gewagt hat, so geht es diesmal um ein allgegenwärtiges Thema, das jenem an wissenschaftlicher Attraktivität nicht nachsteht: Pharmazie. Anlaß ist die Eröffnung der neuen Pharmazie-Dauerausstellung des Deutschen Museums am 5. Mai 2000, die unter dem Motto "You are Chemistry" steht (Seite 46).

hemie ist die Grundlage von Pharmazie und anderen Life Sciences – von der Medizin über die Biologie und Landwirtschaft bis hin zu den Ernährungswissenschaften. Die Ausstellung zeigt, daß auch die im menschlichen Körper ablaufenden Vorgänge "Chemie" sind und daher Krankheiten häufig mit "Chemikalien", nämlich den Arzneimitteln, erfolgreich behandelt werden können.

Heute ist Chemie auch die Grundlage der Gentechnik, ob "rot" oder "grün", der Biotechnologie – und, und, und... Wir selbst, unsere Mitmenschen, Nahrung und Gegenstände, mit denen wir täglich zu tun haben, vom Kultur & Technik-Heft, das Sie gerade in den Händen halten, bis zum Computer, sind Chemie. Wo spielen molekulare Vorgänge eigentlich keine Rolle?

Schon früh haben sich Menschen chemische Vorgänge zunutze gemacht und mit ihrer Hilfe Techniken verschiedenster Art entwickelt. Sie haben die Natur zu entschlüsseln und als Naturwissenschaft den eigenen Zwecken dienstbar zu machen versucht. Und in dem gleichen Maße, in dem Chemie Untersuchungsgegenstand und Gestaltungsobjekt des Menschen wurde, wurde sie zur Kulturleistung: In einer Reihe stehen hier "Beethoven, Dante, Velazquez, Lavoisier!"

Chemie und Kultur? Das scheint nun gar nicht zum üblichen Negativ-

bild der Chemie zu passen, das in der Öffentlichkeit vorherrscht. Die schädlichen Auswirkungen von Chemie auf Mensch und Umwelt - von Luftverschmutzung und Tankerunglücken über die Chemiekatastrophen von Seveso und Bhopal bis zu den Gesundheitsschädigungen durch Holzschutzmittel oder Schwermetalle - haben einen gut Teil zum Entstehen dieses Bildes beigetragen, sicher aber auch Uninformiertheit und Mißverständnisse. Vielleicht werden gerade bei den Life Sciences Spannungen zwischen Anspruch und Akzeptanz besonders deutlich, weil sie uns so unmittelbar betreffen. So werden etwa von der Gentechnik entscheidende Fortschritte in der Medizin sowie Beiträge für eine nachhaltige Entwicklung in der Landwirtschaft und im Umweltschutz erhofft. Gleichzeitig erwecken die neuen Technologien Angste und Befürchtungen. Life Sciences sind Thema kontroverser Diskussionen und somit genau das Richtige für das Deutsche Museum, das als "neutraler Ort" prädestiniert ist, die Diskussion zu versachlichen und die wichtigsten Inhalte einem interessierten Publikum zugänglich zu machen.

Gerade das Thema Pharmazie ist geeignet zu zeigen, wie fließend die Übergänge zwischen natürlicher und jener Chemie sind, die auf menschliches Wirken zurückgeht. Das Spektrum der Beiträge in diesem Heft reicht daher von der Beschreibung natürlicher (Pflanzen-) Heilmittel (Seite 36) bis zur Darstellung der modernen Wirkstofforschung in der Pharmazie (Seite 10), die auch Gegenstand eines Gesprächs mit Chemienobelpreisträger Robert Huber ist (Seite 16).

Die Pharmazie-Ausstellung ist nicht die erste und wird sicher auch nicht die letzte Life Science-Ausstellung im Deutschen Museum sein. Derzeit wandert "Gentechnik und Umweltschutz", vom Museum gemeinsam mit dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen erstellt, durch die Lande. Seit vergangenem Herbst ist es im Museum möglich, mit bildgebenden Verfahren der Medizintechnik "unter die Haut" (siehe Kultur & Technik 4/1999) zu blicken.

Damit nicht genug wird künftig noch mehr "Leben" ins Deutsche Museum kommen: Nach dem Umzug der Ausstellungen zum Landverkehr auf die Theresienhöhe wird auf der Insel Raum für die Darstellung neuester Wissenschaft und Technik frei – und da werden die Life Sciences eine zentrale Rolle spielen.

Professor Dr. Wolf Peter Fehlhammer



Beethoven, Dante, Velazquez, Lavoisier!

Beelina contex diducines andred

An Verantwortung. Und an die Zukunft. Nur zwei Gründe, warum sich der Stifterverband für Reformen an deutschen Hochschulen engagiert – und die Ideen, Visionen und Ziele der Menschen unterstützt, die sich hier für die Führungsaufgaben der Zukunft Vorbereiten. Wir möchten wettbewerbsfähige Voraussetzungen schaffen, um das Potential dieser Menschen zu fördern. Etwa 4.000 führende Unternehmen und engagierte Privatpersonen unterstützen uns dabei bereits mit Spenden. Schließen Sie sich an.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Barkhovenallee 1, 45239 Essen Telefon (0201) 84 01 - 182, Telefax (0201) 84 01 - 304

<sup>e-mail:</sup> Thomas.Reiniger@stifterverband.de, Internet: http://www.stifterverband.de Bankverbindung: Deutsche Bank, BLZ 360 700 50, Konto 247 1902

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft

VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL

### ARCHITEKTUR HEUTE: DAS JUDISCHE MUSEUM BERLIN

Berlins erstes jüdisches Museum wurde - wenige Tage vor der Ernennung Hitlers zum Reichskanzler - am 24. Januar 1933 in der Oranienburger Straße eröffnet. Seit Dezember 1998 gibt es in Berlin wieder ein rechtlich eigenständiges Jüdisches Museum, hervorgegangen nach einer kontrovers geführten Debatte aus einer Abteilung des Stadtmuseums Berlin. Direktor ist der in Oranienburg bei Berlin geborene frühere amerikanische Finanzminister Michael Blumenthal.

Das Museum wird im Oktober 2000 öffnen und die gesamte Geschichte des deutschsprachigen Judentums und dessen Beziehung zur allgemeinen deutschen Geschichte schildern.

Weltberühmt ist das Museum aber schon heute, ohne ein einziges ausgestelltes Exponat, durch seinen Neubau, der seit Januar 1999 der Öffentlichkeit zugänglich ist. Rund 800 Besucher täglich wollen in gesonderten Führungen das leere Gebäude sehen. Es ist nur über den Altbau, in dem das Berlin-Museum untergebracht ist, erreichbar, unterirdisch unsichtbar verbunden. Viele Besucher fühlen sich von der skulpturalen Gestaltung der Architektur an einen auseinandergebogenen Davidsstern erinnert.

Der Architekt des Museums, Daniel Libeskind, hat aufgrund des Berliner Erfolgs den Auftrag für zahlreiche Museumsneubauten erhalten.

Weitere Informationen: Jüdisches Museum Berlin, Lindensr. 9-14, 10969 Berlin, Telefon: (030) 25993410. Eröffnung im Oktober 2000. Führungen durch das Gebäude: freitags 15 Uhr, samstags 13 Uhr, sonntags 11 Uhr.

### **ZUR EXPO 2000:** INTERNATIONALE FRAUEN-UNIVERSITAT EROFFNET

Im Juli 1997 gründeten Wissenschaftlerinnen die Internationale Frauenuniversität e.V., die im März 1999 gemeinsam



Das neue Jüdische Museum in Berlin, entworfen von dem Architekten Daniel Libeskind.

mit dem Land Niedersachsen die International Women's University GmbH als private Gesellschaft ins Leben rief. Sie hat das Ziel, die Frauenuniversität während der EXPO 2000 durchzuführen und anschließend in einem internationalen Hochschulverbund, zum Beispiel als virtuelle Universität oder als Fernstudienangebot, fortzuführen.

Die Vorsitzende des Vorstands und Präsidentin der ifu ist die Professorin Dr.-Ing. Aylâ Neusel, Geschäftsführerin ist Dr. Barbara Hartung. Zum Beirat gehören unter anderen Helga Schuchardt, Marlis Dürkop und die Vizepräsidentin der Universität Hannover, Liselotte Glage.

Leitideen der Internationalen Frauenuniversität sind: Internationalität, Interdisziplinarität, Intermedialität, feministische Orientierung und nicht zuletzt die Analyse der Wechselwirkungen zwischen Wissenschaftsentwicklungen und gesellschaftlichen Veränderungen. Die Internationale Frauenuniversität will damit eine neue, projektbezogene Hochschulstruktur modellhaft erproben und die feministische

Wissenschaftskritik produktiv umsetzen. Sie bietet für 1.000 Teilnehmerinnen aus aller Welt ein ausgefeiltes Lehr- und Forschungsprogramm sowie projektübergreifende Veranstaltungen, gestaltet von 100 Lehrenden für 100 Tage während der EXPO 2000.

Am 15. Juli beginnt das erste Semester, das bis zum 15. Oktober 2000 dauert. Es steht unter dem Oberthema Technik und Kultur. Studiert wird in sieben Fachbereichen: Körper,



Aylâ Neusel, Präsidentin der Internationalen Frauenuniversität.

Stadt, Information, Intelligenz, Migration, Wasser und Arbeit. Mindestvoraussetzung für die Einschreibung sind ein wissenschaftlicher Abschluß (zumindest B.A.) und gute Englischkenntnisse.

Einschreibeunterlagen und Informationen über Stipendien sind erhältlich über den Deutschen Akademischen Austauschdienst DAAD (HYPER-LINK ifu@daad.de). Weitere Informationen: Verein Internationale Frauenuniversität, c/o Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Leibnizufer 9, Postfach 261, Hannover, Telefon 30002 (0511) 120-2584, Telefax (0511) 120-2801, E-Mail: frauenuni@ mwk.niedersachsen.de

#### PHARMAZIEGESCHICHTE **IM INTERNET**

Die Pharmaziegeschichte ist vielleicht gerade wegen der guten Eingrenzbarkeit ihres Sujets - im Internet leicht zu finden. Der an der Universität Karlsruhe betriebene Navigator Pharmaziegeschichte (http: //www.ubka.uni-karlsruhe.de/ pharm/pharmhistext.html) verzeichnet umfassend Internet-

Ressourcen für Pharmazie- und Wissenschaftshistoriker. Er enthält Datenbanken der Pharmaziegeschichte, Quellenverzeichnisse, Faksimile- und Bildersammlungen, Volltext-Versionen von Aufsätzen und Links zu Organisationen, Instituten und Museen, die sich der Pharmaziegeschichte widmen. Hinzu kommen ausgewählte Informationen und Hinweise zu Weiteren Linksammlungen und Mailinglisten.

### ZWERG PERKEO NEBEN DEN APOTHEKERN IM HEIDELBERGER SCHLOSS

Das Heidelberger Schloß birgt eine pharmaziegeschichtliche Kostbarkeit: das Deutsche Apotheken-Museum. Es zeigt eine Dauerausstellung über Pharmaziegeschichte rund um die Apotheke. Träger ist die Deutsche Apotheken-Museum Stiftung der Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände. Diese Stiftung wurde im Jahr 1937 gegründet, das Museum ein Jahr später in München eröffnet.

Die Exponate setzten sich ausschließlich aus Sachspenden des Berufsstandes zusammen: Grundlagen bildeten die umtangreichen Privatsammlungen der Familien Rath, Frankfurt (damalige Inhaber der Firma Vial & Uhlmann) und Heinrici, Halle, ergänzt durch zahlreiche Einzelspenden. Das Museum wurde durch Brandbomben vollständig zerstört, aber die umfangreichen ausgelagerten Teile der Sammlung fanden zunächst in Bamberg und seit 1958 am heutigen Standort im Ott-Heinrichsbau des Heidelberger Schlosses ein neues Domizil.

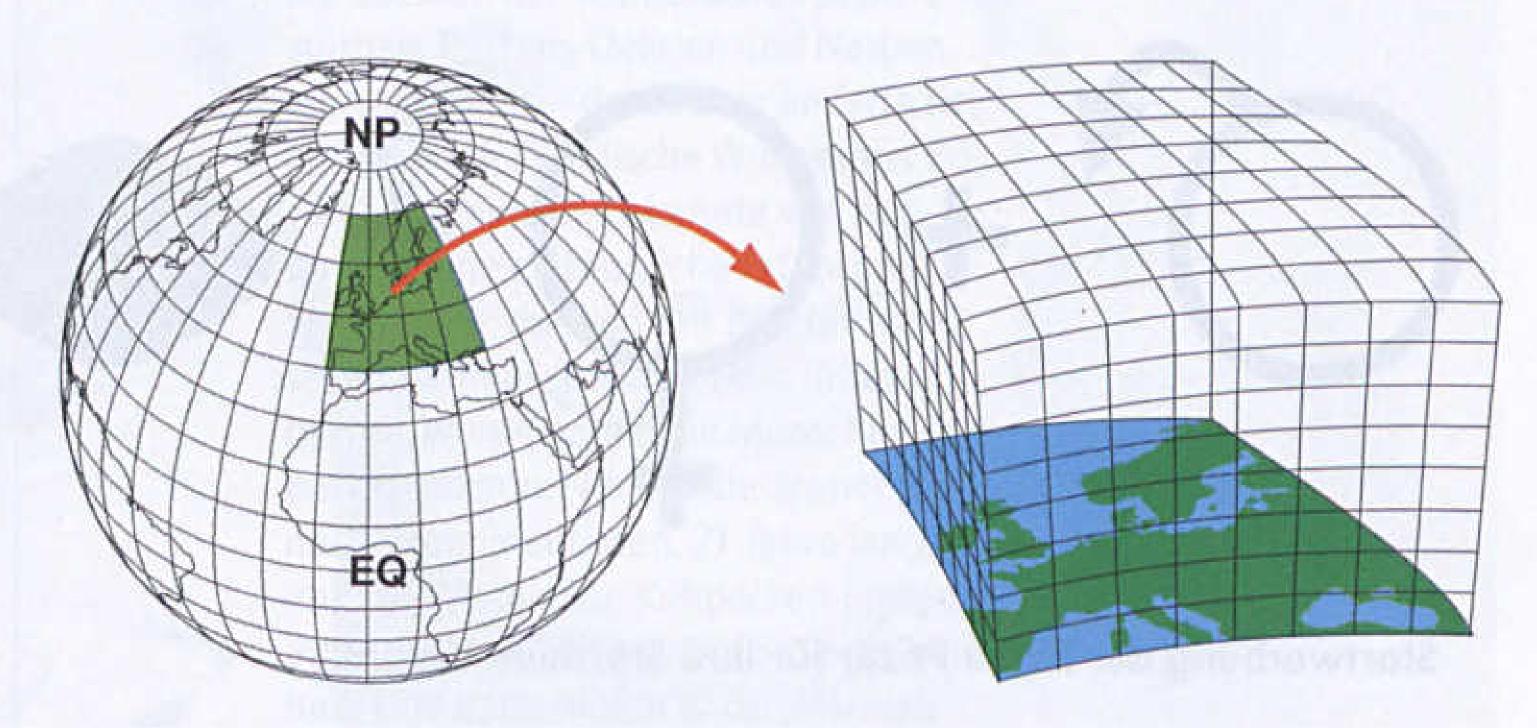
Nach wie vor wird der Stiftungszweck hochgehalten: in enger Verbindung mit dem Berufsstand und durch ehrenamtliche Stiftungsarbeit die Geschichte des Apothekenwesens einem großen Publikum lebendig darzustellen. Ein umfangreiches Angebot an Überblicks-, Kurz- und Spezialführungen (etwa für Pharmazeutisch-Technische Assistentinnen in Ausbildung oder als stimmungsvolle Abendführungen) kommt Apothekern und Nicht-Apothekern gleichermaßen entgegen.

Um den Besuch technikhistorisch abzurunden, empfiehlt sich die Anreise mit der zahnradgetriebenen Bergbahn (Betriebszeiten 1. November bis 31. März: 11-15 Uhr; 1. April bis 31. Oktober: 9-19 Uhr).

Deutsches Apotheken-Museum, Schloßhof 1, 69117 Heidelberg, Telefon (06221) 25880, Fax 181762, Email: Deutsches\_ Apotheken\_Museum@t-online. de. Offnungszeiten täglich 10-17.30 Uhr. Der Eintrittspreis berechtigt zudem zum Besuch des Schloßinnenhofes und des Großen Fasses.



Blick in die umfangreiche Arzneimittelsammlung des Deutschen Apotheken-Museums aus mehr als vier Jahrhunderten.



Klimamodell für die meteorologische Grundlagenforschung.

#### MEHR VERTRAUEN IN WETTERVORHERSAGEN

Prognosen sind schwierig - besonders wenn sie die Zukunft betreffen. Das ist die allgemeine Erfahrung auch für den Wetterbericht. Um so erfreulicher ist die Botschaft der Klimaforscher auf der vierten internationalen Klimakonferenz im letzten September in Hamburg, daß sich das Vertrauen in die Prognosen über die zukünftige Entwicklung unseres Klimasystems allgemein erhöht habe.

Als Ursache für das gewachsene Vertrauen machte Klaus Hasselmann, Direktor am Max-Planck-Institut für Meteorologie, die konsequente Weiterentwicklung der Klimamodelle verantwortlich. Insbesondere für die Tropen, aber auch für bestimmte Meeresregionen, wo die in zwei- bis zehnjährigen Oszillationen auftretenden Klimaveränderungen regelmäßiger sind als in unseren Breitengraden, sind inzwischen akzeptable Aussagen zum Klimaverlauf möglich. Dabei sind die Schwankungen der Oberflächentemperaturen und der großräumigen Strömungen der Ozeane die Taktgeber für die Klimaverläufe. Über den Kontinenten sinkt dagegen die Vorhersagewahrscheinlichkeit "oft schon nach wenigen Wochen" ab. Schön wärs!

Während der EXPO 2000 vom 1. Juni bis zum 31. Oktober 2000 werden die Zusammenhänge zwischen den Klimakomponenten sowie aktuelle Forschungsergebnisse des Max-Planck-Instituts und des Deutschen Klimarechenzentrums in multimedialer Form

präsentiert. Mittels einer Videopräsentation und einer Computerinstallation hat der Besucher die Möglichkeit, verschiedene Szenarien vorzugeben und die daraus resultierenden Auswirkungen auf das regionale und das globale Klima zu erfahren.

Präsentationsort ist das Foyer des Geomatikums in Hamburg (Bundesstr. 55).

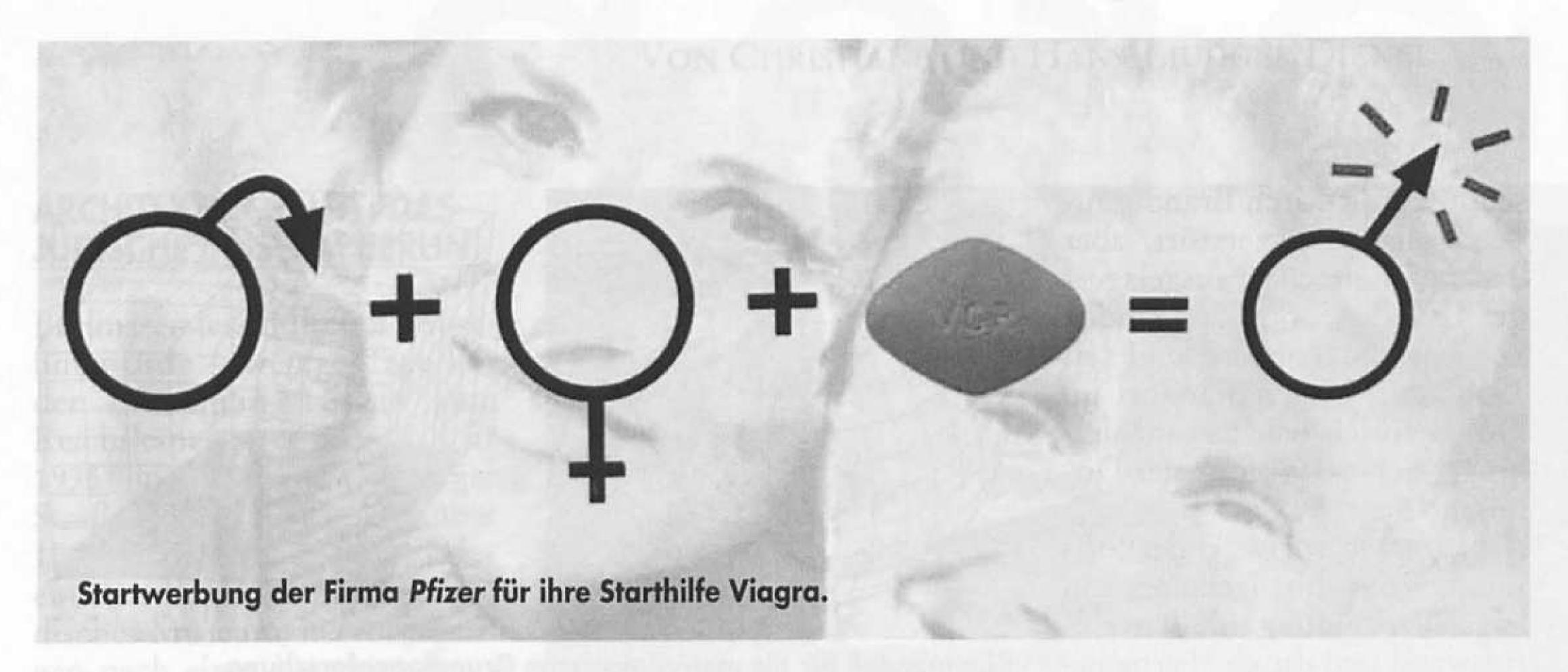


Professor Dr. Axel Ullrich.

#### **BIOTECHNOLOGIE IM DEUTSCH-AMERIKANISCHEN** VERGLEICH

Der Verweis auf das Leitbild Amerika, wo alles besser läuft, gehört in der Biotechnologie zur Standardrhetorik. Doch der Biotechnologe (und Direktor am MPI für Biotechnologie) Axel Ullrich kommt in einem Rückblick auf die letzten 20 Jahre Biotechnologie im deutsch-amerikanischen Vergleich zu weniger eindeutigen Ergebnissen.

In vielen gentechnischen Unternehmen der USA ist es den Forschern ausdrücklich erlaubt, ihre Forschungsergebnisse in Fachzeitschriften frei zu publizieren. Der ununterbrochene Gedankenaustausch zwischen



Hochschule und Industrie ist dadurch möglich und zwingt die Unternehmen gleichzeitig, ihre wichtigen Entdeckungen und technischen Durchbrüche sofort patentieren zu lassen.

Die Entwicklung der Biotechnologie wurde in den späten 70er und frühen 80er Jahren entscheidend dadurch vorangetrieben, daß Industrieforscher und freie Wissenschaftler frei kommunizieren konnten. Zugleich machte die aggressive Wissenschaftspolitik innerhalb der Firma eine innovative Produktentwicklung möglich.

Die enge Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft spiegelt eine andere Forschungskultur in den USA, die sowohl wettbewerbsorientierter (deshalb die vielen Patente) als auch innovationsorientierter ist (deshalb das intensive gegenseitige Interesse).

Die großen deutschen Pharmakonzerne haben sich der Biotechnologie erst zugewandt, nachdem Mitte der 80er Jahre fast lawinenartig in den USA neue Biotech-Unternehmen gegründet wurden. Ihre Investitionen in den amerikanischen Markt haben sich oft nicht gelohnt, weil sie Größe und Seriosität der Unternehmen zu hoch und Innovativität zu gering bewertet haben. Die Zahl von Neugründungen kleiner innovativer Firmen hielt sich in Deutschland auch wegen des engeren rechtlichen Rahmens für Eigenpublikationen der Mitarbeiter in Grenzen.

Erst Mitte der 90er Jahre wurde hierzulande durch das BioRegio-Konzept ein Quantensprung erreicht. Dieser öffentliche Wettbewerb erzeugte schließlich weitgespanntes Interesse an der Biotechnologie.

#### VIAGRA – DER WITZEMARKT BOOMT AM MEISTEN

Kein anderes Medikament hat am Ende des letzten Jahrhunderts so viele Schlagzeilen gemacht wie das Potenzmittel Viagra des amerikanischen Pharma-Herstellers Pfizer. Dabei standen begeisterte Berichte von Medizinern und Laien am Anfang, während in den letzten Monaten die Nebenwirkungen des Mittels stärker in den Vordergrund rückten.

Auch wirtschaftlich war das Hilfsmittel ein Verkaufsschlager, aber doch erheblich weniger erfolgreich als erhofft. Während nach wie vor der größte Teil der Pillen in den USA abgesetzt wird, blieben die Verkaufszahlen insbesondere in Deutschland - trotz der vermuteten 1,7 Millionen Männer mit Potenzproblemen - weit hinter den Erwartungen zurück.

Im Zusammenhang mit der Einnahme der Potenzpille hat die deutsche Arzneimittelkom-

mission bislang insgesamt 53 Fälle mit zumeist schweren Gesundheitsstörungen, davon 18 Fälle mit Todesfolge registriert. Die Berliner Initiative Green Health zählt sogar 23 Todesfälle in Deutschland. Eine Initiative von Pharmageschädigten hat deshalb Strafanzeige gegen den Herstellerkonzern wegen fahrlässiger Tötung erstattet. Der Viagra-Herstellers Pfizer führte dagegen seinerseits Klage gegen den in der Green-Health-Initiative aktiven Okobauern Reinhardt Stefan Tomek: Dieser hatte nämlich einen stärkenden Bio-Brotaufstrich unter dem Namen "Viagra naturale" verkauft.

Mit einem solchen Scherz steht der Öko-Landwirt nicht allein. Mehr noch als der Viagra-Absatz boomt nämlich der Viagra-Witz. Wer es nicht glaubt: Im Internet sind Dutzende Seiten allein dem Thema Viagra-Witz gewidmet und warten jeweils mit zahlreichen Beispielen, Varianten und Comics auf.



Die mehr als 250 Jahre alte Stratford-Mühle in Virginia, USA.

### TAGUNG ZUR GESCHICHTE **DER PHARMAZIE**

Lange bevor sich - erst im letzten Jahr - die Internationale Gesellschaft für Geschichte der Pharmazie (IGGP) konstituierte, verfügte die Pharmaziegeschichte in Deutschland über eine wissenschaftliche Gesellschaft, die Deutsche Gesellschaft für Geschichte der Pharmazie (DGGP). Sie tagt zweijährlich (alternierend mit der IGGP). Die diesjährige Biennale findet vom 12. bis 14. Mai 2000 in Leipzig statt. Außerdem gibt die wohlorganisierte DGGP eine Zeitschrift heraus, die Geschichte der Pharmazie. Sie erscheint vierteljährlich als Beilage der Deutschen Apotheker Zeitung.

Die DGGP richtet sich nicht nur an Wissenschaftler, sondern auch an historisch interessierte Apotheker, und unterhält 18 Regionalgruppen. Außerdem verleiht sie einen Preis, die "Hans-Valentin-Medaille" für Verdienste um die Förderung der Pharmaziegeschichte.

Kontakt und Informationen: Dr. Klaus Meyer, 1. Vorsitzender der DGGP, von-Nagel-Straße 5, D-59302 Oelde, Email: Meyer-Kl.@t-online.de; Professor Dr. Christoph Friedrich, 2. Vorsitzender, Institut für Pharmazie, Ernst Moritz Arndt Universität, Friedrich Ludwig Jahnstraße 17, D-17487 Greifswald, Email: Friedrich@ rz.uni- greifswald.de

### WELTMUHLENTREFFEN IM OSTEN DER USA

1965 trafen sich Mühlenfreunde aus aller Welt zu einem ersten molinologischen Symposium in Portugal und gründe- 3 ten acht Jahre später auf dem dritten molinologischen Symposium die internationale Gesellschaft für Mühlenkunde (The International Molinological Society, TIMS). 1965 prägte der Portugiese João Miquel dos Santos Simões den Begriff der Molinologie.

Die Gesellschaft hat derzeit etwa 500 Mitglieder, davon 40 aus Deutschland, und fördert weltweit historische, technische und soziologische Untersuchungen und Arbeiten zur Mühlenkunde, die Restaurierung von Mühlen eingeschlossen. Die Technikgeschichte der Artefakte ist auf Gesellschaften wie die TIMS angewiesen.

Vom 16 bis 24 September

Vom 16. bis 24. September organisiert die TIMS das 10. Internationale Symposium für Mühlenkunde in Stratford im Westmoreland County in Virginia, USA. Das Welttreffen der Mühlenkundler findet in der Stratford-Mühle statt, einer auf einer Plantage gelegenen Wassermühle für Weizen, Mais und Hafer aus den 1740er Jahren, die seit 250 Jahren kontinuierlich arbeitet.

Vorträge zu allen Aspekten der Mühlengeschichte und den Möglichkeiten des Betriebs historischer Mühlen werden ergänzt durch Ausflüge zu Mühlen im Lancaster County, unter anderem zur Mühle von nungs-AG Neufert, Mittmann, Graf und Partner, ist 1998 in der 35. Auflage erschienen. Das Buch mit über 6.000 Abbildungen wurde bisher in 13 Sprachen übersetzt und liegt in jedem deutschen Architekturbüro zur Überprüfung von Maßen bereit. Neuferts Maßsystem aus den 30er Jahren prägte die deutsche Baunormung. Doch keine der üblichen Architekturgeschichten nimmt ihn zur Kenntnis.

Die Stiftung Bauhaus Dessau hat unter der Leitung von Dr. Walter Prigge, dem Direktor der Akademie, erstmals eine umfassende Ausstellung zu Ernst Neufert erarbeitet, die von November 1999 bis Mai 2000 im Park des Neufert-Hauses in Weimar-Gelmerode zu sehen ist. Für die Ausstellung wurde eigens ein Ausstellungsgebäude errichtet, bauhausgemäß und maßgerecht in



Ernst Neuferts Holzversuchshaus aus dem Jahr 1929.

George Washingtons Landsitz am Mount Vernon.

Anmeldeschluß ist der 30. April. Weitere Informationen beim Symposium Chairman: Derek Ogden, HCR 5, Box 339, Madison, VA 22727, USA, Telefon (001-540) 672-1303, Fax (001-540) 672-0218, E-mail: Butler\_J@mediasoft.net

### ERNST NEUFERT: NORMIERTE BAUKULTUR

Ernst Neufert (1900-1986) ist einer der einflußreichsten deutschen Architekten im 20. Jahrhundert. Seine Bauentwurfslehre, weitergeführt seit 1986 von Peter Neufert und der Pla-

Form eines Kubus von 10 x 10 x 10 x 10 Metern Länge.

Neuferts Bauten für zahlreiche große Firmen beeinflußten die Nachkriegsgeschichte der deutschen Industriearchitektur. Die enge Verbindung Ernst Neuferts zum Bauhaus als Mitarbeiter des Bauhaus-Gründers Walter Gropius, Leiter des Baubüros und Bauleiter des Bauhausgebäudes in Dessau ist kaum bekannt. In der Ausstellung werden die Industriebauten und weitere Projekte Neuferts anhand von Architekturzeichnungen, Modellen und Fotos vorgestellt.

Weitere Informationen unter www.bauhaus-dessau.de

Schon im Mittelalter gab es Eltern, die ihre Kinder mit dem Eiter von Pockenkranken infizierten: Wurde die Krankheit mutwillig hervorgerufen, so sank die Sterblichkeit weit unter die 30 Prozent, die sonst an der schrecklichen Seuche starben. Pusteln, Delirien und Narben ein Leben lang – daran aber änderte sich nichts. Bis der englische Wunderarzt Edward Jenner kam. Er kannte von den Bauern eine erstaunliche Erfahrung: Stallmägde, die sich mit den für Menschen harmlosen Kuhpocken infiziert hatten, waren gegen die Menschenpocken immun. Nun mußte Jenner nur noch experimentieren, 21 Jahre lang, und zwei Arten von Kuhpocken-Erregern unterscheiden lernen, denn nur die eine half. Und dann mußte er den Versuch am Menschen wagen und ihn wissenschaftlich begründen und durchhalten gegen das Zeter- und Mordio-Geschrei der Schulmedizin – und so hatte er den Grundstein zum Sieg über die Pocken gelegt.

## Vorbilder



Edward Jenner (1749-1832)

Es ist nicht immer wichtig, originell zu sein. Wichtig ist, aus Zufällen und Vermutungen die Methode zu destillieren, die Gewißheit herstellt; und dann den Wagemut zur Probe aufs Exempel zu haben und die Einsicht notfalls gegen eine mißgünstige Fachwelt durchzusetzen. Nicht alles, was die Zunft glaubt, ist richtig, und nicht alles, was einfache Menschen an Lebenserfahrung gesammelt haben, ist falsch. Prüfen, testen und den als richtig erkannten Weg unerschrocken verfolgen - dieser Methode geben auch wir die größte Chance.

Software für individuelle Informationssysteme

"BER JEPEM STANDARD S d & m software design & management

> München Stuttgart Frankfurt Bonn Düsseldorf Hamburg



## Zwischen Zufall und Entwurf

### Arzneimittelsuche mit Hilfe der Kombinatorischen Chemie

Von Hugo Kubinyi

pertoire der Arzneimittelforschung um die Kombinatorische Chemie und um Testmodelle mit extrem hohem Durchsatz, sogenannte HTS-Modelle, erweitert. Vom Einsatz der Kombinatorischen Chemie in der Arzneimittelsuche und der Auswirkung dieser neuen Technologie auf die Forschungsstrategie handelt der vorliegende Beitrag.

iele Entdeckungen von wichtigen Wirkstoffen gehen auf glückliche Zufälle zurück. Die heutige Arzneimittelforschung basiert auf naturwissenschaftlichen und medizinischen Erkenntnissen. Sie setzt auf rationale Überlegungen, auf den gezielten Entwurf mit Hilfe der dreidimensionalen Struktur des wechselwirkenden Proteins und auf Computer-Methoden. Die Gentechnologie liefert neue Erkenntnisse und Ansatzpunkte zur ursächlichen Behandlung von Krankheiten.

Die Weide steht mit ihren Wurzeln 1m Wasser. Nasse Füße bewirken eine Erkältung. Was liegt näher, als anzunehmen, daß die Weide einen Wirkstoff gegen fiebrige Erkrankungen bietet? Mit solcher Logik wurden früher aktive Prinzipien gesucht, manchmal auch gefunden. Die Weide enthält tat-

> Wer hätte nicht den Wunsch, körperliches Unwohlsein - zum Beispiel bei einer Erkältung - mit einem Medikament zu beseitigen? Wurden in den letzten 100 Jahren Arzneimittel oft zufällig entdeckt, so erlaubt die moderne Forschung ein gezieltes Vorgehen bei der Suche nach neuen Wirkstoffen.

dungshemmende Substanz, die Salicylsäure.

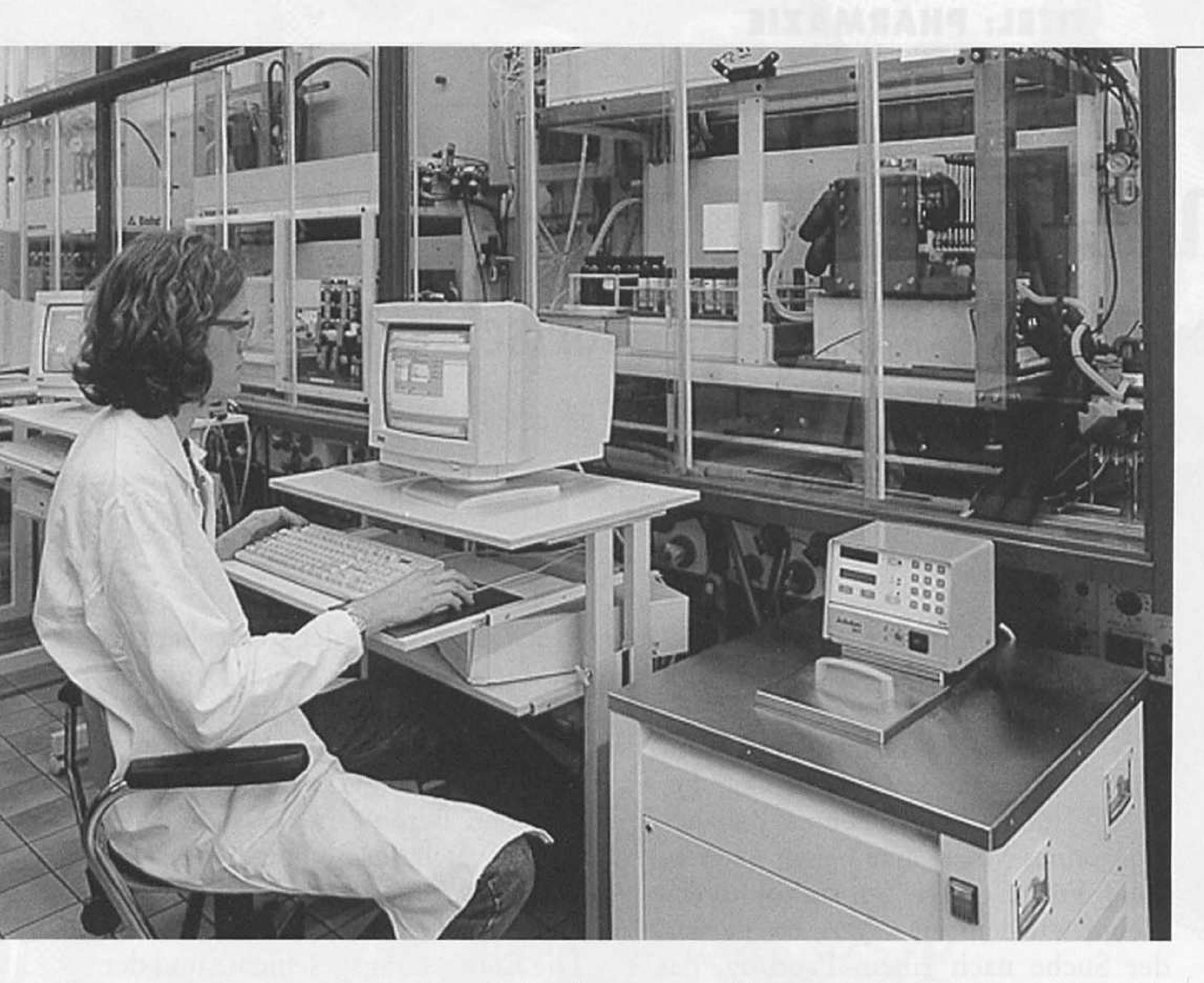
Gegen Ende des letzten Jahrhunderts wollte der Bayer-Chemiker Felix Hoffmann zur Rheuma-Behandlung seines Vaters eine besser verträgliche Form dieser Substanz finden. Heute würden wir sagen, er war auf der Suche nach einem Prodrug, das heißt einer Form, die per se nicht oder nur schwach wirksam ist, im Körper aber in das wirksame Prinzip überführt wird. Hoffmann fand sie in der Acetylsalicylsäure, 1899 als Aspirin® in die Therapie eingeführt.

Dieses Derivat wird im Körper zu Salicylsäure gespalten. Wie erst seit einem Vierteljahrhundert bekannt ist, geschieht dies unter Übertragung einer Acetylgruppe auf ein ganz bestimmtes Enzym, das für die Biosynthese von Prostaglandinen verant-

In den letzten Jahren wurde das Re- sächlich eine schmerz- und entzün- wortlich ist. Nach der Acetylierung kann dieses Enzym seine Funktion nicht mehr ausüben. Auf diesem komplexen Weg hemmt Aspirin Schmerzen und Entzündungen und senkt das Fieber. Bereits in kleinen Dosen hemmt es auch die Blutgerinnung. All dies konnte Felix Hoffmann nicht einmal ahnen.

> Die Entdeckungsgeschichte und der Wirkmechanismus des Aspirins sind nur eines von vielen Beispielen für den glücklichen Zufall in der Arzneimittelforschung. Nach den Sommerferien des Jahres 1928 fand Alexander Fleming in seinem Labor eine verdorbene Bakterienkultur. Ein Schimmelpilz war angeflogen und hatte die bereits gewachsenen Bakterien abgetötet. Statt die Schale zu verwerfen, zündete bei Fleming die Idee, daß der Schimmelpilz eine antibiotische Substanz ausscheidet. 13 Jahre später wur-





In einem Großgerät zur automatisierten Festphasensynthese in der Wirkstofforschung lassen sich parallel 48 Reaktionen unter verschiedensten Bedingungen ausführen. Hinten links befindet sich eine Einwiegestation, im Vordergrund die eigentliche Synthesestation und in der Mitte eine Abspaltstation. Alle drei Stationen werden computergesteuert betrieben, der Transfer der Reaktionsblöcke erfolgt von Hand.

de Penicillin erstmals rein isoliert und zur Therapie eingesetzt. Der erste Tranquilizer fand sich beim Aufräumen eines Chemie-Labors; der erste Ovulationshemmer war nur wirksam, weil das aktive Prinzip von seiner Synthese her Spuren einer östrogen wirksamen Substanz enthielt.

Die Gerinnungshemmer vom Warfarin-Typ gehen auf eine Reihe von Zufällen zurück: In Nordamerika verendeten Rinder nach Fütterung mit verdorbenem Heu an inneren Blutungen. Die dafür verantwortliche Substanz, das Dicumarol, wurde daraufhin zur Behandlung von Gerinnungsstörungen eingesetzt, wegen Blutungen aber wieder aus der Therapie genommen. Eine andere Firma entwickelte daraus ein Rattengift, das Warfarin. Als sich ein amerikanischer Kadett aus Liebeskummer mit dieser Substanz das Leben nehmen wollte, aber keinen "Erfolg" hatte, untersuchte man das Warfarin genauer. Es ist heute einer der wertvollsten Stoffe zur Langzeitbehandlung nach Schlaganfall, Herzinfarkt und bei anderen schweren Gerinnungsstörungen.

In den letzten 50 Jahren hat sich der Kenntnisstand über unseren Körper, über seine physiologischen Prozesse und vor allem die Krankheiten auslösenden Mechanismen außerordentlich erweitert. Die Rolle der Hormone und Neurotransmitter ist aufgeklärt, ebenso die Funktion der Enzyme als Biokatalysatoren, der Rezeptoren als Signale vermittelnde Proteine, der Ionenkanäle und Transporter.

### CHEMIKER IN DER ROLLE VON ARZNEIMITTEL-DESIGNERN

Gezielte chemische Abwandlungen von pflanzlichen Naturstoffen und körpereigenen Botensubstanzen haben zu einem reichen Schatz an Arzneimitteln zur Behandlung der verschiedensten Krankheiten geführt. Mikrobielle Stoffwechselprodukte und ihre Derivate sind wertvolle Antibiotika und Mittel zur Verhütung beziehungsweise Behandlung anderer Erkrankungen, zum Beispiel solche, die durch zu hohe Cholesterinspiegel verursacht werden.

Medizinische Chemiker haben gelernt, auf der Klaviatur der organischen Chemie zu spielen. Sie verwandeln Agonisten (Substanzen, die einen Rezeptor veranlassen, eine bestimmte Wirkung im Körper zu erzeugen) in Antagonisten (Substanzen, die dies verhindern) und Substrate (zum Beispiel Peptide, die durch Proteasen gespalten werden) in Inhibitoren (Substanzen, die dies verhindern). Sie ändern die Eigenschaften von Molekülen, um eine orale Verfügbarkeit zu erreichen und einen zu raschen Abbau des Arzneimittels im Körper zu verhindern. Sie haben Rezepte, um die Gehirngängigkeit von Substanzen zu erreichen, die zentralnervöse Störungen beheben sollen, und sie schaffen es, diese Gehirngängigkeit bei Substanzen zu unterbinden, die nur in der Peripherie des Körpers wirken sollen.

Die Gentechnologie hat uns in den letzten Jahren Werkzeuge in die Hand gegeben, die es erlauben, neue Arzneimittel gezielt und mit geringerem Aufwand als bisher zu suchen und zu finden. Sie hilft bei der Identifizierung neuer Gene, die für die Pathophysiologie einer Krankheit eine tragende Rolle spielen. Noch bevor ein Arzneimittel entwickelt wird, läßt sich der Effekt neuer Therapien an gentechnisch veränderten Tieren untersuchen und einschätzen.

Die Gentechnologie erlaubt die Herstellung eines humanen Proteins in Bakterien oder Zellkulturen. Damit lassen sich automatisierte Hochdurchsatz-Testsysteme entwickeln. Tierversuche werden eingespart, die Testung von hunderttausenden Substanzen wird möglich. Fehlgeleitete Entwicklungen von Substanzen, die zwar am Tier, aber nicht am Menschen wirken, werden dadurch verhindert.

Der Königsweg zur Entwicklung eines neuen Arzneimittels ist der gezielte Entwurf. Dazu gehen die Forscher – möglichst unter Zuhilfenahme des Computers - von der dreidimensionalen Struktur des Proteins aus, 9 mit dem der Wirkstoff interagiert. Diese Strategie findet heute eine intensive Anwendung. Auch hier hilft die Gentechnologie. Sie erlaubt die Herstellung der entsprechenden Proteine in größeren Mengen und in gün-

## Ganze Molekül-Bibliotheken

### Gespräch mit Ivar Ugi, dem Vater der Kombinatorischen Chemie

K&T: Herr Professor Ugi, was ist das besondere an Multi-Komponenten-Reaktionen (MCR)?

Ugi: In der klassischen Chemie lassen Sie normalerweise zwei Stoffe miteinander reagieren. Wenn bei komplizierteren Synthesen viele Ausgangsstoffe erforderlich sind, werden sie in mehreren Stufen zusammengebracht. Die Zwischenprodukte müssen dabei immer wieder isoliert und gereinigt werden, bevor sie mit anderen Ausgangsstoffen zusammengebracht werden. Mit der Anzahl der Stufen steigt der Aufwand beträchtlich, und gleichzeitig sinkt die Ausbeute immer weiter.

Bei einer MCR dagegen können drei oder mehr Ausgangsstoffe direkt zusammengegeben werden. Bei richtiger Wahl der Bedingungen -Temperatur, Lösungsmittel und so weiter - läuft die Reaktion glatt ab, und die Ausbeuten sind höher. Wir nennen das "Eintopf-Reaktion".

K&T: Die Vier-Komponenten-Reaktion - in der chemischen Literatur auch als Ugi-Reaktion bekannt - spielt in der Kombinatorischen Chemie eine besonders große Rolle.

Ugi: Die erste Vier-Komponenten-Reaktion haben wir 1959 entdeckt. Es ging damals um die Synthese von Xylocain, einem Schmerzmittel, das gerne beim Zähne-Ziehen eingesetzt Wird. Zwar waren damals schon einige Synthesen bekannt, aber die standen alle unter Patentschutz. Uns hat es gereizt, auf einem neuen Weg dahin zu kommen. Innerhalb von drei Wochen haben wir so einen neuen Syntheseweg und dabei die Grundchemie der Vier-Komponenten-Reaktion gefunden.

Wir haben schon früh beschrieben, welches Potential in dieser Syn-

these liegt. Damit lassen sich nicht nur einzelne Verbindungen herstellen, sondern ganze Molekül-Bibliotheken, also Sammlungen unterschiedlicher chemischer Stoffe mit ähnlicher Struktur. Die Größe dieser Bibliotheken wächst exponentiell mit der Anzahl der Komponenten. Wenn man von den vier Ausgangskomponenten jeweils 40 verschiedene Vertreter nimmt, erhält man 404 verschiedene - also ungefähr zweieinhalb Millionen - Produkte. Das war Anfang der 70er Jahre die Anzahl aller bis dahin bekannten chemischen Verbindungen!



Chemieprofessor Ivar Ugi formulierte ein universelles Modell zur computergestützten deduktiven Lösung chemischer Probleme.

Ein "guter alter Chemiker" hat früher in seinem ganzen Arbeitsleben an die 10.000 verschiedene Verbindungen synthetisiert. Heute stellt man dank der Automatisierbarkeit der MCR an einem einzigen Tag leicht doppelt so viele her. Heute sind wohl mehr als 100 MCR bekannt. Nun kommt es bei der Kombinatorischen Chemie nicht allein auf die Anzahl der produzierten Stoffe, also die Größe der Bibliothek, an. Entscheidend ist vielmehr die molekulare Vielfalt der Bibliothek. Und mit der

Vier-Komponenten-Reaktion lassen sich wünschenswerterweise völlig unterschiedliche Substanzklassen herstellen. Andere MCR führen dagegen nur zu einem begrenzten Vorrat an Strukturen.

K&T: Wurde Ihre Reaktion dann gleich von den Pharma-Firmen bei der Wirkstoffsuche eingesetzt?

Ugi: Keineswegs. Die damals verfügbaren Testmethoden, mit denen man die Wirksamkeit der Moleküle feststellt, waren nicht in der Lage, mit Molekülbibliotheken dieser Größenordnung fertig zu werden. Deshalb

> bestand kein wirtschaftliches Interesse, Bibliotheken anstatt einzelner Verbindungen zu produzieren. Das begann erst Mitte der 90er Jahre. Anlaß war wohl eine Publikation von 1993, in der wir die Sieben-Komponenten-Reaktion vorgestellt haben. Das ist eine Erweiterung der Vier-Komponenten-Reaktion mit noch größerer Variabilität. Zuerst sind die MCR in den USA und in der Schweiz populär geworden, dann allmählich auch in Deutschland.

Mit der Vier-Komponenten-Reaktion lassen sich heute zum Beispiel Antibiotika sehr effektiv herstellen, und vor kurzem hat man für ein vielversprechendes HIV-Mittel damit einen neuen, viel einfacheren Syntheseweg gefunden. Inzwischen ist in München eine Firma gegründet worden, die sich mit der Multikomponentenchemie auf pharmazeutische und agrochemische Wirkstoffsuche spezialisiert hat.

Das K&T-Gespräch führte Marc-Denis Weitze. Weitere Informationen zu Professor Ivar Ugi und seinen Arbeiten: http://c2h5oh.org.chemie.tu-muen chen.de/persons/iugi/iugi.html

Wirkstoffdesign, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelber

stig gelagerten Fällen die Aufklärung ihrer atomaren Struktur.

Arzneistoffe, die strukturbasiert entwickelt wurden, sind zum Beispiel Mittel zur Behandlung des überhöhten Blutdrucks, zur topischen Glaukomtherapie und zur Behandlung von Aids. Hemmstoffe eines Enzyms des Grippe-Virus, eine besonders interessante neue Entwicklung, gehen ebenfalls auf diese Strategie zurück. Die dreidimensionale Struktur des Enzyms Neuraminidase wurde mit einem Computerprogramm "abgetastet", um festzustellen, an welcher Stelle ein bereits bekannter Wirkstoff chemisch modifiziert werden muß, um das Enzym zu blockieren - mit vollem Erfolg.

Solche Hemmstoffe (Zanamivir, Relenza®, und Oseltamivir, Tamiflu®) erlauben erstmals eine ursächliche Be-

handlung der Grippe, indem sie das Eindringen des Grippevirus und sein Ausschleusen in andere Körperzellen unterbinden.

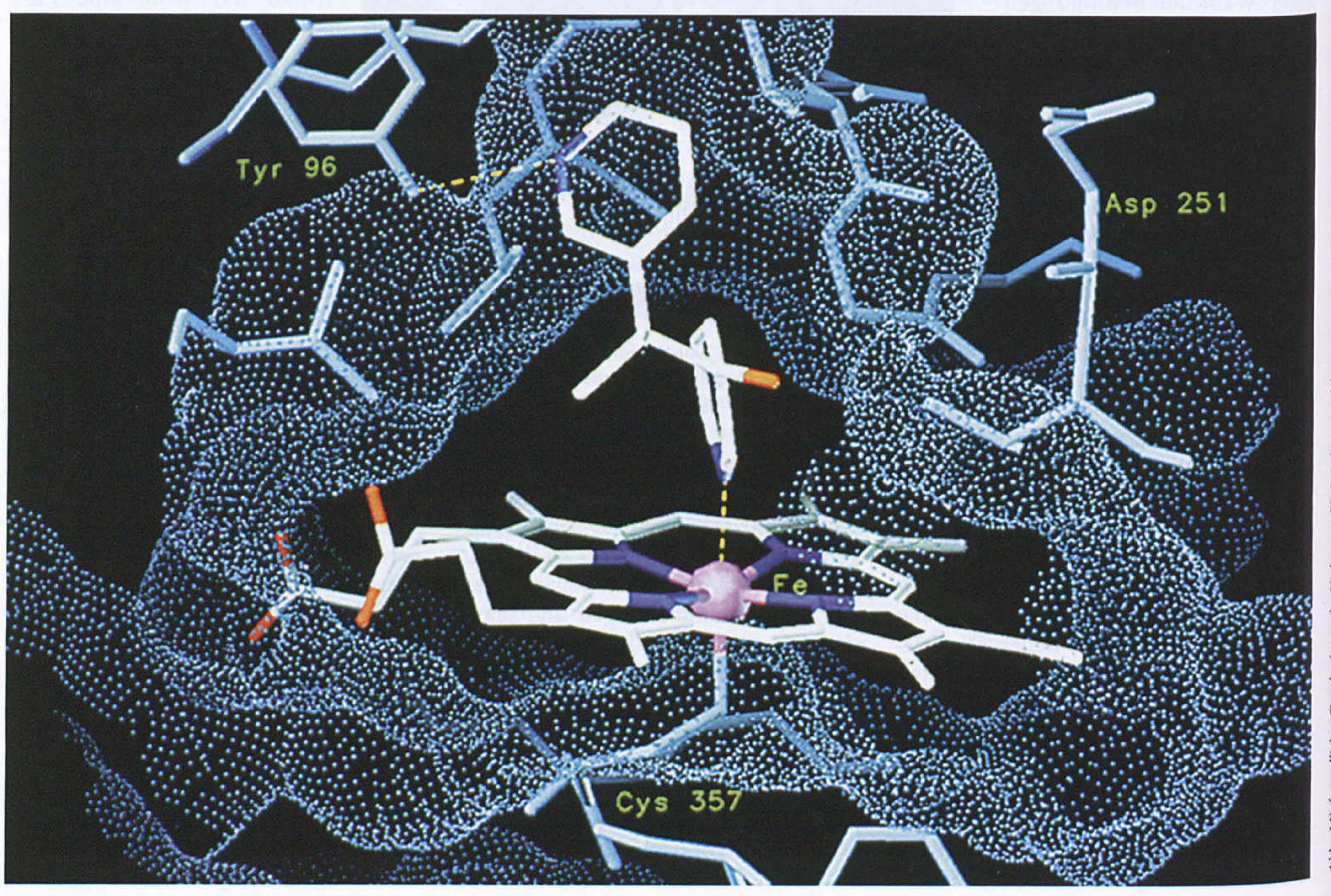
## MIT KOMBINATORISCHER CHEMIE ZUR "SUBSTANZBIBLIOTHEK"

Bezogen auf die rasanten Fortschritte der Gentechnologie, der Molekularbiologie und der Automatisierung bei der biologischen Prüfung war die organische Chemie bis vor 10 bis 15 Jahren etwas zurückgeblieben. Spötter sprachen vom "Erlenmeyerkolben als der letzten großen Innovation".

Die Chemie hatte bedeutende Erfolge bei der Entwicklung und dem Einsatz neuer Reagenzien, der Ausarbeitung von Methoden und der Synthese komplexer Naturstoffe. In ihrer Produktivität hatte sich in den letzten 150 Jahren nicht viel verändert. Ein Molekül, mit einem anderen umgesetzt, lieferte ein Produkt, das vielleicht in einer Folgereaktion weiter umgesetzt wurde. Das Ergebnis war wiederum ein einzelnes Produkt. Mit dem Einsatz von Hochdurchsatz-Testsystemen, die tausende und zehntausende Substanzen in kürzester Zeit testen konnten – die Latte liegt zur Zeit bei etwa 100.000 Substanzen pro Tag – entstand plötzlich der Bedarf nach viel mehr Substanzen.

Einen ersten Ansatz zur Automatisierung lieferte 1966 Merrifield mit der Festphasensynthese von Peptiden. Nach Anfügen einer Aminosäure an Polymerkügelchen werden Schritt für Schritt weitere Aminosäuren, eine nach der anderen, angefügt, bis das gewünschte Peptid vorliegt. Abspaltung vom polymeren Träger und Isolierung führen zu besonders reinen Produkten, denn in jedem Reaktionsschritt kann mit einem großen Überschuß der anzufügenden Aminosäure gearbeitet werden; dieser Überschuß

Molekularer Einblick: Bindungsmodus eines Inhibitors an das Enzym Cytochrom P450cam. Die Wechselwirkung erfolgt über die Koordination eines Stickstoffatoms an das Eisenatom (violett) des zentralen Porphyringerüsts (hellgrau), über hydrophobe Wechselwirkungen und über eine Wasserstoffbrücke (links oben). Die für Liganden und Lösungsmittel zugängliche Oberfläche der Bindestelle ist gepunktet dargestellt.



läßt sich durch Auswaschen leicht Wieder entfernen, da sich das Aminosäure um Aminosäure wachsende Produkt fest gebunden auf dem Polymer befindet. Wird statt einer einheitlichen Aminosäure ein Gemisch verschiedener Aminosäuren eingesetzt, so entstehen entsprechende Peptidgemische. Damit war zu Beginn der 80er Jahre der Grundstein für die Kombinatorische Chemie gelegt.

Mehrkomponentensynthesen bieten einen einfachen Weg zur kombinatorischen Verknüpfung verschiedenster Gruppen zu klassischen organischen Molekülen. So hat der Münchner Chemiker Ivar Ugi (siehe Seite 13) bereits 1961 auf die enorme Zahl der Kombinationsmöglichkeiten der später nach ihm benannten Reaktion hingewiesen. Verknüpft man zum Beispiel 20 verschiedene Aldehyde mit fünf Isonitrilen, 50 Aminen und 200 Säuren, so erhält man eine Million unterschiedlicher Acylaminosäure-Ester, entweder in Mischung oder, bei Umsetzung in getrennten Gefäßen, als einzelne Substanzen. In diesem Zusammenhang wird von "Substanzbibliotheken" gesprochen.

Eine breite Palette organischer Reaktionen wurde bereits an die Erfordernisse der Festphasensynthese angepaßt. Damit stehen viele Vorschriften zur Herstellung neuer Verbindungen zur Verfügung. Wegen des mit der Syntheseoptimierung an der festen Phase meist verbundenen hohen Arbeitsaufwands werden auch Umset-Zungen in flüssiger Phase automatisiert, oft mit nachfolgender Reinigung der hergestellten Substanzen.

### DER ENDLICHE NUTZEN DER UNENDLICH VIELEN WIRKSTOFFE

Die technologische Entwicklung geht zügig voran: Neue Strategien erlauben die Synthese größerer Substanzmengen auf einem Träger, polymere Reagenzien entfernen überschüssige Reaktionspartner aus dem Gemisch, Abtangreagenzien binden das Produkt für eine spätere Isolierung, und automatisierte Reinigungsmethoden erhöhen auch hier den Durchsatz.

Zurück zur Ugi-Reaktion mit einer Million Produkten. Bei der Wirkstoff-

suche stellt sich die Frage: Wer braucht so viele Substanzen, wie sie die Kombinatorische Chemie herstellen kann? Was fängt man damit an? Gibt die Kombinatorische Chemie dem Zufall eine neue, noch nie da gewesene Chance? Darauf gibt es noch keine endgültigen Antworten.

### DIE BESTÄNDIGE SUCHE NACH NEUEN WIRKSTOFFEN

Vor allem kleine Risikokapital-Gesellschaften, die sich mit neuen Technologien beschäftigen, hoffen und glauben, daß die Chance, neue Wirkstoffe zu finden, mit der Zahl der hergestellten und getesteten Substanzen ansteigt. Erfahrene medizinische Chemiker bezweifeln dies, zu Recht. Im Prinzip gibt es Zillionen und Aberzillionen organischer Substanzen. Nur wenige davon kommen als Wirkstoffe in Frage. Ungezielte, nur von der chemischen Machbarkeit getriebene Synthesen werden in aller Regel unwirksame, uninteressante oder unspezifisch wirkende Stoffe liefern, die sich sowohl in ihrer Struktur als auch in ihren Eigenschaften nur geringfügig unterscheiden. Es müssen also Auswahl- und Diversitätsprinzipien greifen.

Wirkstoffsuche war und ist ein evolutionärer Prozeß. Sobald ein chemisches Vorbild, eine sogenannte Leitstruktur, vorliegt, wandeln Chemiker sie mehr oder weniger systematisch ab. Gesucht sind stärkere Wirkung, höhere Selektivität, bessere Bioverfügbarkeit, längere Wirkdauer, weniger Nebenwirkungen und/oder geringere Toxizität. Wann immer strukturell ähnliche Verbindungen mit besseren Eigenschaften gefunden werden, sind diese der Ausgangspunkt für die weitere Abwandlung. Ganz analog verläuft die Evolution in der Natur, nach dem Prinzip des survival of the fittest. Bei diesem Vorgehen werden Inseln des chemischen Universums abgetastet, nicht der gesamte Raum. So sollte auch die Kombinatorische Chemie vorgehen, um mit minimalem Aufwand maximale Ergebnisse zu erzielen.

Wohin wird die Kombinatorische Chemie gehen? Sie ist im Begriff, die

organische Chemie zu revolutionieren. Die Wirkstofforschung, aber auch die Verfahrenstechnik, die Katalysator- und Materialforschung profitieren bereits von ihr.

Komplexe Syntheseautomaten, die mehrere Roboterarme benötigen, um einen Laboranten zu imitieren, sind aber störanfällig und in ihrer Produktivität begrenzt. Die Laboratorien von morgen werden mit Geräten zur automatisierten Parallelsynthese organischer Verbindungen ausgerüstet sein, mit Laborautomaten, Halbautomaten oder einfachen Reaktionsblöcken, in denen sich rasch und ohne aufwendige Optimierung mehrere bis viele Synthesen nebeneinander durchführen lassen. Für kleinere Bibliotheken, zum Beispiel zur iterativen Wirkstoffoptimierung, wird die klassische Flüssigphasensynthese vorherrschen, für komplexe Aufgabenstellungen und zur Synthese großer Bibliotheken dagegen die Festphasensynthese.

Die Kombinatorische Chemie und Hochdurchsatz-Testmodelle sind aus der Wirkstoffsuche nicht mehr wegzudenken. Aber in ihrer Strategie werden sie sich den Spielregeln der Medizinischen Chemie unterordnen müssen, nicht umgekehrt. Dann werden sie auch in der Lage sein, die Suche nach neuen Wirkstoffen erheblich zu beschleunigen.

Und diese Suche hat nur das eine Ziel: kranken Menschen Heilung zu verschaffen.

### DER AUTOR

Hugo Kubinyi, geboren 1940, Dr. rer. nat., beschäftigt sich als Chemiker seit über 35 Jahren mit der Wirkstoffforschung. Er arbeitete am Krebsforschungszentrum in Heidelberg und bei der KNOLL AG in Ludwigshafen, bevor er 1985 in der Life-Science-Forschung der BASF AG in Ludwigshafen tätig wurde. Kubinyi habilitierte sich 1978 und ist seit 1986 außerplanmäßiger Professor für Pharmazeutische Chemie an der Universität Heidelberg. Er ist Vorsitzender der "QSAR and Modelling Society", Autor mehrerer Bücher und Träger des Literaturpreises 1999 des Fonds der Chemischen Industrie.

## Ufos im Körper

### Kann die Chemie jede Krankheit heilen?

KULTUR & TECHNIK IM GESPRÄCH MIT ROBERT HUBER

Der Chemiker Professor Dr. Robert Huber arbeitet an der Strukturanalyse biologischer Makromoleküle und der Methodenentwicklung der Röntgenstrukturbestimmung von Protein-Komplexen. Seit 1972 ist er Leiter der Abteilung "Strukturforschung" im Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried bei München. 1988 erhielt er gemeinsam mit seinen Mitarbeitern und Kollegen Johann Deisenhofer und Hartmut Michel den Nobelpreis für die Bestimmung der dreidimensionalen Struktur eines photosynthetischen Reaktionszentrums.

ultur & Technik: Welche Bedeutung hat die Chemie in den Biowissenschaften?

Huber: Wichtige Methoden der modernen Biologie kommen aus der Chemie und Physik. Die komplexen biologischen Systeme, in denen viele Moleküle wechselwirken und so zur biologischen Funktion führen, interessieren die Forscher, und das geht man heute mit chemischen und physikalischen Methoden an. Die Grundlage der Molekularbiologie ist das Wechselspiel zwischen biologischer Aufgabenstellung und der Entwicklung chemisch-physikalischer Untersuchungsmethoden.

Man kann heute Proteine untersuchen, die im Organismus nur in sehr kleinen Mengen vorkommen. Wir versuchen, die räumliche Struktur solcher Moleküle zu bestimmen. Wir brauchen dazu jedoch mindestens Milligramm-Mengen dieser Stoffe. Diese Mengen muß man rekombinant herstellen: Man verwendet beispielsweise Bakterien als Bioreaktoren und pro-

grammiert sie um, so daß sie die gewünschten Moleküle in großen Mengen herstellen. Das ist Chemie nach den Rezepten der Biologie. Auch die Reinigung dieser Stoffe, die Chromatographie, ist Chemie. Die Sequenzanalyse von Proteinen oder Nukleinsäuren sind letztlich chemische Analysen, wieder kombiniert mit physikalischen Methoden und sehr empfindlichen Detektoren. Dieses Handin-Hand-Gehen der Disziplinen ist kennzeichnend für die moderne biologische Forschung.

K&T: Krankheiten entstehen, wenn etwas im komplexen Wechselspiel der Biomoleküle in unserem Körper gestört ist. Man greift also mit Molekülen ein, um das Geschehen wieder in die rechte Bahn zu lenken. Wie gehen die Wissenschaftler dabei konkret

Huber: Die erste Aufgabe bei der Wirkstoff-Forschung ist die Identifizierung des Untersuchungsobjekts: Welches Molekül, welcher Rezeptor ist der Auslöser der Krankheit? Welches Molekül funktioniert nicht im gewünschten Umfang, ist defekt, hyperaktiv oder zu wenig aktiv? Da spielt natürlich auch die Medizin eine Rolle. Die Chemie hilft, diese defekten Moleküle zu identifizieren. Bei Erbkrankheiten, etwa bei der Bluterkrankheit, konnte man ganz bestimmte Moleküle ausmachen, die in ihrem Bauplan fehlerhaft sind. Wenn man den Bauplan kennt, die Struktur und Funktion analysiert hat, kann man die Fehlfunktion molekular erklären.

Wenn man es mit überschießender Aktivität zu tun hat, kann man therapeutisch mit einem Inhibitor eingreifen. Das ist eine sehr weit verbreitete Richtung in der Pharma-Forschung.

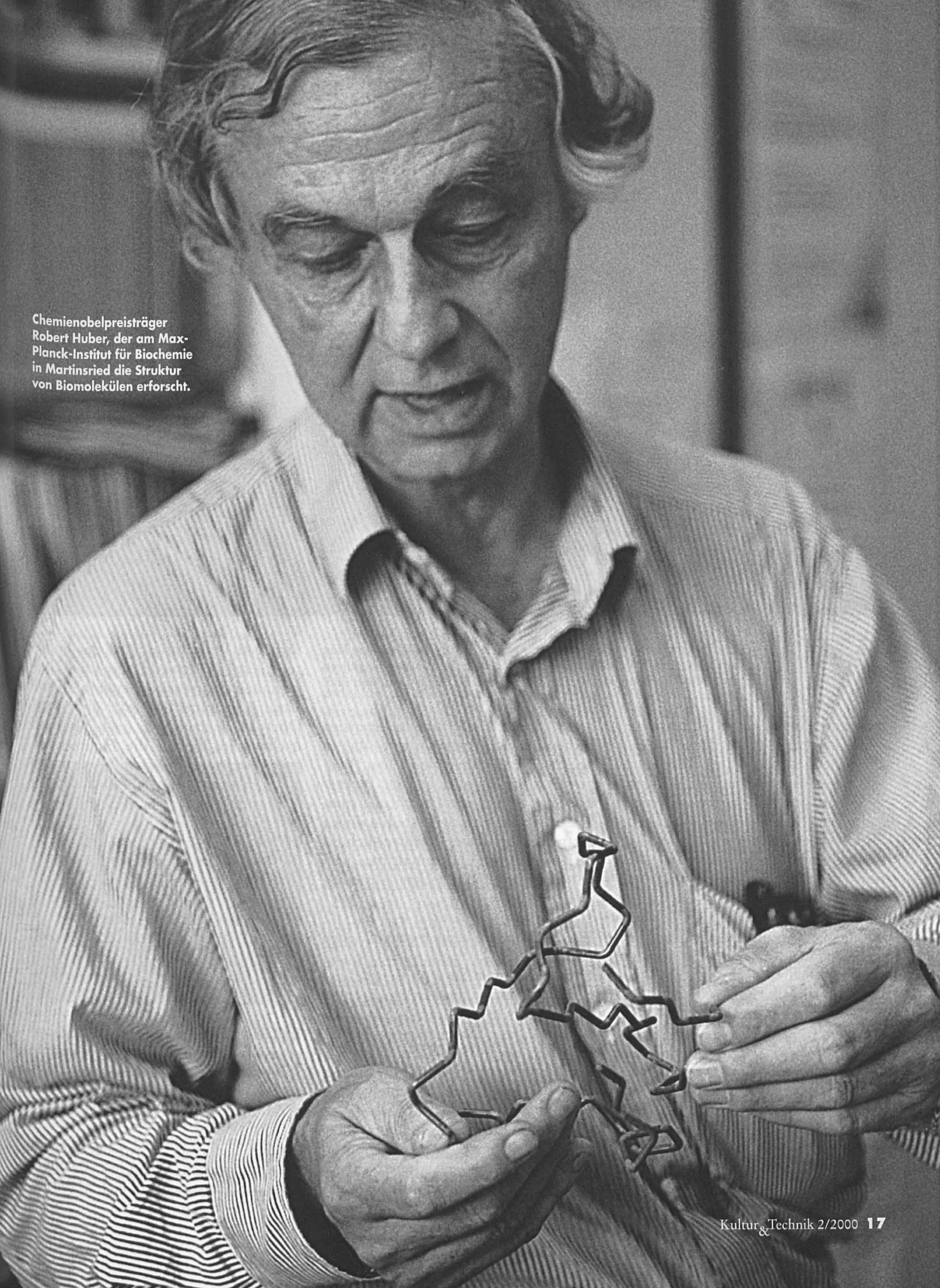
Untersucht werden dabei etwa proteolytische Enzyme (Proteolyse: Aufspaltung von Proteinen durch Enzyme oder Säuren). Diese zersetzen andere Proteine. Manchmal werden sie in zu großem Umfang im Körper ausgeschieden oder nicht im erforderlichen Umfang durch körpereigene Inhibitoren kontrolliert. Das Wechselspiel zwischen proteolytischen Enzymen und deren natürlichen Inhibitoren muß exakt balanciert sein. Das Blut zum Beispiel ist voller proteolytischer Enzyme, die bei einer Schnittverletzung sofort aktiviert werden müssen und zur Blutgerinnung führen. Wären die proteolytischen Enzyme in meinem Körper nicht unter Kontrolle, würde ich mich hier vor ihren Augen auflösen.

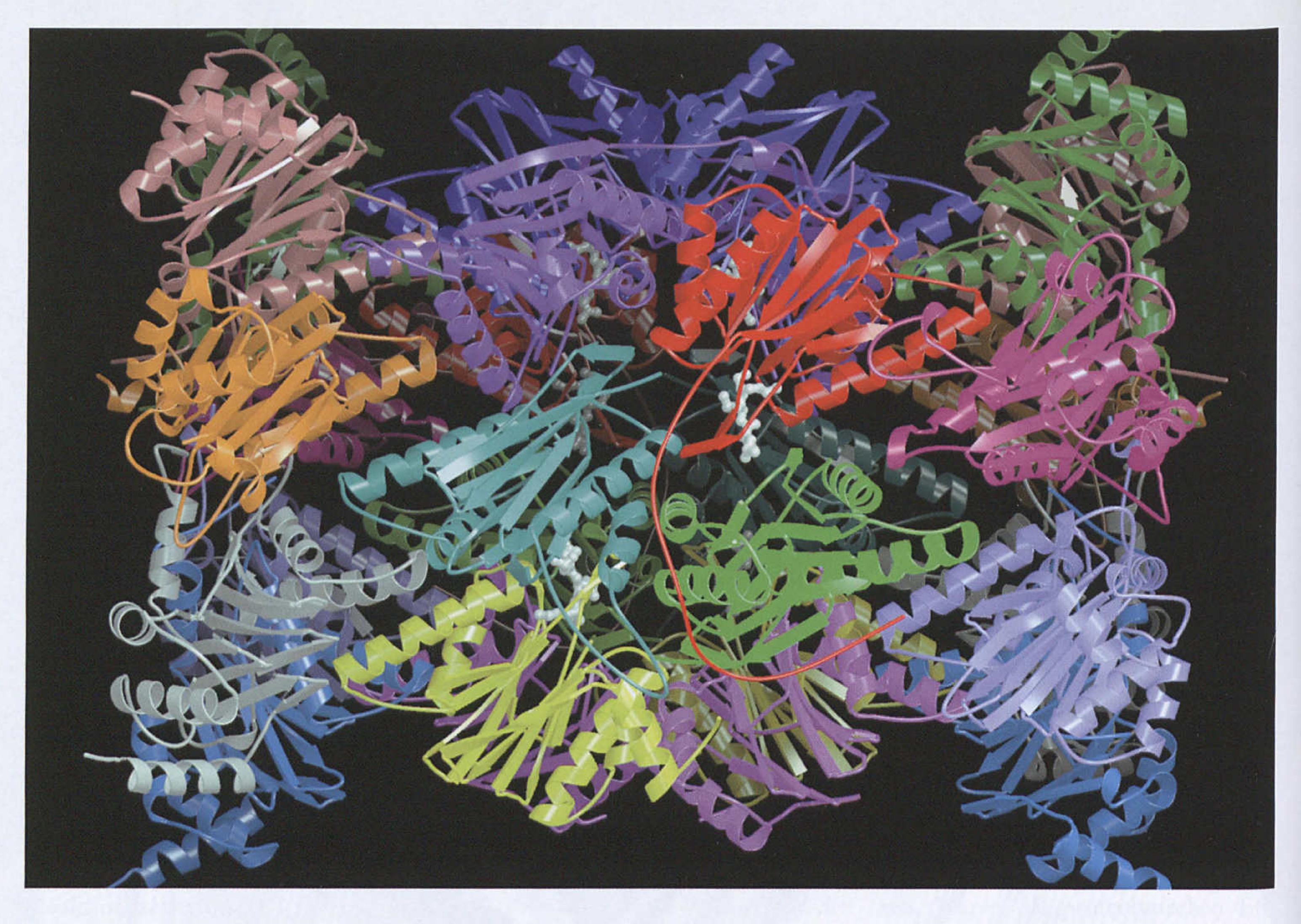
Viele Krankheiten sind zurückzuführen auf verschiedene proteolytische Aktivitäten, die nicht im richtigen Maße gedämpft werden. Man kann hier eingreifen, etwa durch synthetische Inhibitoren.

K&T: Können Sie das an einem Beispiel, anhand einer bestimmten Krankheit erläutern?

Huber: Nehmen Sie die Blutgerinnungsstörungen als Beispiel, etwa den Herzinfarkt. Gerinnungshemmer werden hier in großen Mengen für therapeutische Zwecke gebraucht. Diese inhibieren meist das letzte Enzym in der Gerinnungskaskade, das Thrombin.

Wir haben die Struktur von Thrombin (siehe Abbildung Seite 19) vor etwa zehn Jahren aufgeklärt. Dann konnte man anhand dieses Rezeptors passende Liganden planen, die daran binden und die Thrombusbildung verhindern. Thrombin hat eine sehr komplexe Oberfläche - Höhen und Tiefen, Einschnitte und Spalten. Nun hat





Eine Bänderzeichnung des Proteasoms mit seinen 28 Untereinheiten. Man sieht in das Innere des zylinderförmigen Moleküls, in dem sich die aktiven Stellen befinden, die durch Inhibitoren (weiße Kugeln) markiert sind.

man Moleküle gesucht, die optimal in diese komplexe Oberfläche passen. Die Chemie erlaubt uns dann deren Synthese. Dieser potentielle Wirkstoff wird dann getestet - zunächst in vitro, dann an Zellsystemen, zuletzt in vivo. Hier werden auch physikalische Methoden eingesetzt, etwa bei der Messung der Enzymaktivität mit optischen Methoden.

Dazu gehört selbstverständlich auch immer die Ingenieurkunst. Wer baut die Apparate, wer macht sie so klein und handlich und empfindlich? Das ist nicht Physik, nicht Chemie, sondern Ingenieurkunst.

K&T: Am Beispiel Thrombin erkennt man sehr deutlich, welche Rolle die Strukturforschung bei der Wirkstoffsuche spielt.

Huber: In der Tat sind die proteolytischen Enzyme und ihre natürlichen Inhibitoren das interessanteste System in der Wirkstoff-Forschung. Einmal,

weil es so viele und verschiedenartige proteolytische Enzyme gibt, die in verschiedenen physiologischen Prozessen, zum Beispiel bei der Blutgerinnung, eine wesentliche Rolle spielen. Zum anderen, weil sie bei vielen Krankheitsprozessen nachweislich eine Rolle spielen, und zum dritten, weil wir schon viel über diese Moleküle wissen.

K&T: An welche Krankheiten denken Sie dabei?

Huber: Nehmen Sie zum Beispiel das Enzym Tryptase. Das ist ein Enzym, das - wie wir gefunden haben - die Eigenart hat, Tetramere aus Untereinheiten aufzubauen, die dem Verdauungsenzym Trypsin ähnlich sind. Durch den Zusammenschluß zum Tetramer werden die aktiven Stellen im Inneren des Verbandes vergraben, so daß makromolekulare Inhibitoren nicht mehr angreifen können. In der Tat gibt es für die Tryptase keine na-

türlichen Inhibitoren. Auf der anderen Seite ist dieses Enzym bei bestimmten Krankheiten, etwa bei Psoriasis (Schuppenflechte), überaktiv. Dort kann man sehr viel Tryptase nachweisen, die für die Hautzerstörung verantwortlich ist. Tryptase ist ein sehr interessantes Forschungsobjekt, weil keine natürlichen Inhibitoren existieren, aber künstliche kleine Moleküle hergestellt werden können, die diese Funktion übernehmen.

Viele dieser Wirkstoffzielmoleküle sind strukturell charakterisiert, so daß man Wirkstoffe planen, synthetisieren und ihre Bindungseigenschaften optimieren kann. Mit dem Zyklus Design-Synthese-Analyse kann man die Wirkstoffe immer weiter verbessern.

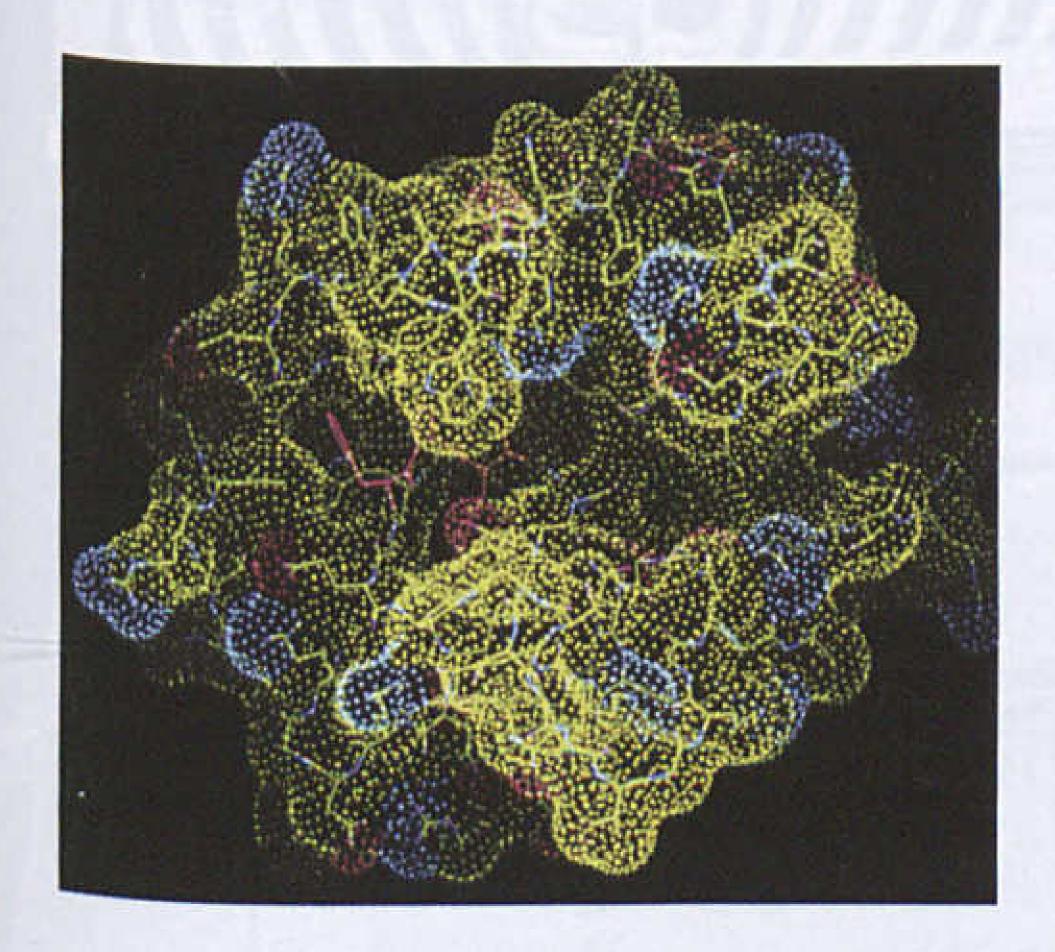
K&T: Bei der Strukturforschung machen Sie häufigen Gebrauch von der Röntgenstrukturanalyse. Spektakulär war Ihre Strukturaufklärung des Proteasoms, eines Enzyms aus mehr als 50.000 Atomen.

Huber: Der erste Schritt bei solchen Untersuchungen ist immer die Synthese von ausreichend viel Material.

Es müssen mit viel chemischer Intuition geeignete Chromatographie-Schritte entwickelt werden. Dann kommt die Analytik, in diesem Fall die Sequenzanalyse des Proteins oder seines Gens. Auch hier sind chemische Reaktionen der Schlüssel. Und die Ingenieurskunst spielt eine Rolle, wenn etwa die Analysevorgänge miniaturisiert und automatisiert werden. Ohne die phantastischen Leistungen der Ingenieure könnten wir kaum etwas ausrichten.

Als ausreichend viel Material des Proteasoms vorlag (Abbildung links), kam die Röntgenanalyse, die nur mit intensiver Strahlung möglich war. Wir brauchten dazu Synchrotron-Strahlung. Ursprünglich haben ja die Teilchenphysiker diese Geräte für ihre Experimente entwickelt, aber als sich herausstellte, daß Synchrotrone sehr intensive Röntgenstrahlung abgeben, haben sich auch die Biologen und Chemiker dafür interessiert.

Wenn die Struktur ermittelt ist, versucht man, die Funktion des Moleküls zu verstehen. Was ist die aktive Stelle? Wo spaltet das Proteasom die Proteine? Nach welchem Mechanismus geschieht das? Dazu brauchen wir spezifische Inhibitoren, mit denen die aktive Stelle herausgefunden werden kann. Wir brauchen einen Inhibitor, der sich genau an diese Stelle setzt und



Thrombin: Blick auf die tief eingeschnittene, horizontal in der Molekülmitte verlaufende Furche, in die sich das Substrat Fibrinogen einlagern kann. Die aktive Stelle, an der die Peptidspaltung stattfindet, ist durch die Bindung eines kleinen peptidischen Inhibitors markiert (rote Strichbindungen).

da bleibt, also nicht gespalten wird. Eine Aufgabe für die Chemie! Wir haben ein Tripeptid als Inhibitor verwendet, den wir in die Kristalle eindiffundieren ließen. Der hat sich an die aktive Stelle festgesetzt, und wir konnten ihn in der Röntgenstruktur sehen.

K&T: Wie kommen die Moleküle, die zerlegt werden sollen, ins Proteasom hinein?

Huber: Die Struktur des Proteasoms ähnelt der eines geschlossenen Zylinders. Wir haben uns gedacht, die zu zerlegenden Proteine kommen über die Enden herein, die allerdings in der Röntgenstruktur keine Pforten zeigen. Also müßten sich die Enden während der Reaktion irgendwie öffnen lassen. Der Kristall zeigt uns freilich nichts davon. Zur Untersuchung dynamischer Vorgänge ist die Kristallographie nicht geeignet. Das kann kernmagnetische Resonanz besser. Aber unsere Moleküle sind für diese Methode viel zu groß.

Wir haben deshalb Mutationsexperimente gemacht und Teile dieses Verschlusses beschädigt. Das ist Molekulargenetik – freilich mit sehr viel Chemie. Mit den Mutationen können wir einzelne Einheiten des Proteasoms austauschen. Jede Aminosäure des Proteasoms läßt sich so ersetzen.

Wir haben bei dem Proteasom eine Mutante gemacht, bei der ein Teil des Verschlusses abgeschnitten war. Und siehe da – wir erhielten ein Molekül mit offenen Eingangspforten. Und diese Mutante ist 20mal aktiver als das ursprüngliche Proteasom. Wir haben die richtige Stelle erwischt!

Sie sehen, welche Rolle die Kenntnis der Struktur spielt. Wir können
nicht blind Tausende von Aminosäuren durchvariieren, sondern müssen
Mutationen aus der Struktur planen.
Das haben wir ausgenutzt: Wir haben
vermutet, daß der Eingang in das Portal an den Enden liegt, haben diesen
Teil mutiert und tatsächlich den postulierten Effekt beobachtet. Das Substrat diffundiert schnell in das offene
Teilchen.

K&T: Die Kenntnisse von den molekularen Details der Lebensvorgänge sind beeindruckend. Wird die Chemie in Zukunft jede Krankheit heilen können?

Huber: Diese Aussage wäre sicherlich vermessen. Aber die Chemie wird eine äußerst wichtige Rolle bei der Suche nach Wirkstoffen spielen.

Man darf freilich dabei nicht vergessen, wie komplex biologische Vorgänge sind. Kommen wir noch einmal zum Thrombin zurück. Dessen primäre Funktion ist die Spaltung von Fibrinogen, was dann zum Thrombus führt. Das ist ein proteolytischer Vorgang, der gegebenenfalls mit Medikamenten unterbunden werden muß. So weit ist das noch recht einfach.

Aber das Thrombin hat physiologisch auch noch die gegenteilige Funktion: Es wirkt auch als Anti-Koagulans, also entgegen der Gerinnung. Da ist gerade der molekulare Mechanismus aufgeklärt worden. Es gibt einen bestimmten Kofaktor, ein Protein, das mit dem Thrombin so reagiert, daß - in einem binären Komplex - eine ganz neue Bindestelle für ein drittes Protein entsteht. Dadurch wird dieses aktiviert, das dann die Blutgerinnungsfaktoren der Kaskade zerstört. Das janusköpfige Thrombin kann also einerseits einen Thrombus bilden und andererseits dessen Bildung verhindern.

Wenn man also ein Medikament zur Hemmung von Thrombin entwickelt, kann man dessen proteolytische Aktivität unterbinden, aber auch andere Funktionen, die das Thrombin hat, kann man damit ungewollt stören. Dabei ist das Thrombin noch ein vergleichsweise einfaches Molekül.

K&T: Noch einmal: Wird man in Zukunft jede Krankheit heilen können?
Huber: Jede Krankheit ursächlich verstehen und bekämpfen! Es ist auf jeden Fall unsere Aufgabe, das zu versuchen, im Zusammenspiel der Mediziner, Biologen, der Chemiker, Physiker und Ingenieure. Dafür sind wir
da.

Das Interview führte Dr. Marc-Denis Weitze, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Museum und Wissenschaftsjournalist. – Weitere Informationen zum Thema: www.biochem. mpg.de/xray



## "... bei Hygieia und Panakeia!"

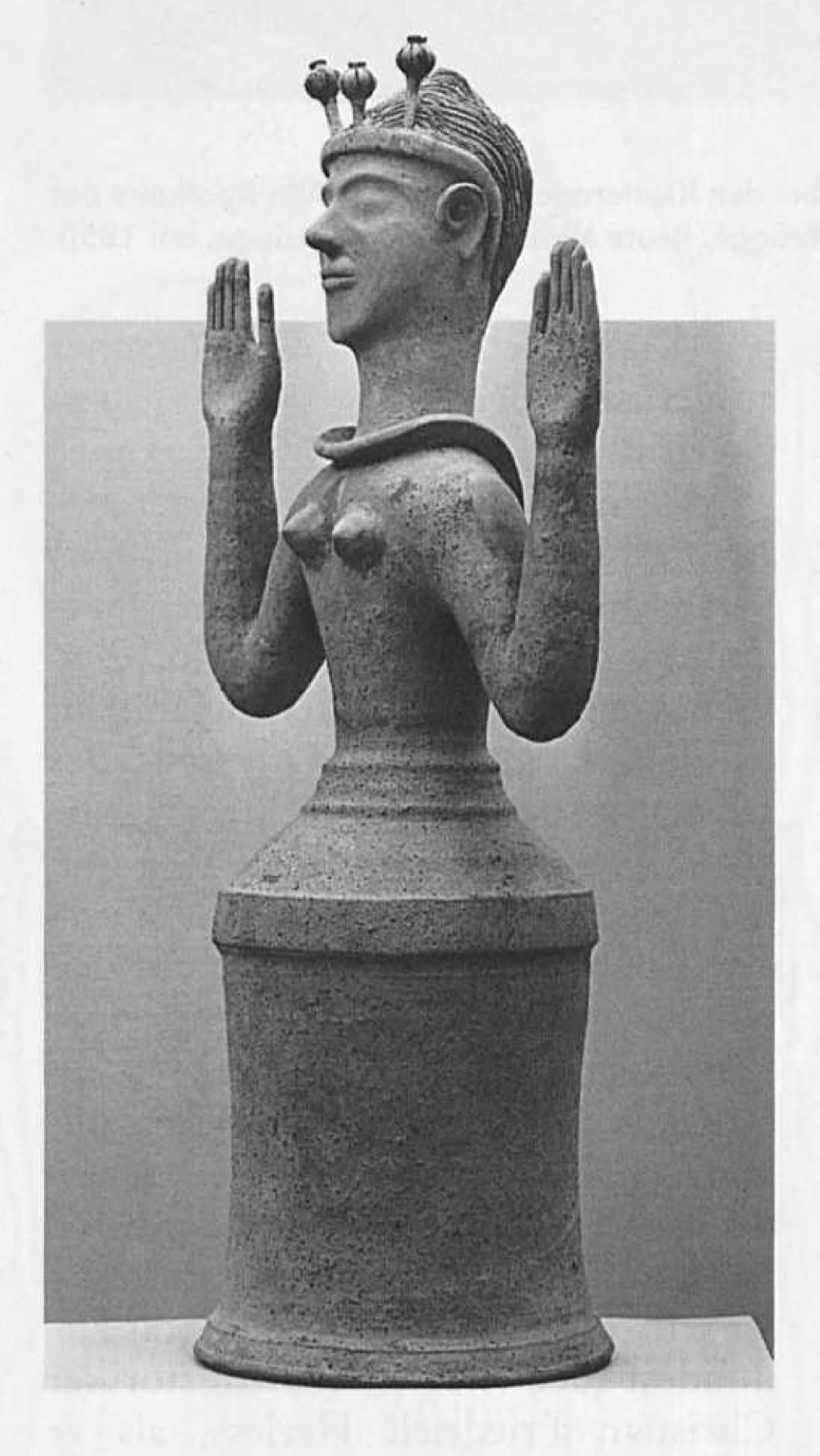
### Von der Heilgöttin zur Pharmazeutin Ein kulturgeschichtlicher Spaziergang

VON STEFANIE SIEBERS-GFALLER

Auf der Suche nach Apothekerinnen, Arzneimittelexpertinnen und heilkundigen Frauen in der europäischen Kultur- und Berufsgeschichte dürfen "puristische" Gesichtspunkte nicht den Blick verstellen. Wer nur die approbierte Pharmazeutin gelten läßt, die sich in erbittertem Kampf den Universitätszugang erobern mußte, dem entgeht eine wechselvolle und facettenreiche Geschichte, in der Frauen seit alters her als Heilkundige wirkten. Allerdings sind schriftlichen Quellen rar, oft muß der Forschende den "Umweg" über Mythen und indirekte Quellen nehmen, um etwas über die Drogenkundigen zu erfahren.

n den gängigen Nachschlagewerken zur Apothekengeschichte fanden die Frauen bislang kaum Beachtung. Wen wundert es, war dem weiblichen Geschlecht das Ausüben des Apothekerberufs doch jahrhundertelang verboten.

Vor dem Maßstäbe setzenden Medizinaledikt des Hohenstauferkaisers Friedrich II. von 1240 gab es in Europa noch keine Trennung zwischen Arzt und Apotheker. Die Antike kannte zwar weibliche Arzte, zu denen auch die Hebammen gezählt wurden. Neben diesem Berufsstand galten aber auch Priesterinnen und Priester als heilkundig, deren Nachfolge im Mittelalter die Mönchsärzte in den Klöstern antraten. So verband die berühmte Äbtissin vom Ruppertsberg, Hildegard von Bingen, Apothekertä-



Göttin des Mohns oder Schlafgöttin von Gazi, Kreta, 1400 v. Chr. "Früh am Morgen", so überliefert schon eine assyrische Keilschrift aus dem 7. Jahrhundert v. Chr., "sammeln alte Frauen, Knaben und Mädchen den Saft, ... um ihn in ein irdenes Gefäß zu füllen."

tigkeiten mit ärztlichen. In ihren Klosteranlagen betrieb sie den Anbau von Heilpflanzen, pflegte Kranke und hielt ihr Wissen in Büchern wie der Physica fest.

Hilfreich und damals ungewöhnlich war, daß die Abtissin viele lateinische Bezeichnungen von Heilpflanzen ins Deutsche übertrug. Was heute allerdings oft vergessen wird, ist, daß die Hildegardsche Arzneimittellehre eng mit religiösen Vorstellungen ver-

knüpft war: krank zu sein galt - wie überhaupt im Mittelalter - als Strafe für Sündhaftigkeit. Das bedeutete, daß Medikamente ihre heilende Wirkung nur im Zusammenhang mit Bußfertigkeit und Gottes Hilfe entfalten konnten.

Frauen und Mütter, die für das Sammeln, Anbauen und Zubereiten von Heilpflanzen und für die Krankenpflege zuständig waren, geben das Urbild der Heilfrauen ab, wie es etwa der Pharmaziehistoriker Georg Edmund Dann beschreibt. Zu den ersten Quellen systematischer medizinischer Tätigkeit gehören die Pflanzen- und Steinbücher, die im 3. Jahrtausend vor Christus in Mesopotamien entstanden sind. So wußten schon die Sumerer um die Wirkung des Mohns. Priesterinnen und Göttinnen setzten ihn als Schlaf-, Betäubungs- und Rauschmittel ein. Nach dem Mythos kostet Demeter, die griechische Erdenmutter, auf einem Feld von Schlafmohn vom getrockneten Milchsaft der Blütenkapseln - und vergißt dadurch ihre Sorge um die von Hades entführte Tochter Persephone.

Rätsel gibt eine auf Kreta gefundene, aus Ton gebrannte Frauenfigur aus dem Jahr 1400 vor Christus auf. Wegen ihres Mohndiadems und des entrückten Gesichtsausdrucks gilt sie als Mohngöttin der Fruchtbarkeit und der Heilkräfte oder auch als Schlafgöttin von Gazi. Ob die Figur überhaupt eine Göttin darstellt oder ob es sich um die personifizierte Darstellung des Opiums an sich handelt, ist ungeklärt. Weitere Funde in der Nähe



Mutter mit krankem Kind bei den Klosterapothekerinnen. Alte Apotheke des Johanneshospitals in Brügge, heute Memlingmuseum Brügge, um 1850.

der Ausgrabungsstätte lassen vermuten, daß das Opium bei der minoischen Priesterschaft zu kultischen Zwecken inhaliert wurde.

Doch nicht nur um die Mohndroge ranken sich weibliche Mythen, sondern überhaupt um das Pflanzenreich. Ägyptens älteste Heilgöttin Isis wird als hoch erfahren in der Arzneikunst gepriesen. Agamede aus Homers *Ilias* soll so viele "heilende Kräuter" gekannt haben, wie die weite Erde sie hervorbrachte. Kirke und Medea gelten als die kräuter- und giftkundigen Zauberinnen der antiken Mythologie par excellence. So heißt es bei Homer (Odyssee, 10. Gesang, 135-136, 233-236):

Und wir kamen zur Insel Aiaia. Diese bewohnte
Kirke, die schöngelockte, die hehre
melodische Göttin ...
Und sie setzte die Männer auf prächtige Sessel und Throne,
Mengte geriebenen Käse mit Mehl
und gelblichen Honig
Unter pramnischen Wein und mischte
betörende Säfte
In das Gericht, damit sie die Heimat

Nur einer konnte Kirke, der zauberkundigen Tochter des Helios und der Perse, widerstehen: Odysseus. Seine Gefährten hatte sie bereits in Schweine verwandelt – ebenso wie sie andere Fremde in Tiere verhexte –, als Odysseus, von Hermes, dem Gott der Wege, gut beraten und mit dem mythischen Molykraut (möglicherweise einer Knoblauchart) als Gegenzauber ausgerüstet, der klugen Kirke gegenübertritt.

Mit dem Schwert in der Hand "bezähmt" Odysseus die Göttin. Den berauschenden Kräutermixturen entkommt der Homerische Held, dem Liebeszauber Kirkes allerdings nicht: ein Jahr lang genießt Odysseus das "überaus schöne Lager" der Naturgöttin, bevor sie ihm den Weg ihn die Unterwelt weist und die Mittel der Totenbeschwörung lehrt, um den blinden Seher Teiresias nach seiner Heimkehr befragen zu können.

Kirke kannte sich besonders mit Narkotika aus. "Die Pflanzen ... scheinen meist aus den Familien der Solanacearum und Strychniarum gewesen zu sein", diese Auffassung vertrat zumindest der Wissenschaftshistoriker Christian Friedrich Harless, als er 1830 darauf hinwies, daß die für besonders berauschend und giftig gehaltene Pflanze Circea oder Circaea (so bei dem griechischen Arzt Dioskurides) nach ihr benannt wurde.

Medea, die andere große Zauberin der griechischen Mythologie, war eine Nichte der Kirke und Jüngerin der unheimlichen Mondgöttin Hekate. Sie setzte ihr Wissen um Kräuter und Gifte insbesondere für "Verjüngungskuren" – nicht selten mit tödlichem Ausgang – ein.

Einen weit besseren Ruf als die gefährliche Kirke und die rachsüchtige Medea genoß Hygieia: Über acht Jahrhunderte lag dieser griechischen Heilgöttin die antike Welt zu Füßen, wenn es um Gesundheitsfragen ging. Auch im Hippokratischen Eid, der um 400 vor Christus entstand, wurde sie angerufen:

Ich schwöre bei Apollon, dem Arzt, und bei Asklepios, Hygieia und Panakeia und unter Anrufung aller Götter und Göttinnen als Zeugen, daß ich nach Kräften und gemäß meinem

Urteil diesen Eid und diesen Vertrag erfüllen werde ...

In der Mythologie galt Hygieia wie auch Panakeia als Tochter des Heilgotts Asklepios. Später wird Hygieia auch mit ihm als seine Gemahlin dargestellt. Sie, ewig jung und schön, doch von der Kunst den wechselnden Moden der Zeit angepaßt, verkörpert das abstrakte Prinzip, ist für die Gesundheit an sich verantwortlich. Er, Asklepios, steht für das Konkrete, bekämpft die bereits zum Ausbruch gekommene Krankheit.

Panakeia symbolisiert die Hoffnung des Menschen auf ein Allheilmittel. Neben den zahlreichen Asklepios-Heiligtümern wurden auch der Hygieia eigene Tempel, so in Pergamon und Epidauros, errichtet. Zunächst ohne Attribute abgebildet, zeigen spätere Darstellungen die Göttin mit einer Schlange, die aus einer Schale trinkt. Beide, Schlange und Schale (Arzneischale), sollten zu häufig verwendeten Symbolen in der Pharmazie werden.

Die Schlange galt als heiliges Tier, sie wurde mit Tod und Unterwelt ebenso wie mit Heilung, Schutz und Leben in Verbindung gebracht. Ihr jährliches Abwerfen der Haut wurde als ständige Erneuerung, als Sinnbild für Lebenskraft gedeutet. Auch wurde der Schlange die Eigenschaft zugesprochen, neue Heilkräuter aufspüren zu können.

Die griechische Göttin Hygieia wurde in der römischen Geisteswelt mit der Salus publica verbunden, die für das Staatswohl zuständig war. Ein-

Gustav Klimt: Hygieia, Ausschnitt aus dem Fakultätsbild "Medizin" der Wiener Universität, 1901. Klimts Bild mit der Gesundheitsgöttin im Jugendstil wurde von den Nationalsozialisten zerstört.

gänzlich vergäßen.





gebunden in den Kaiserkult, zierte Hygieia häufig Repräsentationsbauten und Münzen; ihr Abbild diente als Schmuck in Nymphaeen und Thermen. Die Göttin wurde profan.

Der Hygieia-Kult lebte noch einmal im gallisch-germanischen Reichsgebiet auf. Dort trug die keltische Heilgöttin Sirona Züge der griechischen Gesundheitsgöttin. Aber nicht allein Skulpturen in Wandelhallen von Kurbädern erinnern heute an Hygieia: Häuserfassaden, Brunnen, Rezepturtische, Jetons französischer Apotheker-Korporationen, selbst Meißner Porzellantassen wurden mit der schönen Göttin geschmückt. Auch die Maler des Jugendstils entdeckten sie für ihre Kunst. Orange-golden leuchtete die Hygieia von Gustav Klimt, Teil des Fakultätsbildes "Medizin" der Wiener Universität, bis die Nationalsozialisten das Klimt-Werk zerstörten.

### WISSENSCHAFT GEGEN VOLKSMEDIZIN

Wurden in der Antike vor allem schutzbringende und oft betörende Göttinnen mit den medizinischen Künsten assoziiert, so standen im Mittelalter oft einfache Frauen im zeitweise nicht ungefährlichen Ruf, heilende Kräfte zu besitzen. An der renommierten, im 10. Jahrhundert gegründeten medizinischen Schule von Salerno lehrten und lernten Frauen neben ihren männlichen Kollegen.

Mit dem Aufkommen der Apotheken ab dem 13. Jahrhundert erwarben sich die "Kräuterweiber" eine wichtige Stellung als Lieferantinnen, doch blieben sie – wie viele über die Jahrhunderte in der Apotheke mithelfende Ehefrauen und Töchter – weitgehend anonym. Die Kräutersammlerinnen assistierten dem Apotheker bei der Beschaffung der einheimischen "Simplicia", der in erster Linie pflanzlichen Drogen. Sie kannten die entlegensten Stellen an denen die Heilpflanzen wuchsen. Über die beste Jahreszeit und Tagesstunde zum Sam-

> Antonia Lesniewska richtete 1901 am vornehmen Newski Prospekt in St. Petersburg eine nur von Frauen betriebene Apotheke ein.

meln der Kräuter mußten sie ebenso Bescheid wissen, wie über die sachgerechte Lagerung der Drogen. Beides war in einzelnen Apothekenordnungen akribisch festgelegt.

Allerdings lieferten die Kräuterweiber nicht nur an Apotheken. So manche nützte ihr Wissen auch, um sich ihr Brot mit Quacksalbereien zu verdienen.

Die eingangs erwähnte Medizinalordnung Kaiser Friedrichs II. von 1240
enthielt noch nichts über einen Ausschluß der Frauen aus den Heilberufen. Für das Jahr 1383 bekundet ein
Grabstein eine Frau Margaretha als
Apothekerin in Ulm, die wahrscheinlich als Ehefrau ihren Mann unterstützte. Doch hatte bereits mit der
Gründung der ersten Universitäten
eine radikale Wendung weg von der
Volksmedizin, und damit auch gegen
die Frauen, eingesetzt. Dort waren sie
von den Lehrveranstaltungen ausgeschlossen.

Je stärker die Universitäten sich in standesähnliche Disziplinen organisierten, desto weniger hatten die Frauen zu sagen. Selbst männliche Pharmazeuten eroberten sich erst peu à peu über die Jahrhunderte hinweg den Zugang zu den Universitäten.

Besonders düster und grausam waren die im 15. Jahrhundert einsetzenden und systematisch betriebenen Hexenverfolgungen, die sich vor allem gegen arzneimittelkundige Frauen richteten. Ende des 15. Jahrhunderts durften sie in Städten nicht mehr in den Heilberufen arbeiten, die Hebammen wurden der Aufsicht eines Stadtarztes unterstellt. Die Angst vor dem Scheiterhaufen ging um.

Da Hebammen über Kräuter mit antikonzeptioneller oder mit abortiver Wirkung Bescheid wußten, auch schmerzstillende Mittel bei der Geburt anwendeten, galten sie bei der Kirche als besonders verdächtig. Im 16. Jahrhundert wurde von der Reformation ebenso wie von der sich gerade entwickelnden paracelsischen Medizin das Gedankengut des "Hexenhammers" übernommen. Weltliche Gelehrte versuchten, den Hexenglauben "wissenschaftlich" zu belegen.

Da zudem noch eine schwere Wirtschaftskrise diese Zeit überschattete, waren die Folgen für die Frauen fatal. Frauenzünfte verschwanden, die Mehrzahl der von Frauen ausgeübten Berufe ging in Männerhand über. Apothekerordnungen, wie 1582 die von Worms, verboten Frauen, als Apothekerinnen zu arbeiten.

### UNVERDÄCHTIG: NONNEN UND ADLIGE

Nur Frauen aus unverdächtig erscheinenden Gesellschaftskreisen, wie etwa Klosterfrauen oder Adligen, gelang es, in der Apothekerkunst tätig zu sein. Zu diesen Ausnahmen gehörten Helena Ruckher und Maria Andreae, die von 1585 bis 1606 beziehungsweise 1606 bis 1614 in der Hofapotheke Ludwigs von Württemberg arbeiteten. Besondere Bedeutung erlangte auch die wertvolle galenische Rezeptsammlung der Augsburger Patriziertochter Philippine Welser (1527-1580), einer Zeitgenossin des Paracelsus, verheiratet mit Erzherzog Ferdinand II. von Tirol. Ihr Ambraser Koch- und





Die kräuterkundige Zauberin Kirke verwandelt die Leidensgefährten des Odysseus in Schweine. Holzstich von Virgil Solis, um 1560.

Arzneibuch bezeugt, daß Philippine über das Vergolden und Versilbern von Pillen Bescheid wußte, Zeltchen (Vorläufer der Pastillen) aus kostbaren Perlen und Korallenpulver herstellte und sich besonders mit gebrannten, durch Destillation gewonnenen Wässern auskannte.

Die Kurfürstin Anna von Sachsen ging als Gründerin der Hofapotheken in Torgau und Dresden in die Geschichte ein. Gemeinsam mit ihrem Mann Kurfürst August kümmerte sie sich – nicht ohne Konzessionen an die alchemistischen Schwärmereien der Zeit – um die medizinischen Belange ihres Landes. Überall hörte sich Anna nach Rezepten um, nicht nur bei Arzten und Drogenhändlern, auch bei Schäferinnen, Quacksalbern und Scharfrichtern. Von ihrer Lehrmeisterın Gräfin Dorothea von Mansfeld lernte sie die Rezeptur eines begehrten Aquavits gegen Magenleiden, den sie in großen Destillierkolben herstellte. "Viel Personen, denen die Doctores bereits das Leben abgesagt" haben, verhalf das Magenelixier zu neuem Leben, so heißt es in einem Schreiben an die Kurfürstin.

Eine für Frauen bedeutende Berufsnische bildete die Klosterapotheke. So gab es im süddeutschen Raum insbesondere im 17. und 18. Jahrhundert Klosterapothekerinnen, die von weltlichen Stadtapothekern ausgebildet Waren. Nicht selten kehrten diese anschließend mit besten Referenzen als Apothekenvorsteherin in ihr Kloster zurück. Mit der Aufhebung der Klöster im Jahr 1803 sah es allerdings für die von der Säkularisation betroftenen Klosterapothekerinnen düster aus. Konnten ihre männlichen Kollegen sich in einer Stadtapotheke anstellen lassen, mußten die Nonnen ihren Beruf aufgeben. Nur in seltenen Fällen war ihnen zur Sicherung des Lebensunterhalts ein eingeschränktes Weiterwirken im Heilbereich erlaubt.

### FIN DE SIÈCLE: DIE FRAU MELDET SICH ZURÜCK

1899 war es endlich soweit: Frauen wurden im Deutschen Reich zum Pharmaziestudium zugelassen. Ein Mangel an Apothekergehilfen und die nicht mehr zu ignorierende Frauenbewegung hatten dazu geführt. Schwierig war es für die jungen Frauen allerdings, eine Lehrstelle zu finden, die zur Ausbildung dazugehörte. Entweder stellten die Lehrherren nur Männer ein oder erwarteten von den Frauen zusätzliche Leistungen: "Die übrigen betrachten ein Engagement offenbar als ein Gnadengeschenk", beschrieb Magdalene Meub, Deutschlands erste staatlich approbierte Apothekerin die damalige Situation, "und stellen Bedingungen, daß einem vor Verwunderung die Haare zu Berge stehen ... Unter anderem wollte er Auskunft über meine Stellung zur Hausfrau und deren Arbeitsfeld ... Wir sollen also offenbar in unserer ohnehin knapp bemessenen freien Zeit uns mit Haushaltungsarbeiten, Wäsche in Stand halten u. dgl. beschäftigen?"

In vielen Ländern Europas wurden die Frauen früher als in Deutschland zum Pharmaziestudium zugelassen. Zwischen 1868 und 1887 öffneten ihnen die Universitäten Paris, Zürich, Lausanne, Bern und Genf die Pforten. Großbritannien ließ ab 1872 Frauen zum Pharmaziestudium zu, Schweden 1891, Osterreich erst im September 1900. Zu den ersten examinierten Pharmazeutinnen überhaupt gehörten die polnischen Schwestern Filipa und Konstancja Studzinska. Sie legten 1824 ihr Examen ab, hatten allerdings ein Privatstudium absolvieren müssen.

Eine Schule, an der nur weibliche Apothekerinnen ausgebildet werden sollten, hatte auch Magistra pharmaciae Antonia Lesniewska im Sinn. Ihre 1901 in der elegantesten Straße von St. Petersburg am Newski Prospekt im katholischen Kirchenhaus gegründete Frauenapotheke diente zugleich als Ausbildungsstätte für Pharmaziestudentinnen aus Rußland und Polen. Lesniewska war die erste Frau in Rußland (200 Jahre nach Errichtung der ersten öffentlichen Apotheke), die die Konzession zur Gründung einer neuen Apotheke erhalten hatte.

Nach und nach eroberten sich die Frauen im 20. Jahrhundert den Apothekerberuf. So haben Frauen heute in Deutschland zu 86 Prozent die Arbeitsplätze in öffentlichen Apotheken inne. Drei Viertel der neu Approbierten sind weiblich. Flexible Arbeitszeiten, selbständiges Arbeiten und der relativ problemlose Wiedereinstieg nach einer Babypause machen diesen Beruf für Frauen attraktiv. In den Standesorganisationen sind die Pharmazeutinnen allerdings immer noch unterrepräsentiert.

### ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Dann, Georg Edmund: Einführung in die Pharmaziegeschichte, Stuttgart 1975.

Größing, Sigrid-Maria: Die Heilkunst der Philippine Welser. Außenseiterin im Hause Habsburg, Augsburg 1998.

Harless, Chr. Friedrich: Die Verdienste der Frauen um Naturwissenschaft und Heilkunde, Göttingen 1830.

Kraft, Margarete: Magdalena Neff geb. Meub. Erste deutsche Apothekerin. In: Blick in die Geschichte, Karlsruher stadthistorische Beiträge (15.12.1994) Nr. 25.

Magnus, Hugo: Sechs Jahrtausende im Dienst des Askulaps, Breslau 1905.

Schelenz, Hermann: Frauen im Reiche Aeskulaps. Ein Versuch zur Geschichte der Frau in der Medizin und Pharmazie unter Bezugnahme auf die Zukunft der modernen Apothekerinnen, Leipzig 1900 (Nachdruck mit Vorwort von Rudolf Schmitz, Würzburg 1975).

Sobel, Hildegard: Hygieia: Göttin der Gesundheit, Darmstadt 1990.

### DIE AUTORIN

Stefanie Siebers-Gfaller, geboren 1960, Dr. phil., studierte an der Münchner Ludwig-Maximilians-Universität Germanistik und Geschichte. Ihre Dissertation schrieb sie über die Rezeption der französischen Soziallehre Claude-Henri de Saint-Simons und seiner Schüler in der deutschsprachigen Presse. Heute arbeitet sie freiberuflich als PR-Referentin und Historikerin mit einer breiten Themenpalette aus dem sozialgeschichtlichen Bereich.



## Im Zeichen des Einhorns

### Die Klosterapotheke von St. Emmeram im Deutschen Museum

VON ELISABETH VAUPEL / FOTOS: DEUTSCHES MUSEUM

Moderne Apotheken präsentieren sich meist als sterile Verkaufsräume mit resopalbeschichteter, ausziehbarer Schrankfront. Gestalterische Akzente setzen lediglich ein paar eher trostlose Schaufensteraufsteller, diverse Kosmetika, Hygieneund Diätprodukte, eine Vielfalt angeblich "gesunder" Süßigkeiten so-Wie ein breites Sortiment sogenannter Gesundheitsartikel. Apotheken sind heute oftmals Läden ohne jeglichen sinnlichen Reiz: eine Art Gemischtwarenladen in Sachen Gesundheit, hygienisch und praktisch, aber vom sterilen Charme eines Tankstellenshops.

ine historische Apotheke strahlt etwas Geheimnisvolles, Sinnliches aus. Das Auge wandert über individuell gefertigte Holzmöbel, kunstvolle Standgefäße und Gerätschaften – oftmals Unikate, und eben keine Massenware. Die alten, so reizvollen Apothekeneinrichtungen entsprachen in vielem aber nicht mehr den modernen hygienischen Anforderungen oder waren schlicht zu unbequem geworden. Nur verhältnismäßig wenige sind völlig intakt erhalten, eine Aussage, die leider auch für die im Deutschen Museum gezeigte Klosterapotheke gilt.

Im Deutschen Museum ist seit 1925 die Rokoko-Apotheke des Benediktinerklosters St. Emmeram in Regens-



Getrocknete Kröten wurden bei rheumatischer Arthritis und Infektionskrankheiten, aber auch bei Epilepsie und Herzinsuffizienz angewandt.

burg zu sehen und damit die Apotheke eines Ordens, der sich um die Pflege der Medizin und Pharmazie immer besonders verdient gemacht hat. Gezeigt ist die Offizin, das heißt der Verkaufsraum der Apotheke, wobei der Zustand um das Jahr 1800 rekonstruiert wurde. Der Name (lateinisch officina) bedeutet im ursprünglichen Sinn Werkstätte und hat sich bis heute für den Apothekenraum erhalten. Das sich daraus ableitende Kunstwort "offizinell" galt ursprünglich für alle in der Apotheke vorrätig gehaltenen Arzneistoffe, während heute nur die in die Pharmakopöe (amtliches Arzneimittelbuch) eines Landes aufgenommenen Mittel als "offizinell" bezeichnet werden.

Kernstück der Offizin ist immer der Rezepturtisch in der Mitte des Raumes. Er diente zum Verwahren von Rohstoffen und Arbeitsgeräten. Ein weiteres typisches Möbelstück einer Offizin sind die Repositorien, die Regale, die im unteren Teil größere Schubladen haben.

Um sich eine Vorstellung der vollständigen Klosterapotheke zu machen, muß man sich noch ein Apothekenlaboratorium hinzudenken – anders als heute wurden Arzneimittel in all ihren diversen Zubereitungsformen damals grundsätzlich im eigenen Laboratorium hergestellt – sowie der Vorratshaltung dienende Kräuter- und Materialkammern.

Jede Apotheke legte großen Wert darauf, ihre Kunden – und das waren im Falle einer Klosterapotheke nicht nur die erkrankten Mitbrüder und Klosterangehörige im engeren Sinn, sondern auch die lokale Bevölkerung – in einer Offizin zu bedienen, die, was Innenausstattung, Mobiliar und Standgefäße anbelangte, möglichst prunkvoll und repräsentativ gestaltet war.

### MÖBELNACHBAUTEN MIT DIDAKTISCHEM PFIFF

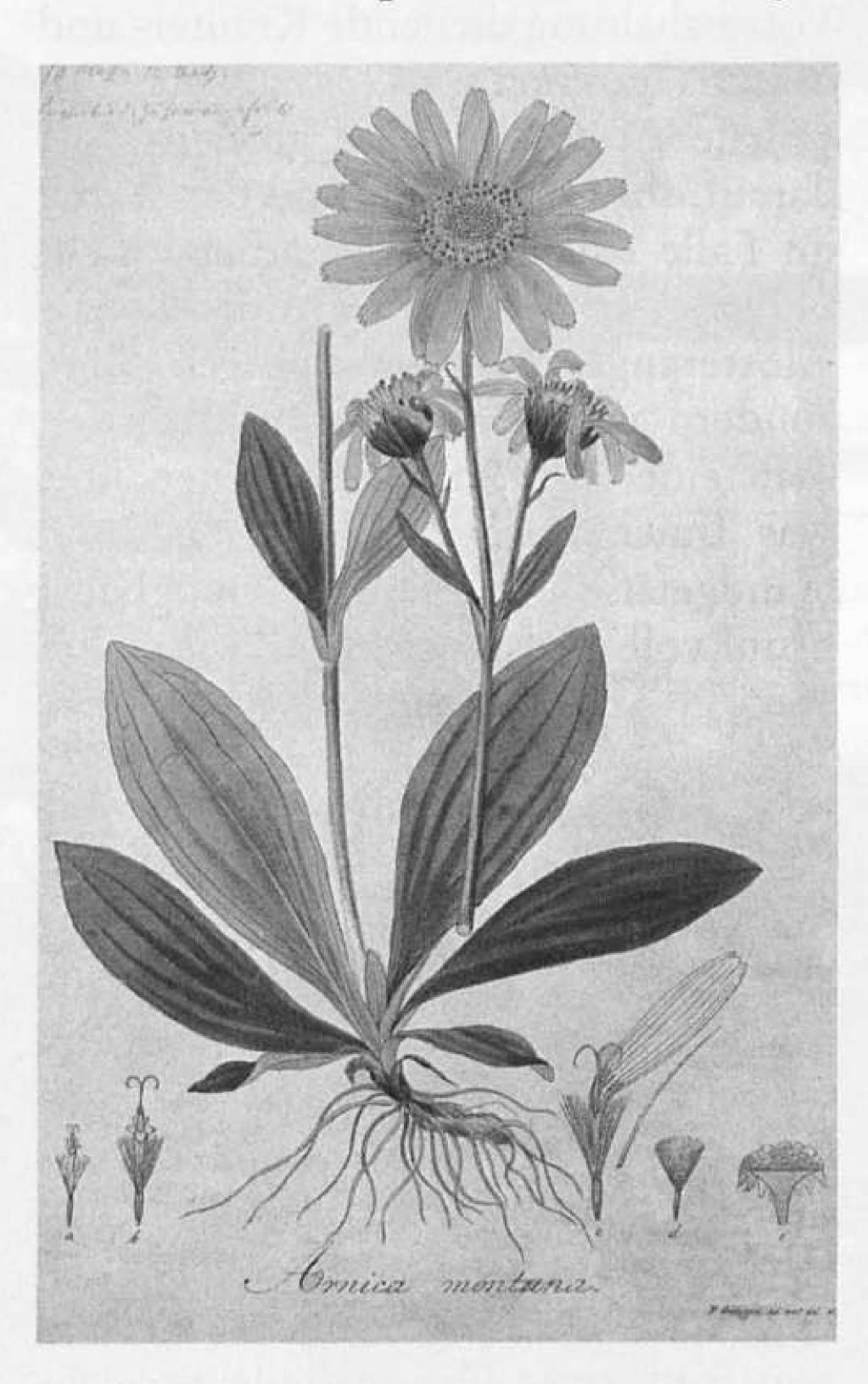
Das Mobiliar der Offizin im Deutschen Museum gibt den sehr würdevollen Raumeindruck der historischen Klosterapotheke nur unvollständig wider. Die Möbel sind im Museum angefertigte, den dortigen Räumlichkeiten angepaßte Rekonstruktionen, bei denen man zwar Originalteile verwendete, jedoch bewußt einige ehrwürdige museale Prinzipien verletzte, die in rein pharmaziehistorischen Sammlun-

Blick in die Klosterapotheke von St. Emmeram, wie sie im Deutschen Museum aufgestellt wurde (unten). Oben: Apothekenfayencegefäße aus der ursprünglichen Apotheke. gen und Apothekenmuseen üblicherweise strikt eingehalten werden.

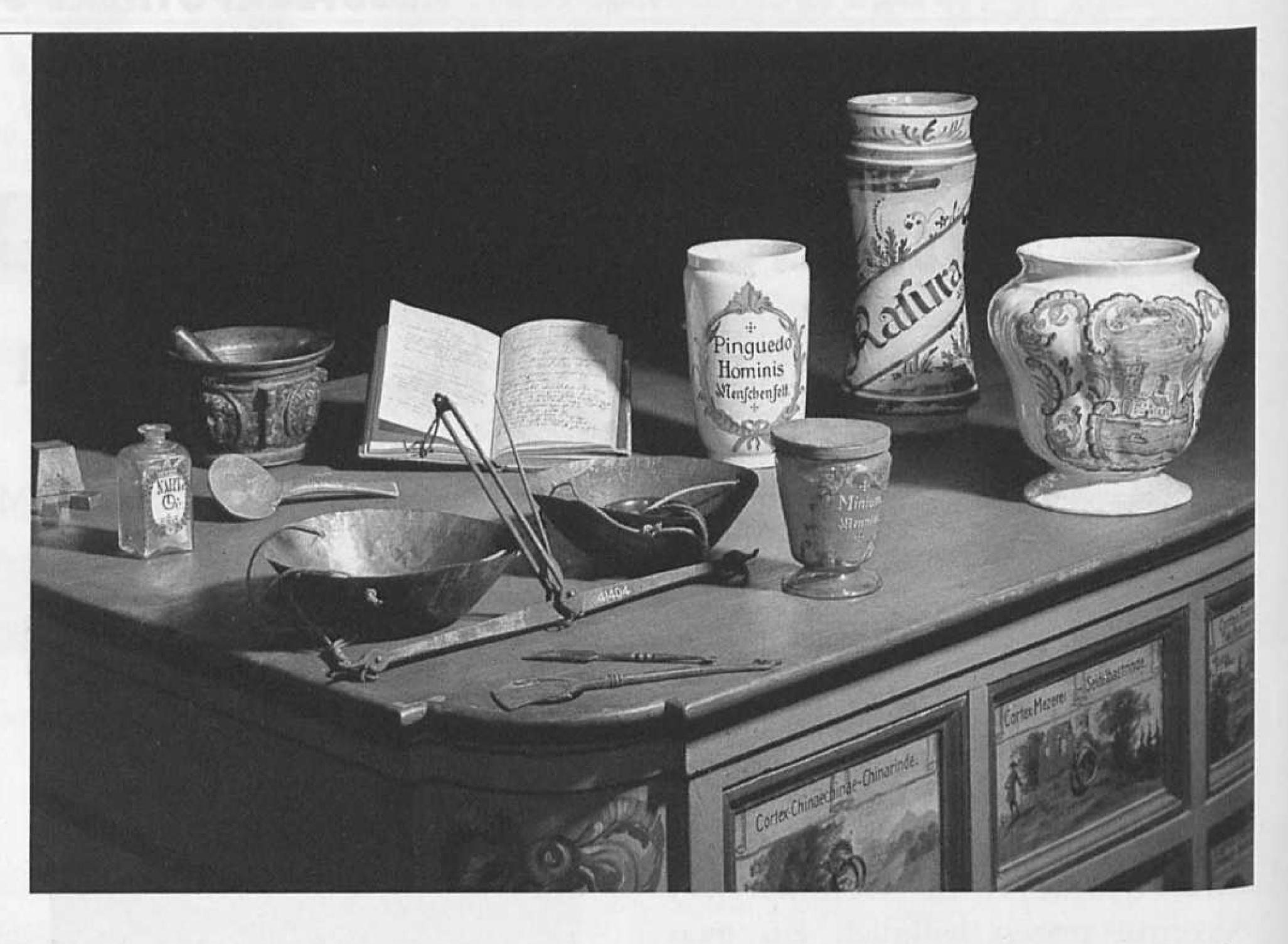
Beim Nachbau der Repositorien wurden die Schubladen für die verschiedenen pflanzlichen Drogen aus didaktischen Gründen mit den lateinischen und deutschen Namen der darin aufbewahrten Präparate beschriftet. Das ist historisch nicht korrekt: Die Mönche des Klosters St. Emmeram konnten selbstverständlich Latein und brauchten, anders als heutige Museumsbesucher, keine deutsche Übersetzung.

### GROSSE VIELFALT HISTORISCHER GEFÄSSE

Anders als das rekonstruierte Mobiliar sind die zahlreichen Standgefäße – sie dienten zur Aufbewahrung der Zubereitungen und Drogen und sind keinesfalls mit den sehr viel schlichteren Abgabegefäßen zu verwechseln – Originale des 17. und 18. Jahrhunderts. Tatsächlich aus St. Emmeram stammen allerdings nur jene Gefäße, die das Wappen des altehrwürdigen Reichsstifts tragen: einen gekrönten, braunvioletten Doppeladler, der Schwert und Zepter in seinen Fängen



Arzneien aus Arnikablüten waren im 17. und 18. Jahrhundert als Mittel bei Verletzungen sehr bliebt. Sie wirken entzündungshemmend.



Rezepturtisch der Klosterapotheke St. Emmeram mit typischen Utensilien des Apothekers: Mörser, Waage, Spatel, Meßlöffel und Pharmakopöe.

hält. Alle anderen Gefäße wurden aus verschiedenen Apotheken zusammengetragen, besonders aus der Apotheke der Barmherzigen Brüder in München, der Elefanten-Apotheke in Regensburg, der Spital-Apotheke zum Heiligen Geist in Nürnberg sowie der Winklerschen Stadtapotheke in Innsbruck.

Die Strategie beim Sammeln dieser Apothekengefäße bestand im Deutschen Museum, anders als in einschlägigen Fachmuseen, weniger darin, ausschließlich kunsthistorisch wertvolle Standgefäße zusammenzutragen. Es ging vielmehr vor allem darum, dem Besucher Prinzipielles vor Augen zu führen, wie zum Beispiel die Vielfalt der verwendeten Materialien: Üblich waren Dosen aus gedrechseltem Holz, Spanschachteln, Gefäße aus Zinn oder Silber (Metallgefäße waren vergleichsweise selten), Glas, Horn, Sandstein, Porzellan und verschiedensten keramischen Materialien: Fayence, Steingut und Steinzeug. Diese große Materialvielfalt war nicht eine Liebhaberei der Apotheker, sondern diente dazu, jedes Medikament und jeden Rohstoff in zweckentsprechenden Gefäßen aufzubewahren.

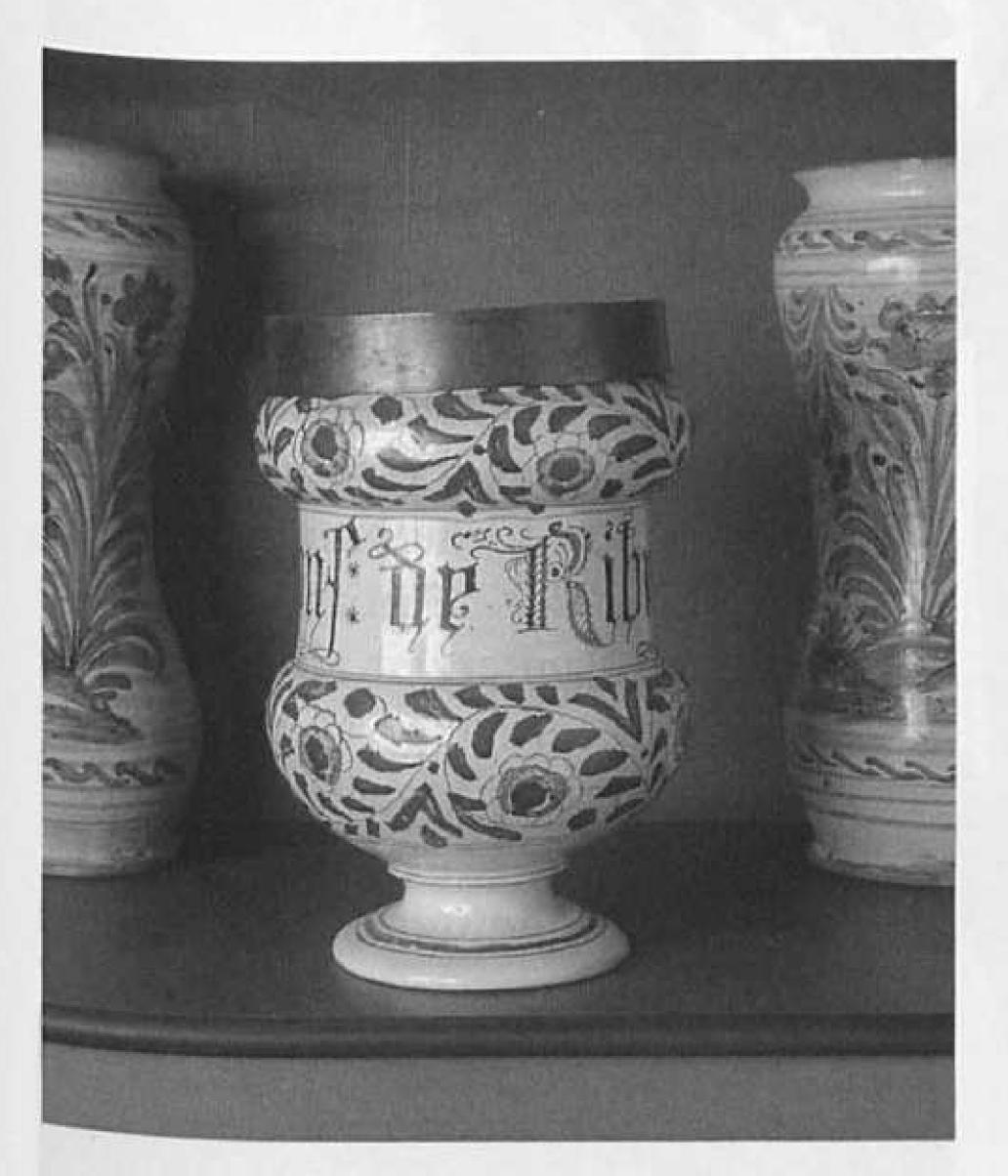
Ein weiteres Ziel der Sammlungspolitik war, eine repräsentative Auswahl typischer Apothekengefäße zu zeigen. Da wären zuallererst die Chevretten zu nennen, typische Schnabelgefäße, in denen Sirupe, Honig und Öle aufbewahrt wurden. Sie existieren in verschiedenen Farben und Größen und haben, damit man sie bequemer mit einer Hand halten konnte, nur an einer Seite Henkel und auf der andern Seite eine steile Ausgußtülle, die angeblich dem Horn einer Ziege – daher der Name "Chevrette" – ähnlich sehen soll.

Ein weiteres typisches Apothekengefäß ist der Albarello, ein hoher, enger Topf für Salben und dickflüssige Stoffe mit einer typischen Wespentaille, den man gut greifen konnte, ohne daß er aus der Hand rutschte. Dieser Gefäßtyp kam mit dem Eindringen der arabischen Medizin und den Kreuzzügen nach Westeuropa. Er belegt einmal mehr den starken Einfluß der islamischen Länder auf die Geschichte der Pharmazie. An diese historischen Zusammenhänge erinnert auch die Bezeichnung Albarello, die sich von el barani, einem Ausdruck persischer Abstammung ableitet, mit dem die Araber Salbenbehältnisse benannten.

Typische Apothekengefäße sind weiterhin die Vierkantflaschen für "destillierte Wässer", Elixiere und Tinkturen sowie die großen Kanonentöpfe, in denen Salben, Opiate, Konfektionen, Balsame und Latwergen aufbewahrt wurden. Behältnisse für Pillen hatten im Prinzip die gleiche Form

Wie die Kanonentöpfe, waren jedoch wesentlich kleiner.

Das Deutsche Museum hat bei etlichen Standgefäßen den gleichen didaktischen Ansatz verfolgt, der schon beim Mobiliar geschildert wurde: Alle Gefäße, die mit noch unbeschrifteter Kartusche ins Museum kamen, wurden hier nachträglich mit einer lateinischen und deutschen Beschriftung versehen, was historisch nicht korrekt 1st. Um dem Besucher das Lesen zu erleichtern, wählte man gut lesbare Druckbuchstaben des 20. statt der verschnörkelten Lettern des 18. Jahrhunderts. Bei dieser eigenmächtigen Beschriftungsaktion, die gut gemeint War, da sie einer klareren Didaktik dienen sollte, passierten teilweise sehr unschöne, völlig ahistorische Fehler: So wählte man nicht nur einen falschen Schrifttyp, sondern es wurden

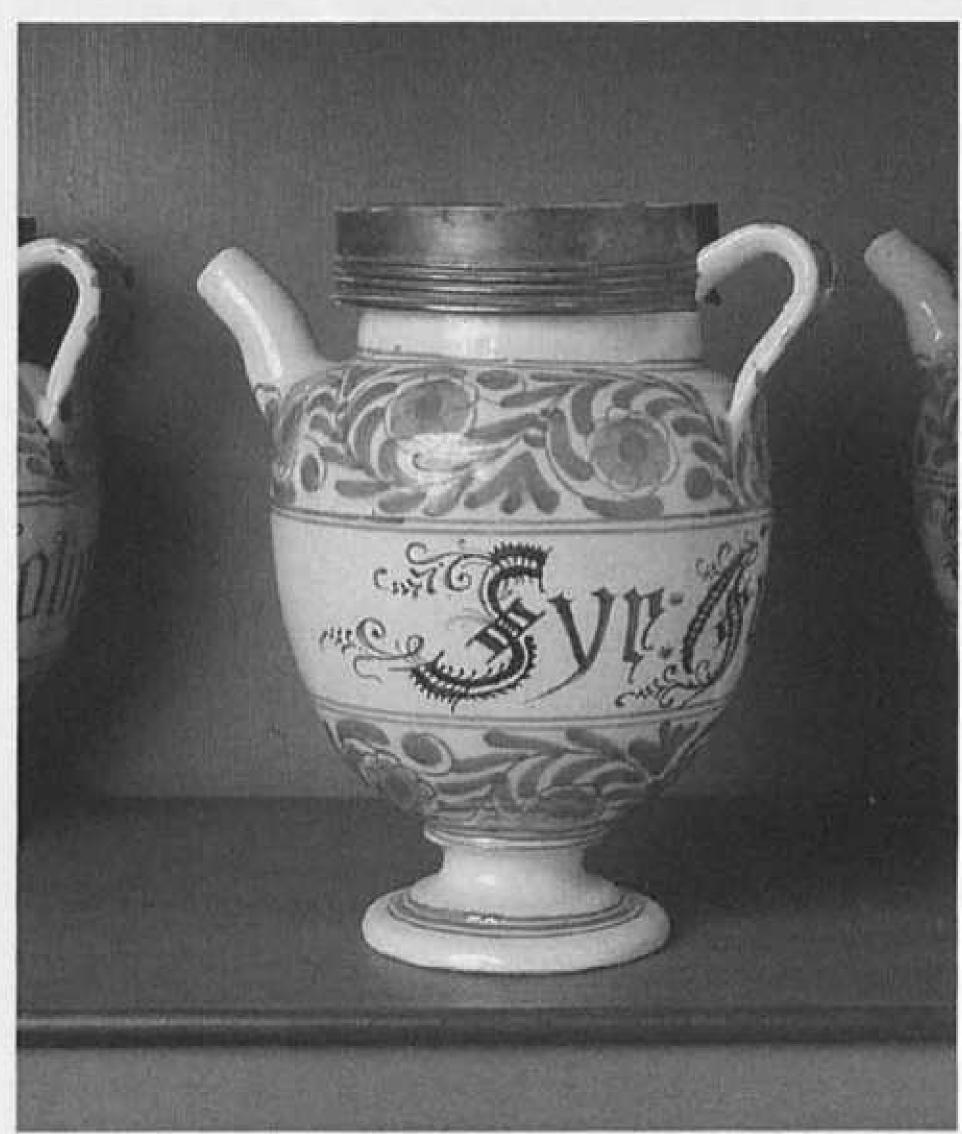


leben zu gewähren. Eingriffe dieser Art würden heute als Akt der Zerstörung gelten und kämen in dieser Form sicherlich nicht mehr vor.

Die Wertschätzung historischer Originale hat sich auch in den technischen Museen gewandelt, man geht ehrfürchtiger mit alten Dingen um und ordnet das historische Objekt nicht mehr blindlings dem Primat der Didaktik unter.

### EIN STREIFZUG DURCH DEN ARZNEIMITTELSCHATZ

Die teilweise irreversiblen Veränderungen von Originalen belegen sehr deutlich, daß es dem Deutschen Museum in erster Linie darum ging, den Substanzaspekt und weniger den kunsthistorischen Aspekt der Pharmaziegeschichte zu veranschaulichen.



Der an seiner Wespentaille erkennbare Albarello (links) und die Sirupkanne mit Ausgußtülle zeigen noch die originalen Beschriftungen des 18. Jahrhunderts.

auch riesige, bauchige Standgefäße mit den Namen von Substanzen versehen, die nachweislich sehr rar waren und deswegen nur in winzigen Gefäßen aufbewahrt wurden.

Diese groben, zugunsten einer eingängigen didaktischen Präsentation gemachten Eingriffe an historischen Objekten waren in der Anfangszeit des Deutschen Museums gang und gäbe: Man hat ja auch Autos kurzerhand halbiert, Schiffe und Maschinen - teilweise wertvollste Unikate - angeschnitten, um dem Besucher einen Einblick in ihr geheimnisvolles Innen-

Man wollte zeigen, aus welchen Materialien Ende des 18. Jahrhunderts Arzneimittel gewonnen und hergestellt wurden. Die liebevoll zusammengetragene, große Materia medica-Sammlung sollte dem Museumsbesucher den Arzneischatz vergangener Zeiten vor Augen führen und auf eindrückliche Weise illustrieren, daß bis Ende des 18. Jahrhunderts Arzneimittel fast ausschließlich aus Naturstoffen gewonnen wurden.

Mit einer Klosterapotheke, die aus der Zeit vor dem Aufkommen der industriellen Heilmittelproduktion datiert, setzte man also einen klaren Kontrastpunkt zur modernen Pharmazie, die die meisten Medikamente vollsynthetisch herstellt und weit weniger als früher auf Naturstoffe zurückgreift.

Die im 18. Jahrhundert verwendeten Arzneimittel stammten hauptsächlich aus dem Pflanzen-, Tier- und Mineralreich. Darüberhinaus gab es aber auch etliche chemische Präparate, die pharmazeutisch genutzt wurden: Eisensalze, Verbindungen des Bleis, Quecksilbers, Antimons, Arsens sowie Carbonate, Säuren und Basen, um nur einige Beispiele zu nennen.

### PFLANZLICHE ROHSTOFFE AUS ALLER WELT

Zweifellos am zahlreichsten waren die pflanzlichen Arzneien. Seit dem 16. Jahrhundert war der sowieso schon große Bestand an einheimischen Pflanzen durch viele exotische Pflanzen bereichert worden, die Entdeckungsreisende aus fernen Ländern mitgebracht hatten. Hierher gehören Ipecacuanhawurzel, China- und Condurangorinde, Lobelienkraut und Hamamelisblätter, Guajak-, Quassia- und Sassafrasholz, Capsicum (Spanischer Pfeffer), ferner Baumsekrete wie Toluoder Perubalsam, Aromen wie Vanille, Genußmittel wie der stopfende Kakao, aber auch Kokablätter, Tabak und viele Drogen mehr. Die absolute Vormachtstellung der pflanzlichen Drogen im Arzneischatz wurde erst im 19. Jahrhundert gebrochen.

Die Zahl der Pflanzen, die schon seit den ältesten Zeiten als heilkräftig angesehen wurden, war ungeheuer groß. Einheimische Kräuter wurden von den Apothekern selbst gesammelt und im Kloster St. Emmeram teilweise auch in einem Heilkräutergarten angebaut. Ausländische Drogen - besonders die hochgeschätzten Gewürze und Harze (zum Beispiel Arabisches Gummi, Drachenblut, Weihrauch) - wurden zweimal pro Jahr, im Frühjahr und im Herbst, auf den Handelsmessen in Frankfurt oder Nürnberg bezogen. Das gleiche galt für die Produkte aus dem Tier- und Mineralreich.

Viele der offizinell verwendeten Pflanzen haben auch heute noch ih-



Spanische Fliegen (oben) enthalten den giftigen Stoff Cantharidin, der in Aphrodisiaka verwendet wurde. Dem Saphir (rechts) wurde die Kraft zugeschrieben, begangene Fehler zu bereuen. Die menschlich aussehende Alraunenwurzel (ganz rechts) war als Liebesmittel sehr begehrt.

ren festen Stellenwert im Arzneimittelschatz: Rizinus als Abführmittel, Kampfer als Anregungsmittel, Johanniskraut als mildes Antidepressivum, Kamille als entzündungshemmendes Mittel und andere mehr. Ihre Zahl wäre zu groß, um auch nur die wichtigsten zu nennen.

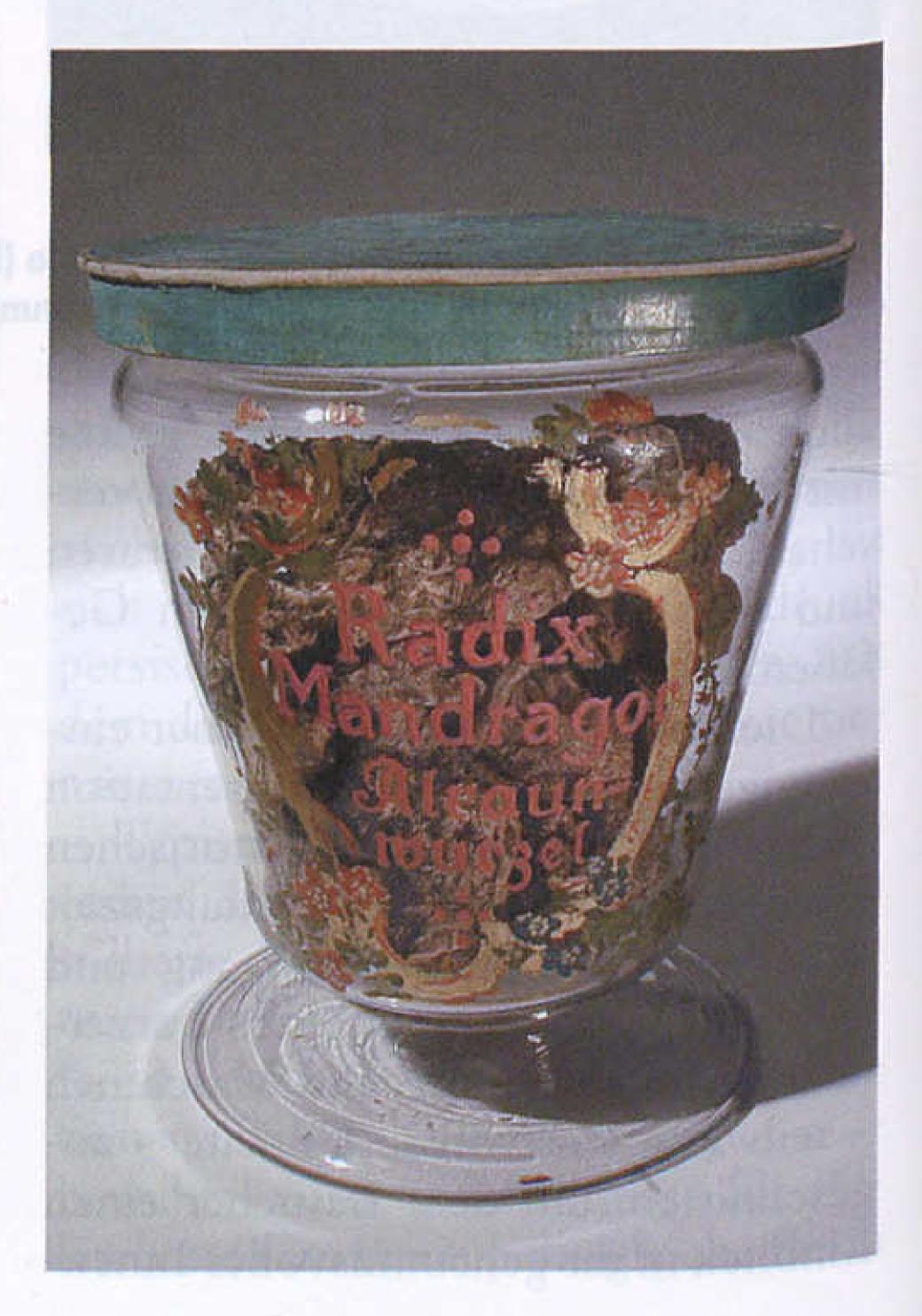
Kulturgeschichtlich interessant ist, daß etliche unserer heutigen Genußmittel, wie zum Beispiel Zucker, Kaffee, Tee und Kakao, sowie eine Viel-

zahl von Küchengewürzen in vergangenen Jahrhunderten als Arznei galten und deswegen lange Zeit in der Apotheke gehandelt wurden: Beispiele für Gewürze, die einstmals zum Arzneimittelschatz gehörten, sind Gewürznelken oder Pfeffer, der in der arabischen Medizin hochgeschätzt war und seit dem 16. Jahrhundert Bestandteil vieler kompliziert zusammengesetzter Medikamente war.

Die Trennung der Gewürzhändler von den Apothekern vollzog sich im Verlauf der Jahrhunderte erst nach vielfältigen Kompetenzstreitigkeiten, wobei den Apothekern der Gewürzhandel und den Gewürzhändlern die Herstellung von Arzneikompositionen untersagt wurde.

### MIT HAUT UND HAAR: TIERISCHE ROHSTOFFE

Die Zahl der von Lebewesen gewonnenen Drogen war im Vergleich zu den pflanzlichen Drogen immer relativ klein. Lieferanten dieser Gruppe von Rohstoffen waren Mensch und Tier. Aus der menschlichen Sphäre wurden bevorzugt Harn (besonders Knabenharn) und Frauenmilch eingesetzt, wobei der Apotheker auch solch kuriose, seinerzeit aber hochgeschätzten Mittel wie Menschenfett von Armensündern (Axungia hominis) und menschliche Hirnschale (Cranium humanum) benutzte.







Reiseapotheke englischer Provenienz, Mitte 19. Jahrhundert, die man wie einen Hausaltar aufklappen konnte. Sie enthielt auffallend viele Abführmittel.

Das Potential der einheimischen und exotischen Tiere wurde voll ausgeschöpft: Wolfsleber, Fuchslunge, Hühnermagen, Regenwürmer, Hasenhaare, Hundekot, Gallensteine von Ochsen und geröstete Schwalben waren gängige Arzneimittel. Nahezu alle tierischen Körperteile fanden Verwendung: Haut, Haare, Hörner, Zähne, Fette und Sekrete, Knochen.

Viele tierische Duftstoffe, die heute vor allem als Bestandteil von Parfüms benutzt werden (zum Beispiel Zibet, Bibergeil, Ambra, Moschus), dienten bis ins 19. Jahrhundert in zahlreichen Arzneizubereitungen unter anderem zur Belebung, Stärkung und Beruhigung sowie zur "Reinigung" des Gehirns durch die Nase und zur Filterung "verpesteter Luft".

### EINHORN: FABELTIER UND WUNDERDROGE

Als tierische Droge sehr wichtig war ferner Horn, besonders Hirschhorn, das meist geraspelt, verascht oder in Form von Hirschhornöl verwendet wurde. Hirschhornsalz, chemisch ein Gemisch von Ammoniumhydrogencarbonat und Ammoniumcarbonat, hat dann den Weg von der Apotheke in unsere Weihnachtsbäckerei gefunden, wo es als Treibmittel beim Bakken von Lebkuchen verwendet wird.

Eine besondere Stellung nahm das Horn des sagenhaften Einhorns ein (Seite 31). Es galt als unfehlbares Allheilmittel (Panazee), speziell gegen Gifte, und sollte ferner die Wirkung haben, die Heilkraft anderer Arzneien, mit denen es in Berührung gebracht wurde, zu verstärken. Einhörner – ob in Gestalt eines Trinkpokals oder als in Apotheken häufig verwendeter, geheimnisvoll-magischer Raumschmuck mit suggestiver Wirkung auf die in der Offizin wartenden Patienten – waren reliquiengleiche, sehr begehrte Kostbarkeiten.

Einhörner sind Fabeltiere, die seinerzeit aber als real vorkommende Geschöpfe gedacht und deshalb auch gefälscht wurden. Zu ihrer Herstellung wurden geschnitzte oder gedrechselte Narwalzähne oder die elfenbeinernen Stoßzähne von Mammuts und Elefanten verwendet. Auf Pferdeschädel aufmontiert ergaben sie, wie in der Apotheke des Klosters St. Emmeram zu sehen, eine eindrucksvolle Raumdekoration.

Was die gutgläubigen Patienten einnahmen, war also ein harmloses kalkhaltiges Präparat, für das sie aber oft unglaubliche Summen bezahlen mußten. Der Name "Apothekerpreis" oder der Ausdruck "Das ist eine Apotheke!" kommt nicht von ungefähr.

### DIE HEILKRAFT DER STEINE UND ERDEN

Aus dem Mineralreich wurden "Metallica" wie Alaun, Arsenik, Borax, Mennige, Zinnober und Schwefel in der Apotheke verwendet, während von den "Terrae et Lapides", den Erden und Steinen, Substanzen wie Bolus, Talk, Alabaster, und getrocknete Heilerden benutzt wurden. Die Heilerden hatten schon im klassischen Altertum große Bedeutung. Um sie vor Verfälschungen zu schützen, wurde den einzelnen Stücken in Medaillenform das Siegel des Herkunftslandes aufgedrückt, woraus sich die Bezeichnung terra sigillata, Siegelerde, ableitet. Aber auch Edel- und Halbedelsteine, wie Saphire, Rubine, Granate und Achate, gehören in diese Gruppe.

Die Vorstellung, daß die Kraft der Materie auch noch in ihrem geringsten Teil wirksam sei, führte dazu, daß kostbare Steine zerstoßen und pulverisiert den Arzneien beigemischt wurden oder in Form von Pulver oder Tinkturen verabreicht wurden; auch Auszüge mit Wasser und Wein waren üblich. Edelsteine sollten zudem durch bloßen Hautkontakt wirken, weshalb das Tragen eines Amuletts als vorteilhaft erachtet wurde.

Da Zucker und daraus hergestellte Zubereitungen ursprünglich als Heilmittel betrachtet wurden, gehörte der Verkauf der süßen Kostbarkeiten zu den Privilegien der Apotheker. Unter den mit Zucker hergestellten Arzneien nahmen die Confectiones (Kontekt) einen wichtigen Platz ein. Darunter verstand man zunächst kein Naschwerk, sondern hauptsächlich magenstärkende und verdauungsfördernde Arzneien: Getrocknete, in Zuckersirup eingelegte oder kandierte Ingwerstäbchen sind ein Beispiel für Mittel, die ihren Weg aus der Apotheke in die Confiserien gefunden ha-

### ZUCKERWERK: CONFISERIE AUS DER APOTHEKE

Das als Quittenbrot bekannte Fruchtgelee war ursprünglich ein als hustenlösend und erfrischend geltendes Arzneimittel. Hergestellt wurde es im Prinzip nach den gleichen Rezepten, derer wir uns heute zur Weihnachtszeit bedienen, mit Ausnahme der Ge-Würze. Die Apotheker gossen die fertig zubereitete Fruchtmasse in Model aus Holz oder Ton, die große Ahnlichkeit mit unsern Springerleformen hatten. Der kulturgeschichtliche Zusammenhang zwischen altehrwürdiger Apothekerkunst und den Produkten heutiger Confiserien läßt sich auch am Beispiel mancher einst vom Apotheker hergestellten Küchlein oder Zeltlein zeigen.

In der Klosterapotheke des Deutschen Museums wurde nicht nur darauf verzichtet, dem Besucher Composita, kompliziert zusammengesetzte Arzneimittelzubereitungen, zu zeigen. Auch sogenannte "Geheim- und Spezialmittel" sind nicht zu sehen, obwohl deren Herstellung im 18. Jahrhundert üppig florierte.

Zu dieser Gruppe von Präparaten, die oft den Namen des Arztes oder Apothekers tragen, der sie erfunden hat – zum Beispiel Hofmanns Abführpulver, Dr. Hohls Blutreinigungs-Pulver, Kochs Warzenstift – gehörte seit jeher eine Flut von Schwindelmitteln, die auch von umherziehenden Quacksalbern auf Jahrmärkten angeboten wurden: Schönheitswässer und Haarwuchsmittel, Gehöröle, Gichtelixire, Frostsalben, Mittel gegen Sommersprossen und Leberflecke, Pflaster, die schußfest machen sollten und ähnliches mehr.

Naturgemäß konnten Heilmittel in der vorwissenschaftlichen Periode der Pharmazie nur empirisch verordnet werden. Man kannte die Wirkung bestimmter Substanzen und gab dieses Wissen über Jahrtausende hinweg weiter. Bei der Verordnung einer bestimmten Substanz standen aber nicht selten auch uralte Vorstellungen einer magischen Wechselwirkung zwischen einer dem Medikament innewohnenden Kraft und dem erkrankten Körperteil Pate.

Ein Beispiel für diese Art von Analogiezauber ist die Lehre von der Signatur, die schon im Altertum bekannt war. Hierbei schloß man aus der äußeren Form, der Farbe, dem Geruch und Geschmack, ja sogar dem Fundort einer Droge, also den von Gott verliehenen Signa naturae, auf ihre Heilwirkung.

### NATÜRLICHE ZEICHEN: DIE SIGNATURENLEHRE

Paracelsus war ein Anhänger der Signaturenlehre, die sich bis ins 18. Jahrhundert hielt. Wo Krankheiten sind, müßten, so glaubte Paracelsus, auch die entsprechenden Heilpflanzen vorhanden sein, deren äußerliche Kennzeichen auf die Krankheitssymptome hindeuteten. So wiesen Mohnköpfe nach der Signaturenlehre auf den Kopf, die lungenförmigen Blätter des Lungenkrauts auf die Lunge oder Walnüsse auf das Gehirn hin. Die stachligen Disteln sollten bei Seitenstechen und anderen stechenden Schmerzen helfen, die perforierten Blätter des Johanniskrauts (in Wirklichkeit im Licht durchscheinende Oldrüsen) bei Stichwunden, der gelbe Milchsaft des Schöllkrauts und die in Wein gesottenen gelben Blüten der Sumpfdotterblume bei Gelbsucht und der rote Weiderich gegen innere und äußere Blutungen. Der Steinbrech sollte Blasensteine auflösen. Die Wurzelknollen der Orchidee galten

als Aphrodisiaka, weil sie hodenähnliche Gestalt besitzen (orchis = Hoden).

Besondere Bedeutung als Zauberund Arzneimittel hatte lange Zeit die merkwürdig nach unten gegabelte, menschenähnliche Mandragorawurzel oder Alraune, ein Nachtschattengewächs, das als Signum naturae einen Körper mit zwei Beinen vortäuscht und gerne als Aphrodisiakum benutzt wurde. Liebestränke auf der Basis von Mandragorawurzeln dürften insofern durchaus gewirkt haben, als der Alkaloidgehalt der Alraune eine Ausschaltung des Willens des umworbenen Partners bewirkt haben könnte. Mandragorawurzeln wirken in der Tat auf das Zentralnervensystem und wurden nicht von ungefähr auch als Schlafmittel und zur Narkose bei chirurgischen Operationen benutzt.

Aber nicht nur die Heilkräuter, auch tierische und mineralische Stoffe wurden von der Signaturenlehre berücksichtigt. Der rote Hämatit galt als blutstillend beziehungsweise als blutbildendes Mittel bei anämischen Patienten; die spitzen Zähne eines Hechts wurden pulverisiert nicht nur als Mittel gegen Seitenstechen eingenommen, sie hatten angeblich sogar die Fähigkeit, Stichwunden zu heilen.

Erst mit dem Aufschwung der wissenschaftlichen Chemie zu Beginn des 19. Jahrhunderts entwickelte sich die wissenschaftliche Pharmazie, die die physiologische Wirkung bestimmter Arzneien zweifelsfrei und eindeutig auf das Vorhandensein bestimmter Inhaltsstoffe zurückführen konnte. Diese wurden nun in immer größerer Zahl in reiner Form isoliert und schließlich vollsynthetisch hergestellt.

Der zunehmend wissenschaftliche Ansatz führte nach und nach zu einer Bereinigung der Pharmakopöen. So manche Kuriosiät verschwand damit aus den Apotheken, sicherlich nicht nur zu unserem Schaden.

### DIE AUTORIN

Elisabeth Vaupel, geboren 1956, Diplom-Chemikerin, Dr. rer. nat., ist seit 1989 Leiterin der Abteilung Chemie des Deutschen Museums. Ihr Hauptarbeitsgebiet ist die Chemiegeschichte des 19. und frühen 20. Jahrhunderts.

## Die Heilkunst

### Das Deckengemälde in der Alten Apotheke des Deutschen Museums

VON EVA A. MAYRING

Ein kunsthistorisch bemerkenswertes Werk ist in der historischen Apotheke des Deutschen Museums zu sehen: das Deckengemälde Die Heilkunst, das der Münchner Maler Waldemar Kolmsperger d. Ä. 1922 im Auftrag des Deutschen Museums geschaffen hatte. Es ist eines der seltenen profanen Werke Kolmspergers, das heute noch erhalten ist, und das einzige Wandgemälde aus der Gründungszeit des Deutschen Museums, das den Zweiten Weltkrieg unbeschadet überdauert hat.

rofessor Waldemar Kolmsperger (1852-1943) war über die Landesgrenzen hinaus anerkannt und geschätzt für seine künstlerisch hervorragenden Arbeiten und sein besonderes Können in den verschiedenen Techniken der Secco- und Freskomalerei. Dabei waren seine barockisierende Stilart und Ausführung charakteristisch, die ihn auch für die Gestaltung des Deckengemäldes in der historischen Apotheke auszeichneten. Bekannt war ein Deckengemälde Kolmspergers in der kleinen Kapelle im Stil des 17. Jahrhunderts im Neubau des Bayerischen Nationalmuseums, in dessen früherem Gebäude von 1906 bis 1924 die ersten provisorischen Ausstellungen des Deutschen Museums vor der Eröffnung des eigentlichen Sammlungsbaus 1925 beherbergt waren.

Die historische Apotheke im Deutschen Museum ist eine Rekonstruktion der alten Apotheke des Klosters St. Emmeram in Regensburg (siehe dazu den Beitrag ab Seite 26). Die Klosterapotheke wurde 1736 in der Zeit des süddeutschen Hochbarock unter dem

Apotheker Escherich aus Sulzbach errichtet. Die Rekonstruktion verwendet Teile der Originaleinrichtung der Klosterapotheke aus dem 18. Jahrhundert, die nach der Säkularisierung des Klosters 1802 in den Besitz der neuen "bürgerlichen" Apotheke übergegangen waren.

1916, mehr als 100 Jahre später, stiftete der damalige Besitzer der St. Emmerams-Hofapotheke, Hans Rehm, dem Deutschen Museum den noch erhaltenen Rezepturtisch, Schubladenschränke und über 100 Standgefäße, die er aus der Zeit vor der Säkularisierung in seiner Materialkammer verwahrt hatte. Sie bilden das Kernstück einer historisch-pharmazeutischen Abteilung im Deutschen Museum, die in den Jahren 1914-1922 geplant wurde.

Der erste Kontakt zu Waldemar Kolmsperger wurde im Dezember 1916 geknüpft. Museumsgründer Oskar von Miller bat Kolmsperger, ein Deckengemälde im gewölbten Plafond der im Aufbau befindlichen historischen Apotheke zu schaffen. Die ersten Skizzen wurden 1917 entworfen; das Motiv stand jedoch noch nicht endgültig fest. Dabei schlug Kolmsperger als Alternative vor: die Darstellung des Samariters beziehungsweise eine allegorische Darstellung.

Kolmsperger wählte schließlich die allegorische Fassung, die Asklepios und Hygieia mit einem Einhorn zeigt. Mit diesem Gemälde griff er verschiedene Symbole und Sinnbilder der göttlichen Personifikation der Heilkunst auf.

Die Figuren des Asklepios und der Hygieia gehen auf Vorstellungen der griechischen Mythologie zurück. Asklepios als griechischer Gott der Heilkunde, hier mit den typischen Attributen des Stabs und der Schlange dargestellt, galt als Sohn des Apollon. Der Sage nach konnte Asklepios, von dem weisen Kentauren Chiron in der Heilkunde unterwiesen, Tote zum Leben erwecken. Der Asklepios-Kult war in der Antike äußerst populär, so daß Apollon in seiner Funktion als Heilgott verdrängt wurde. Der mit der Schlange umwundene Äskulap-Stab ist das bis heute gebräuchliche Symbol der Medizin.

Hygieia wird als griechische Göttin der Gesundheit und Tochter des Asklepios zitiert. Kolmsperger malte sie in einer häufig anzutreffenden Gruppierung zusammen mit Asklepios als Jungfrau mit einer Schale in der Hand, aus der – anderen historischen Überlieferungen folgend – eine Schlange getränkt wurde.

Das Einhorn gilt als Symbol der Reinheit. Ihm wurde heilende, aber auch zerstörende Wunderkraft zugeschrieben. In der antiken Vorstellungswelt besaß es die Gabe, vor Gift zu schützen. Durch die Berührung mit seinem Horn vermochte es, vergiftetes Quellwasser zu reinigen.

Kolmsperger verbindet diese drei Hauptfiguren mit weiteren Bildern, die verschiedenste Assoziationen mit der Heilkunde herstellen sollten, wie der Mörser mit Stößel und eine Retorte als typisches Laborgerät.

Das Gemälde ist als Seccomalerei ausgeführt, die leuchtend-hellen Farben wurden auf trockenem Kalkputz aufgetragen. Eingefaßt ist das Bild in einem dekorativ geschwungenen Profilrahmen aus Stuck, der an den beiden äußeren Enden mit Blattornamenten und Voluten verziert ist.

Kolmsperger gilt als einer der letzten und begabtesten Maler, der die verschiedenen Techniken des Fresko und Secco im barockisierenden Stil



beherrschte. Am 5. September 1852 in Berchtesgaden als Sohn eines Volksschullehrers geboren, schloß Kolmsperger zunächst eine Lehre als Dekorationsmaler ab. Schon während seiner Militärzeit im Topographischen Bureau des Generalstabs in München begann er erste akademische Studien, unterstützt durch den Direktor der Münchner Akademie der bildenden Künste, Carl von Piloty.

Nach dem akademischen Studium erhielt er bald durch Vermittlung seiner Lehrer größere selbständige Auftrage. So schuf er im Thronsaal des Schlosses Neuschwanstein das Wandgemälde St. Georg tötet den Drachen und mehrere allegorische Darstellungen im Sängersaal. Danach folgten Deckengemälde, Bilderschmuck und Altarbilder in der Giesinger Pfarrkirche (1883), in der Marienkirche im badischen Lauda (1887) sowie in der katholischen Pfarrkriche in Sonthofen (1890).

Während seiner Hauptschaffenszeit erhielt er eine Reihe von großen Staatsaufträgen: Neben einem monumentalen, über 500 Quadratmeter großen

Deckengemälde im Längsschiff der katholischen Pfarrkirche in Murnau (Jüngstes Gericht, 1893-95) schuf er verschiedene Decken- und Wandgemälde sowie Altarbilder in der katholischen Pfarrkirche in Cham (1897-99, 1905/06) und in den Pfarrkirchen in Roggenburg bei Neu-Ulm (1899-1904), Pfoerring (1905), Eschenlohe (1907/08), Sandizell (1913) und Vöhringen (1917-19). 1896 wurde Kolmsperger zum königlichen Professor berufen und 1902 zum Ehrenmitglied der Akademie der bildenden Künste ernannt. Am 19. April 1943 ist Kolmsperger in München verstorben.

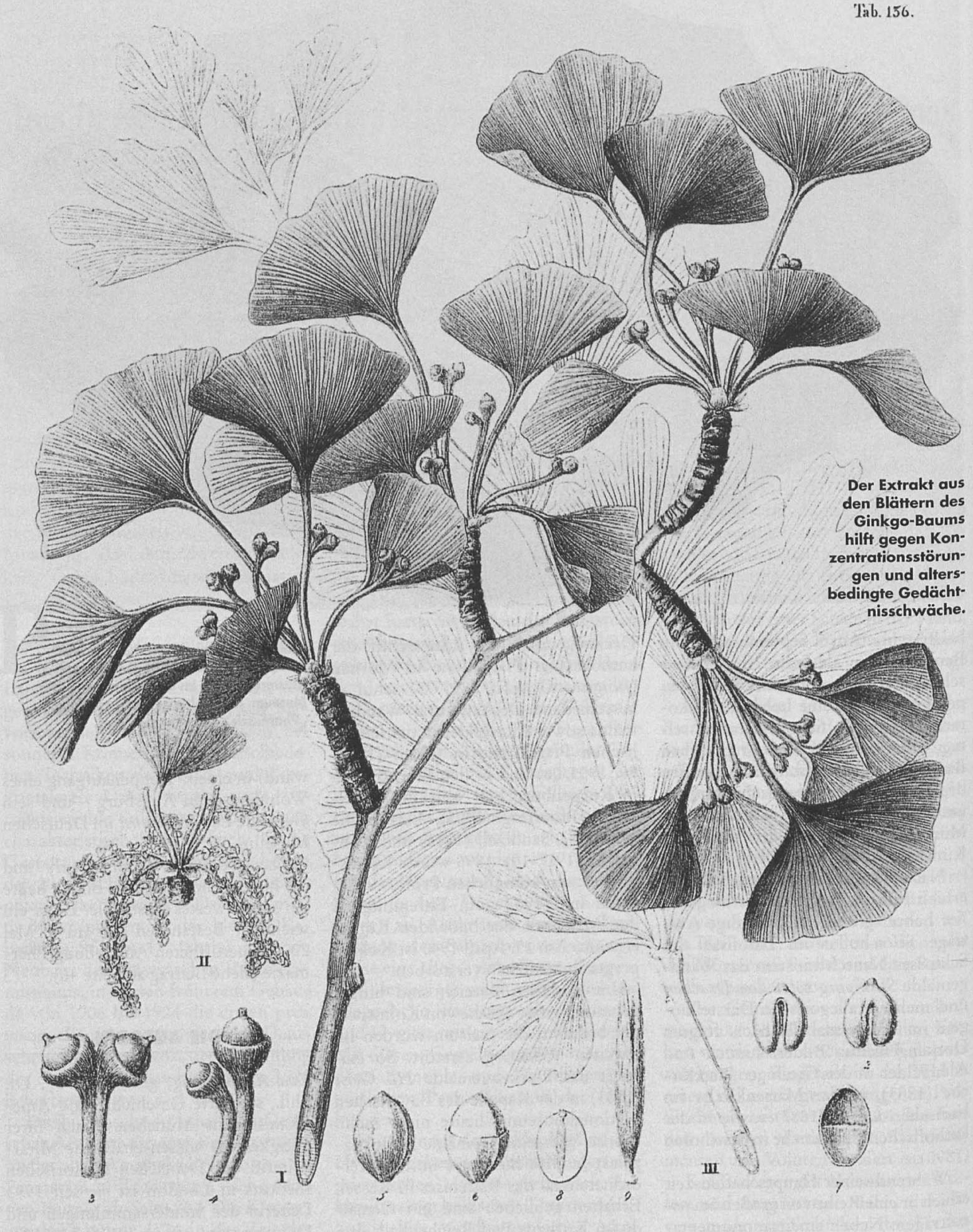
Im profanen Bereich sind hingegen nur wenige Werke von Kolmsperger bekannt; die meisten wurden im Zweiten Weltkrieg zerstört. So exi-(1903) in der Kapelle des Bayerischen Nationalmuseums heute nicht mehr, ebenso wie seine Gemälde im Justizpalast in München und im Stadtverordnetensaal des Rathauses in Kassel. Erhalten geblieben sind ein Gemälde im Kurhaus Bad Reichenhall, drei kleinere Deckengemälde (Ol/LeinWaldemar Kolmsperger: Die Heilkunst. Deckengemälde in der St. Emmerams-Klosterapotheke im Deutschen Museum, die künftig in der Ausstellung "Pharmazie" zu sehen sein wird.

wand) in einem Treppenaufgang eines Wohnhauses in Augsburg - und sein Gemälde Die Heilkunst im Deutschen Museum.

Das Gemälde Kolmspergers und die historische Apotheke bilden heute ein sehenswertes Ensemble. Es ist ein wichtiger Bestandteil der am 5. Mai 2000 neueröffneten Ausstellung Pharmazie (siehe Beitrag ab Seite 46).

#### DIE AUTORIN

stiert das Deckengemälde Hl. Geist Eva A. Mayring, geboren 1957, Dr. phil., studierte Geschichte und Amerikanistik in München. Nach ihrer Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin des Deutschen Historischen Instituts in London ist sie seit 1993 Leiterin der Sondersammlungen und Dokumentationen im Deutschen Museum München.

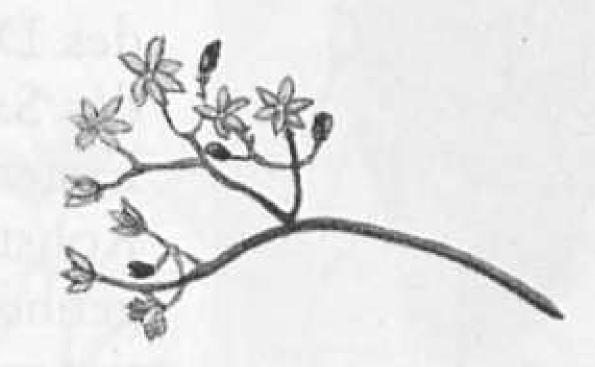


adianthifolia. SALISBURIA

# Kräuter gegen die Krankheit

## Die therapeutische Bedeutung von Naturheilmitteln

VON PETRA THORBRIETZ



Die kleinen Pillen sind orange oder grün, eine Konzession an den Konsumenten, der sich unter Karotten oder Broccoli doch noch Natur vorstellt und diese irgendwie farbig in Erinnerung hat. Die kalifornische Firma Leiner Health Products jedentalls hält konventionelles Grünzeug für gänzlich überflüssig und bringt statt dessen Gemüse als Tabletten auf den Tisch. Diese enthielten, so der Hersteller, garantiert mehr pflanzliche Wirkstoffe gegen Krebs und Herzkrankheiten als echtes Gemüse: Kräutermedizin im 21. Jahrhundert.

Pennil magnist mais rising gaunterior

flanzen sind der Ursprung aller Medizin, der "schulmedizinischen" genauso wie der "alternativen", der "naturwissenschaftlichen" oder der "ganzheitlichen". Solche Begriffe sind nur ideologische Kästchen innerhalb der Geschichte der Medizin, die sich trotz modernster biotechnologischer Verfahren nie wirklich von der Pflanze trennen konnte. So wie Pflanzen immer noch die Basis unserer Ernährung sind, so bleiben sie die Grundlage unserer Heilkunst auch wenn sie in Zukunft vielleicht nur noch Informationsträger für genetische Schlüssel zum Organismus sein werden.

Mit pflanzlicher Nahrung hatte die Medizin schließlich auch angefangen: Die ersten Heilkundigen waren die Frauen, die sich mit dem Sammeln und Zubereiten von Wildfrüchten und Kräutern befaßten und dabei deren Wirkungen kennenlernten - die giftigen genauso wie die wohltuenden. Das hohe ärztliche wissen der basierte neben ausgefeilten Techniken Das hohe ärztliche Wissen der Antike

in der Chirurgie auf diesem Erfahrungsreichtum im Umgang mit der Natur. Die Frage der Gestaltung der Wohnräume, was Wind, Licht und Wärme angeht - heute als Feng Shui wieder hoch im Kurs - gehörte damals genauso zur Heilkunde wie detaillierte Diätempfehlungen und Anweisungen zur Herstellung von Kräutermedizinen. Als das Römische Reich zerbrach, gingen diese Kenntnisse wie viele andere im Dunkel der kommenden Jahrhunderte verloren. Weniges wurde gerettet, meistens von arabischen Wissenschaftlern, die griechische und römische Texte übersetzten und die darin beschriebene Heilkunde weiterentwickelten.

Antike Texte waren auch die Basis der Klostermedizin des Mittelalters, für Jahrhunderte die einzige institutionelle Krankenversorgung. Fromme Mönche und Nonnen fertigten Kopien von alten Arzneimittelkunden an, die heute wieder hoch im Kurs stehen. Die Universität Würzburg und die Pharmafirma Abtei gründeten vor einigen Jahren eine "Forschergruppe Klostermedizin", die bereits über 450 Kräuter, Sträucher und Bäume katalogisiert hat. Auch wenn die Wirksamkeit bisher nur bei etwa 120 dieser Pflanzen wissenschaftlich nachgewiesen ist, tauchen doch in den alten Quellen schon "Bestseller" von heute auf: das Johanniskraut zum Beispiel, seit zehn Jahren von der modernen Medizin als natürliches Mittel gegen Depressionen gefeiert.

Die Alchemie war es, die dann zu Beginn der Neuzeit die ersten naturwissenschaftlichen Sichtweisen in die Medizin einbrachte. Kirche und Klöster hatten ihre Autorität verloren, heilkundige Frauen waren in unzähli-

gen Hexenprozessen zur Räson gebracht worden - männliche Logik bestimmte fortan die Erforschung der Welt. Das Experiment wurde geboren, die Eigenschaften von Mineralien und Metallen erkundet und in den Arzneimittelschatz eingebaut. Immer mehr Komplexmittel wurden kreiert, die bereits gründliche pharmazeutische Kenntnisse erforderten und den Graben zwischen der Laienmedizin und einer professionellen Heilkunde rasch vertieften. Schon im 16. Jahrhundert warnte der Tübinger Medizinprofessor Leonard Fuchs (1501-1566) vor den Risiken der Selbstmedikamentierung.

Die Wissenschaft machte auch vor der traditionellen Kräutermedizin nicht halt. Nachdem der Biologe Carl von Linné (1707-1778) ein Ordnungssystem der Pflanzenwelt entwickelt hatte, entstand zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine systematische Drogenkunde, deren erster Erfolg 1811 die Entdeckung des Morphins war. Immer mehr pflanzliche Wirkstoffe wurden isoliert, das Koffein, das Nikotin, das Atropin. 1882 erhielt das erste vollsynthetische Arzneimittel, das Fiebermittel Kairin, ein Patent. Der Handel mit Heilpflanzen dagegen ging innerhalb einiger Jahrzehnte auf weniger als ein Dreißigstel zurück.

Als Gegenpol zur naturwissenschaftlichen Medizin formierte sich zwar die auf Instinkt, Diätlehren und Pflanzenkunde basierende "Naturheilkunde", die auch Therapien mit Wasser, Lehm oder Bewegung an der frischen Luft integrierte. Doch "in dem Moment, wo die traditionelle Kräutermedizin von der Naturheilkunde vereinnahmt wurde", so der Medizinhistoriker Robert Jütte von der Stutt-



Die Beeren der Tollkirsche sind hochgiftig. Aus den Blättern werden krampflösende, gefäß- und pupillenerweiternde Mittel gewonnen.

garter Robert-Bosch-Stiftung, "war die einstmals angesehene Pflanzenheilkunde auf dem besten Wege, eine Außenseitermedizin zu werden."

Der Graben zwischen den unterschiedlichen Medizinrichtungen wurde breiter. Einer der Wegbereiter der modernen, naturwissenschaftlich ausgerichteten Medizin, Rudolf Virchow, verbot persönlich als Rektor der Universität Berlin einem "Kontrahenten", dem Rechtsanwalt und medizinischen Autodidakten Martin Glünecke, das Studium an der Medizinischen Fakultät. Glünecke hatte die Anwendung pflanzlicher Heilmittel innerhalb der Naturheilkunde systematisiert und mit einem Buch über "giftfreie Pflanzensäfte" große Erfolge gehabt.

Währenddessen entstand 1895 in Bern der erste Lehrstuhl für Pharmakognosie, die naturwissenschaftlich exakte Beschreibung der Heilpflanzen und ihrer Inhaltsstoffe. Sein Inhaber, Alexander Tschirch (1856-1939), förderte den systematischen Arzneipflanzenanbau.

Noch heute ist die Pflanzenheilkunde in zwei Lager gespalten: Die eine Hälfte ihrer Vertreter, zum Beispiel die Autorin Maria Treben (Gesundheit aus der Apotheke Gottes), sieht sich als Bewahrer der volksheilkundlichen Tradition und beruft sich auf Vorläufer wie die Nonne Hildegard

von Bingen, den Alchemisten Paracelsus oder Pfarrer Kneipp. Die andere Seite zählt sich eher nicht zu einer "alternativen" Therapierichtung, sondern kämpft um die wissenschaftliche Anerkennung ihrer "rationalen Phytotherapie".

Dabei muß sie auch die Schatten des Dritten Reiches überwinden. Seit das Sammeln von Pflanzen nach dem Ersten Weltkrieg in der Zeit knapper Rohstoffe zu einer nationalen Angelegenheit erklärt worden war, bemächtigten sich völkische Strömungen immer mehr der Naturheilkunde und vereinnahmten auch die populäre Kräutermedizin.

Die nationalsozialistische Gesundheitspolitik proklamierte eine "Neue Deutsche Heilkunde" und eine "Deutsche Heilpflanze", so der Titel einer Fachzeitschrift. Anbau und Sammeln von Arzneipflanzen sollte "durch straffe Organisationen unter staatlicher Aufsicht" vorangetrieben werden. Unter anderem zählte dazu das Konzentrationslager Dachau, wo bis zu 1.000 Häftlinge in diesem "Produktionsbereich" eingesetzt waren.

Nach dem Zusammenbruch des Dritten Reiches dauerte es Jahrzehnte, bis sich Natur- und Pflanzenheilkundige wieder in Verbänden und Stiftungen zu organisieren trauten - unter anderem repräsentiert durch so prominente Namen wie Karl und Veronica Carstens, den ehemaligen Bundespräsidenten und seine Frau, oder Loki Schmidt, die Gattin des Ex-Bundes-



kanzlers, die eine Stiftung für gefährdete Pflanzen gründete.

Das gesundheitspolitische Klima änderte sich erst 1976 mit dem sogenannten Zweiten Arzneimittelgesetz. Es erlaubte zum ersten Mal neben der klinischen Studie als Wirksamkeitsnachweis auch anderes "wissenschaftliches Erkenntnismaterial". Das Gesetz verhalf der phytotherapeutischen Forschung nach einer langen Durststrecke zu neuem Leben.

Trotzdem bleibt die Frage aktuell, wie pflanzliche Arzneimittel ihre Wirkung nachweisen müssen. "Bei den meisten Phytopharmaka wissen wir gar nicht, warum sie helfen", bedauert der emeritierte Münchner Pharmakologieprofessor Rudolf Hänsel. Ein



Salbei (oben) war schon bei den Römern als Arzneipflanze geschätzt und wurde von Karl dem Großen zum Anbau empfohlen. Aus dem stark giftigen Fingerhut (links) mit dem Wirkstoff Digitoxin werden herzwirksame Arzneien gewonnen.

klassisches Beispiel ist Baldrian. "Wir suchen seit 100 Jahren nach dem Wirkprinzip - ohne Erfolg."

Pflanzenheilstoffe wirken nicht isoliert, sondern in Kombination mit vielen, zum Teil äußerst gering dosierten "sekundären Inhaltsstoffen", von denen man die meisten immer noch nicht ausreichend kennt. Kamille zum Beispiel kann, wenn man ihren Hauptwirkstoff isoliert, konzentriert und über einen längeren Zeitraum

## NACHGEWIESENE WIRKSAMKEIT PFLANZLICHER DROGEN\*

Krankheitsbild	<u>Pflanze</u>	Wirkung	Mögliche Nebenwirkung
Erkältung	Holunderblüten, Lindenblüten Mädesüßblüten und -kraut (Tees)	schweißtreibend; schleimhautabschwellend	
	Ätherische Öle wie Menthol (Pfefferminze), Cineol (Euka- lyptus), trans-Anethol (Anis), Thymol (Thymian)	kurzfristiges Anschwellen der Schleimhäute (30 Minuten), dann Abschwellen; Unter- drückung des Hustenreflexes	lokale Reizung bei Über- dosierung; Gefahr von Atem- stillstand bei Kleinkindern
	Eibischwurzel, isländisches Moos, Malvenblätter und -blüten, Spitzwegerichkraut (Tees)	Linderung von Schleimhautreizungen	
	Purpursonnenhut (Echinacea)	Immunstimulanz	Allergien; Nachlassen der stimulierenden Wirkung bei Dauerkonsum
	Efeublätter, Holzzahnkraut, Primelwurzel, Seifenrinde (saponinhalltig)	entzündungshemmend; krampflösend; vereinzelt antibakteriell und antiviral	
Prostatavergrößerung (gutartig)	Brennessel, Sägepalme, Roggenpollen und Kürbiskerne	abschwellend; Anregung der Drüsenfunktion; Stärkung der Harnblasenmuskulatur	
Depressionen (leichte bis mittel- schwere)	Johanniskraut	verbessert Transmitter- funktion im Gehirn; regt Mela- toninproduktion an	Allergien bei starkem Licht
Demenz	Ginkgo biloba	Verbesserung der Hirnfunktion sowie kognitiver und sozialer Leistungen	Magen-Darm-Beschwerden; Kopfschmerzen und Allergien
Angstzustände, Spannungen	Kava-Kava-Wurzel	muskelrelaxierend; entkrampfend im Gehirn	Magen-Darm-Beschwerden; Kopfschmerzen; Allergien
Schlafstörungen	Baldrian (Extrakt)	beruhigend; entspannend	Mexikanischer oder Indischer Baldrian wirkt zellverändernd
Zyklusstörungen	Mönchspfeffer (Extrakt)	Beeinflussung des Botenstoffes Dopamin; Senkung des milch- bildenden Hormons Prolaktin	
Klimakterium	Traubensilberkerze (Wurzel- extrakt)	Linderung von Hitzewallungen, Kopfschmerzen und Depressio- nen durch natürliche Östrogene	
Herzschwäche (leichte)	Weißdorn (Extrakt)	Verbesserung von Muskel- leistung und Durchblutung des Herzens	
Durchblutungs- störungen	Ginkgo	Linderung der Symptome bei peripheren Durchblutungs- störungen der Beine (Schau- fensterkrankheit), bei Hörsturz und Tinnitus (Ohrpfeifen)	
	Knoblauch (pulverisiert)	Verbesserung des Blutflusses und Schutz des LDL-Choleste- rins vor Oxidation (was die Ablagerung fördern würde); blut- drucksenkend und antimikrobiell	selten Magen-Darm- Beschwerden; Allergien
Venenschwäche	Roßkastanien (Extrakt der Samen)	Abschwellen der Ödeme	
Entzündungen der Haut	Kamille	entzündungslindernd; krampf- lösend; pilztötend; antibakteriell	Allergien nur bei Verunreinigung durch Hundskamille

<sup>\*</sup> Diese Beispiele wichtiger Phytopharmaka sind klinisch geprüft; sie wurden von der Kommission E geprüft und in einer Monografie beschrieben. Nach: Hänsel, Rationale Phytotherapie.

einnimmt, durchaus zu Schäden an den Magen- und Darmschleimhäuten führen. Denselben Effekt mit einem simplen Auszug der Pflanze, etwa einem Tee, zu erreichen, ist fast unmöglich: Wenn die ganze Blüte verwendet wird, mildern die darin enthaltenen Gerbsäuren die negative Wirkung ab.

Um endlich Standards für die Unbedenklichkeit pflanzlicher Arzneimittel zu entwickeln, sollte in den 70er Jahren ein Expertengremium, die Kommission E, alle bis dahin bekannten Daten über Heilpflanzen wissenschaftlich aufbereiten und eine Art Porträt erstellen. Rund 350 solcher "Monografien" wurden verfaßt, dann gab die Kommission ihre Arbeit wegen Überlastung auf. Seither müssen die Hersteller selbst die Wirksamkeit ihrer Medikamente nachweisen.

Viele Pflanzendrogen sind seither verschwunden. Andere haben den endgültigen Durchbruch geschafft. "Die harte Auslese hat den Markt entscheidend verändert", sagt Volker Fintelmann, ehemals Leiter der Kommission E. "Einige gefährliche, Krebs erregende oder leberschädigende Wirkstoffe wurden eingeschränkt oder 
vom Markt genommen. Umgekehrt 
haben viele Hersteller ihre Dosis erhöhen müssen, um eine glaubhafte 
Wirkung zu erzielen."

## UNÜBERSICHTLICHER ARZNEIMITTEL-DSCHUNGEL

Als Phytopharmaka gelten heute alle Fertigarzneimittel, die als wirksamen Bestandteil pflanzliche Zubereitungen enthalten. 67.000 solcher Präparate Waren vor 20 Jahren noch auf dem Markt - ein unübersehbarer Dschungel, der sich inzwischen auf rund 5.700 Mittel (plus etwa 20.000 Tees und Teemischungen) gelichtet hat. Für 4.000 von ihnen haben die Hersteller beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte in Berlin die Nachzulassung beantragt, über 700 weiteren wurde sie bereits erteilt. Die restlichen 1.000, für die der klinische Nachweis der Wirksamkeit nicht erbracht wurde, müssen bis zum Ende des Jahres 2004 vom Markt verschwinden. "Die Spreu", sagt Arzneimittelhersteller Popp, "hat sich vom Weizen getrennt."

Aus dem bunten Strauß der Waldund Wiesenmedizin hat sich eine Gruppe von 15 bis 20 Pflanzendrogen herauskristallisiert, die auch den härtesten Vergleichstest mit synthetischen Präparaten standhalten (siehe Tabelle links). Sie sind klinisch geprüft und bestätigt worden. Fast alle haben deutlich weniger Nebenwirkungen und Risiken, einige sind sogar wirksamer als chemische Monosubstanzen. Diese Phytopharmaka gelten deshalb inzwischen bei vielen Medizinern als Mittel erster Wahl.

## BIOTECHNISCH ERZEUGTE "NATURHEILMITTEL"

In Europa gibt es, bis auf England, kaum ein anderes Land mit einer vergleichbaren Tradition der Kräutermedizin wie in Deutschland. Die EUweite Zulassung verlangt strenge Standards und klinische Prüfungen, die nur die sogenannten "rationalen Phytopharmaka" bestehen können. Während hier also neue Hürden für die Kräutermedizin aufgebaut werden, lockern die USA ihre strengen Bestimmungen und öffnen ihren Markt. Den Weg dazu bereitet hat unter anderem das Johanniskraut, ein Anti-Depressivum, das als populärer Stimmungsaufheller vom Nachrichtenmagazin Time zum "Prozac der Natur" erklärt wurde. Der US-Markt für das pflanzliche Antidepressivum ist von acht Millionen auf rund 100 Millionen Dollar gewachsen.

Johanniskraut wird gegen leichte depressive Störungen eingesetzt, wie zum Beispiel eine jahreszeitlich bedingte Schwermut oder während der Hormonumstellung in den Wechseljahren. Es wirkt auf den Haushalt der Botenstoffe im Gehirn. Synthetische Vergleichspräparate führen bei 25 bis 50 Prozent der Patienten zu Nebenwirkungen, bei Johanniskraut klagen nur zwei Prozent über unerwünschte Symptome.

Bei der Bevölkerung ist die Vorliebe für pflanzliche Präparate ungebrochen: Nach einer Umfrage des demoskopischen Instituts Allensbach ziehen zwischen 60 und 65 Prozent der Bundesbürger sie anderen Arzneimitteln vor. Bei Frauen ist der Anteil mit 74 Prozent sogar noch höher. Für die

meisten Ärzte hat Kräutermedizin immer noch den Hautgout des Unwissenschaftlichen: Unter dem Druck des Sparzwangs der Gesundheitsreform gaben die Praktiker an, zuerst auf diesem Sektor ihre Verschreibungen reduzieren zu wollen.

Dabei verschmilzt die pflanzliche Arzneimittelkunde immer mehr mit der hochmodernen Biotechnologie: Ein neuartiges Patent sichert zum Beispiel die gentechnische Erzeugung eines Wirkstoffs der Mistel, der vermutlich bei der Krebstherapie eine wichtige Rolle spielt. Das könnte klinische Tests mit dieser Pflanze erleichtern. Die Kölner Firma Madaus geht noch einen Schritt weiter: In Zusammenarbeit mit der Darmstädter Forschungsgruppe B.R.A.I.N. hat sie jenes Gen in der Mistel isoliert, das Lektin produziert, einen wachstumshemmenden Stoff. Mistelextrakte wurden bisher mit wechselndem Erfolg in der Krebstherapie eingesetzt, ohne daß man ihren Wirkmechanismus genau erklären konnte. Madaus und Partner pflanzten das Mistel-Gen Bakterien ein. Mit deren Hilfe wollen sie nun standardisiertes Lektin erzeugen und die vielen Unwägbarkeiten bei der Verwendung natürlicher Mistelextrakte ausschließen.

Das zum Europäischen Patent angemeldete Verfahren überschreitet die klassische Definition von Phytopharmaka: Es handelt sich nicht mehr um natürliche Wirkstoffe, sondern um ein gentechnisch hergestelltes pflanzliches Protein, eine neuartige biologische Lebensform (new biological entity, NBE).

"Biotechnische Verfahren spielen in der Herstellung pflanzlicher Arzneimittel noch keine große Rolle", sagt Hans Lentzen, Forschungsleiter bei *Madaus*. "Aber sie werden sich auch hier durchsetzen."

## DIE AUTORIN

Petra Thorbrietz, geboren 1954, Dr. phil., ist Wissenschaftsjournalistin bei der Wochenzeitschrift DIE WOCHE in Hamburg und Autorin mehrerer Bücher und Fernsehfilme. Zu ihren Spezialgebieten zählen alternative Medizin und Pharmakologie.

# Sehnsucht nach neuen Heilern

# Wenn naturwissenschaftliche Medizin nicht mehr überzeugt

KULTUR & TECHNIK IM GESPRÄCH MIT PAUL U. UNSCHULD FOTOS: ANGELA JAKOB

Die Erfolge von wissenschaftlich begründeter Medizin und Heilmittelforschung sind unübersehbar - und dennoch haben "alternative" Heilmethoden und Pharmaka bei vielen Menschen einen Vertrauensbonus. So etwa die indische Heilmethode Ayurveda oder die chinesische Medizin, insbesondere die Akupunktur. Die Wissenschaftsjournalistin Petra Thorbrietz und Kultur & Technik-Redakteur Dieter Beisel haben mit Professor Paul U. Unschuld, Sinologe und Medizinhistoriker in München, über die Gründe gesprochen.

ultur & Technik: Professor Unschuld, trotz aller Fortschritte der naturwissenschaftlich begründeten Medizin bringen ihr viele Menschen Mißtrauen entgegen. Sie wünschen sich eine ganzheitliche Medizin, die vorwiegend mit Naturheilverfahren therapiert. Die chinesische Medizin, mit deren Geschichte Sie sich seit langem befassen, hat hier einen hohen Vertrauensbonus.

Unschuld: Es wird häufig übersehen, daß die westliche Kultur zu keiner Zeit völlig homogen war, und das gilt auch für unsere Heilkultur. Das Lehrangebot der medizinischen Fakultäten vermittelt zwar seit langem den zutreffenden Eindruck, daß der naturwissenschaftliche Ansatz dominiert. Aber insgesamt gesehen war das therapeutische Angebot für die Patienten stets von einer Vielfalt heilkundlicher Ideen und therapeutischer Praktiken geprägt. Gerade in Deutschland haben sich neben der naturwissenschaftlich begründeten Heilkunde andere Richtungen gehalten: Homöo-

pathie, Anthroposophie, paracelsistisches Denken. Die Patienten haben ihr Vertrauen schon immer auf verschiedene Ansätze verteilt; die sogenannte Chinesische Medizin hat das Spektrum ergänzt.

K&T: Aber es ist doch so, daß nichteuropäische Heilmethoden seit einigen Jahren eine wachsende Anziehungskraft ausüben.

Unschuld: Das ist, von Schwankungen des Interesses abgesehen, durchaus kein neues Phänomen. Wenn Sie das Beispiel der chinesischen Medizin und der Akupunktur hernehmen, so sind erste Kenntnisse darüber bereits seit dem 16. Jahrhundert nach Europa gelangt. Im 18. und frühen 19. Jahrhundert war das Interesse an der Akupunktur so groß, daß damalige Arzte von einer Akupunkturmanie sprachen. Ab 1830/40 geriet die Methode wieder aus dem Blick, und für 100 Jahre war Funkstille. Nur in Frankreich, das seine Beziehungen zu Südostasien, zu Vietnam, hatte, blieb das Interesse bestehen.

K&T: Nach der mehr als 100jährigen "Funkstille" nun in den 1970er Jahren ein plötzlicher Boom. Die westliche Medizin muß mit erheblichen Defiziten behaftet sein, wenn sie mit einem Mal ein so starkes Unbehagen auslöste, daß die Suche nach Alternativen begann.

Unschuld: Hier kam offenbar Verschiedenes zusammen. Zunehmenden Teilen der Bevölkerung wurde die Vergiftung von Böden, Wasser und Luft, von Lebensmitteln und dem eigenen Körper durch Chemie beziehungsweise durch Umweltgifte bewußt. Unsere Medizin ist zu Recht stolz auf die Chemotherapie, aber für viele Menschen ist Chemie heute eher negativ besetzt. In meiner Jugend war Chemie etwas rein Positives, denn sie schien zur Lösung aller möglichen Probleme beizutragen. Daran zu glauben, fällt nach Seveso und Bhopal und vielen anderen Vorfällen einer wachsenden Zahl von Menschen schwer.

Dasselbe gilt für die Technik. Vor vier, fünf Jahrzehnten noch war Technik wohl für die allermeisten Bürger ebenfalls etwas rein Positives. Für viele Menschen sind seitdem jedoch zerstörerische, naturfremde Aspekte in den Vordergrund gerückt und diese Einschätzung wird auch auf die Medizin übertragen, die doch so viele ihrer Erfolge der Anwendung von Technologie in Diagnose und Therapie verdankt. Von diesem Wandel der Wahrnehmung profitiert unter anderem die chinesische Medizin als scheinbar naturnähere Heilweise.

K&T: Diese Rezeption der chinesischen Medizin wäre sozusagen ein mentaler Import von Medizin. Aber die Chinesen haben ja nicht nur mit Interpretationen, sie haben ganz konkret geheilt.

Unschuld: Die Akzeptanz einer neuen Richtung der Medizin hängt stets von der Überzeugungskraft der Theorien ab. Der klinisch-therapeutische Erfolg dient in der Geschichte der Medizin bei großen Paradigmenwechseln immer auch der Rechtfertigung dessen, was ideenmäßig schon längst akzeptiert worden ist. Das gilt für die Rezeption außereuropäischer Heilsysteme ebenso wie für den Wandel innerhalb der europäischen Medizin im Verlauf der vergangenen zweieinhalb Jahrtausende.





Im Gespräch über naturwissenschaftliche und alternative Heilmethoden: Professor Dr. Paul U. Unschuld (Mitte), Dr. Petra Thorbrietz (rechts), Dieter Beisel.

Das Rückgrat der traditionellen chinesischen Medizin in China selbst war interessanterweise nie die Akupunktur, sondern immer die Pharmazie. Seit zwei Jahrtausenden wurden in China Hunderte von Arzneibüchern mit Beschreibungen von Tausenden von Substanzen und der Erkrankungen, die diese heilen, verfaßt. Dieses Wissen, dem eine große Empirie zugrundeliegt, wird bei uns noch kaum rezipiert. Einige Kliniken, Arzte und Heilpraktiker wenden zwar bereits importierte chinesische Arzneidrogen an, aber hier ergeben sich zahlreiche Schwierigkeiten zum einen in der Ubernahme der traditionellen chinesischen Begründung und zum anderen in den Anforderungen, die wir, wie auch bei herkömmlichen Naturdrogen Europas, an die Toxikologie, Reinheit und Gehalte an Wirkstoffen stellen.

K&T: Unabhängig davon, ob die Gründe für eine Heilwirkung im einzelnen nachvollziehbar sind oder nicht, so liegt die eigentliche Überzeugungskraft doch in der Heilwirkung selbst. Die Akupunktur überzeugte aufgrund ihrer Erfolge bei der Anwendung, und es ist belanglos zu wissen, welche Mechanismen die Erfolge bewirken.

Unschuld: Von einigen Pharmakologen und Toxikologen wird heute die bemerkenswerte Auffassung vertreten, daß etwa 50 Prozent der Heilerfolge, die mit modernen Substanzen erzielt werden, auf anderen als wissenschaftlich erklärbaren Kausalwirkungen beruhen. Das heißt: 50 Prozent können wir erklären, die anderen 50 Prozent jedoch nicht. Es gibt Schätzungen, daß 70 bis 80 Prozent aller Erkrankungen nicht so sehr wegen der Therapie, sondern aus unbekannten Gründen während einer Therapie ausheilen. Wir wissen sehr häufig nicht, was denn nun heilt. Es macht schon einen signifikanten Unterschied aus, ob ein Dragée gelb, rot, blau oder weiß ist.

Vergleicht man die Erfolgszahlen der mit der naturwissenschaftlichen Medizin konkurrierenden Heilsysteme, so haben im Grunde alle die gleiche Zahl an Erfolgen. Alle Heiler – ob sie nun eine der vielen Varianten der Akupunktur, des Ayurveda oder die tibetische Medizin praktizieren - vermelden 40, 60, 80 oder sogar 90 Prozent Heilerfolge. Wodurch kommen diese Erfolge zustande? Wir wissen es nicht. Was wir aber aus der Medizingeschichte ersehen können, ist die große Bedeutung von Theorien, von Vorstellungen, die Menschen über

ihren Körper und die Verursachung körperlicher Krisen und über den besten Weg haben, mit diesen Krisen umzugehen.

K&T: Daß psychische und mentale Faktoren bei Heilungsprozessen eine große Rolle spielen, dürfte unbestritten sein. Ein ebenso einfacher wie häufiger Fall ist der Versuch des körpereigenen Immunsystems, einen Krankheitserreger unschädlich zu machen. Die Wirkmechanismen, wie das geschieht, sind wissenschaftlich untersucht und beschrieben. Aber ob der Immunhaushalt im konkreten Fall in der Lage ist, sich gegen den Eindringling zu wehren, läßt sich sehr häufig nicht mit wissenschaftlichen Methoden bestimmen. Es gibt offensichtlich einen unerklärten Raum an Möglichkeiten, die ganz real eintreten können, ohne daß dabei das Prinzip von Ursache und Wirkung erkennbar wäre.

Unschuld: Es ist tatsächlich in vieler Hinsicht ungeklärt, was die Wirkung der chinesischen Medizin mit ihren Rezepturen und Arzneimitteln ausmacht. Es gibt auch kein befriedigendes Zahlenmaterial, um sagen zu können, welche traditionellen Arzneimittel und Therapien der chinesischen Medizin bei funktionalen Erkrankungen wirksamer sind und welche bei erregerbedingten Erkrankungen. Was solche Therapien attraktiv macht, ist unter anderem die mentale Erwartungshaltung, die genährt wird durch die Propagierung der chinesischen Medizin als Naturheilkunde, als ganzheitliche Medizin - und damit als etwas, das viele in unserer Universitätsmedizin vermissen, obschon sich bei genauem Hinsehen erweist, daß die sogenannte Schulmedizin mit mindestens der gleichen Berechtigung ganzheitlich genannt werden könnte.

K&T: Der Wunsch nach Naturnähe und Ganzheitlichkeit entspringt dem Wunsch nach prä- oder postrationaler Geborgenheit beziehungsweise dem stark ausgeprägten Verlustgefühl, mit der Ganzheit jede einhüllende Geborgenheit verloren zu haben.

Unschuld: Im antiken China hat man geglaubt, daß das Qi - eine Art Atem oder Dampf - die Erde, das Universum und auch den menschlichen Körper durchzieht. Das wird nun im Westen als Energie interpretiert. Vor dem 20. Jahrhundert hat das in China nie-

mand so gesehen.

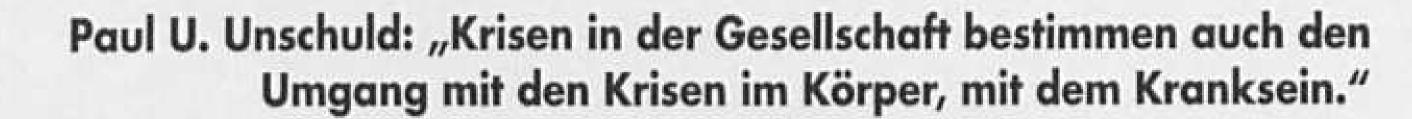
Was in der westlichen Uminterpretation des Qi als Energie zutage tritt, ist offenkundig: die Energiefrage. Sie ist mit existentiellen Angsten verbunden. Sie führt in unserer Gesellschaft zu den stärksten Auseinandersetzungen. Im Hinblick auf Energiekrisen werden internationale Kriege geführt. Die Verheißung eines ausgeglichenen Energieflusses trifft hier ins Schwarze. Denn damit ist ein Modell gegeben, Wie der existentiellen Angst begegnet und zumindest im privaten Bereich die bedrängende energetische Frage

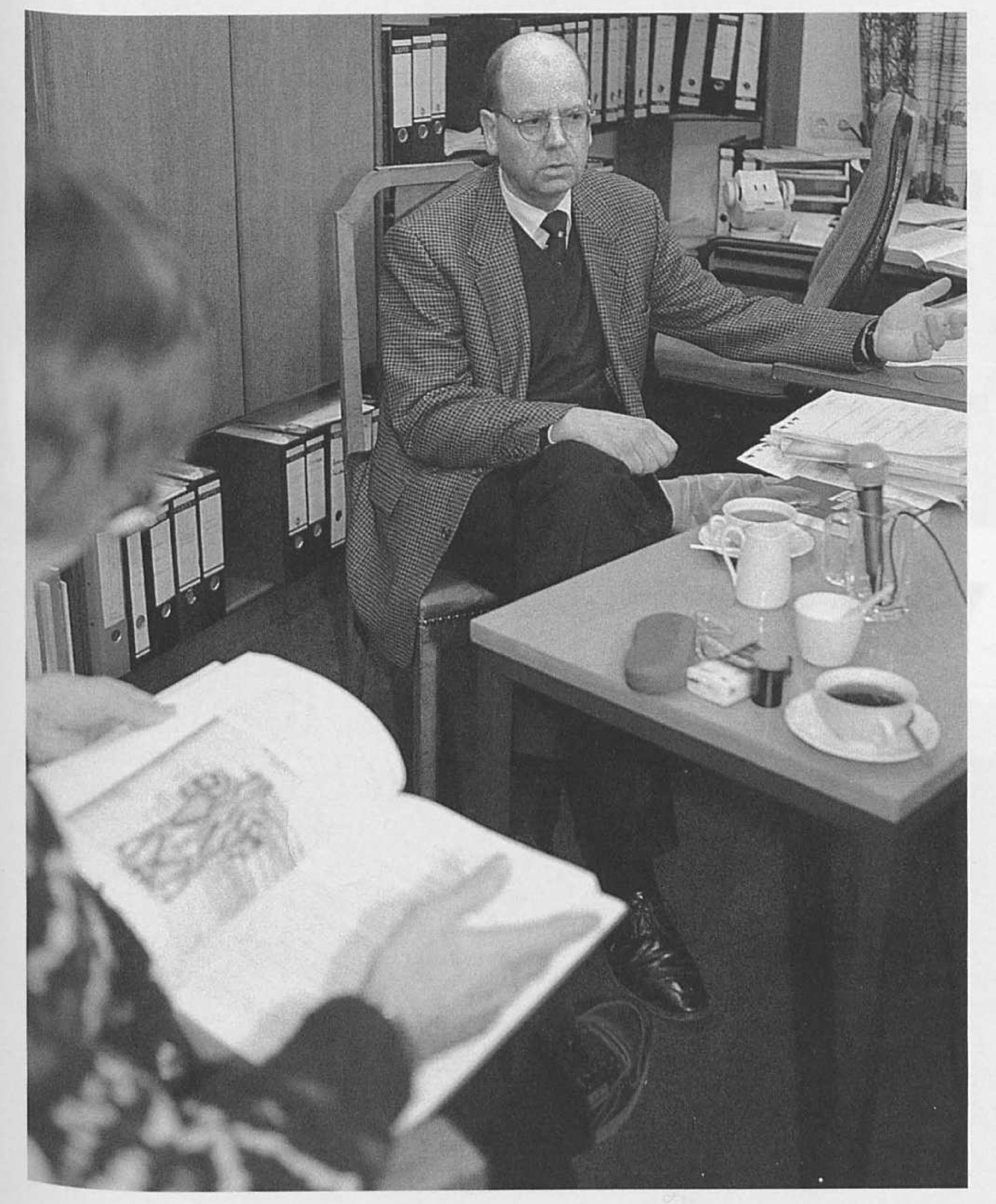
gelöst werden kann. Vor diesem Hintergrund ist es dann plausibel, sich sein Büro, das private Haus oder den Garten so zu gestalten, daß das "energetische Qi" überall frei fließt und keine Stauung auftritt.

K&T: Energie- und Wassermangel werden ziemlich sicher die bestimmenden Ursachen künftiger Verteilungskämpfe und Krisen sein. Aber wie könnte etwa der Golfkrieg bestimmenden Einfluß auf unser Verständnis von Medizin ausüben?

Unschuld: Es ist immer wieder zu beobachten, daß die Grundvorstellungen, was eine Krise in der Gesellschaft

bewirkt und wie sie zu therapieren ist,





auch auf den Umgang mit der Krise im Körper, mit der Krise im Organismus, das heißt auf das Kranksein, übertragen werden. Das ist nichts Neues, es durchzieht die gesamte Medizingeschichte. Die Energiekrise ist nur das jüngste Beispiel. Wir haben Angste, und medizinische Konzepte sind nur dann plausibel und wirksam, wenn sie mit den übergeordneten Konzepten übereinstimmen.

K&T: Nun sind abendländische Naturwissenschaft und Technik und damit auch die naturwissenschaftliche Medizin doch eher Ausdruck einer unvergleichlichen Erfolgsstory. Sie wurde möglich durch rationales Denken, das heißt durch das Modell eines widerspruchsfrei gedachten Ursache-Wirkung-Gefüges. Wie erfolgreich das Modell ist, belegt unter anderem die Raumfahrt, in der kausale Wirkmechanismen für Jahre und Jahrzehnte im voraus auf Sekundenbruchteile stimmig genau berechnet werden. Im ureigensten persönlichen Bereich aber, der uns hautnah betrifft und der von Hoffnungen, Wünschen und Ängsten geprägt ist, scheint die gewohnte Verläßlichkeit eines kausalen Wirkungsgefüges außer Kraft gesetzt. Hier liegt vermutlich der Andockpunkt für andere Weltbilder und Theorien.

Unschuld: Unsere naturwissenschaftliche Medizin verdankt ihre Plausibilität und Einführung vor etwa 200 Jahren der Plausibilität des experimentell belegbaren Kausalitätsdenkens der Naturwissenschaften. 200 Jahre naturwissenschaftliche Forschung haben seitdem die Übertragung des in Chemie und Physik gültigen Kausalitätsprinzips aus unserer Umwelt auf unseren Körper im Nachhinein verifiziert und legitimiert. Es sind damit viele Erfolge erzielt worden. Abgesehen von dem Unvermögen auch der Universitätsmedizin, alles Kranksein heilen zu können, findet ein Teil der Bevölkerung in dieser Medizin keinen ausreichenden emotionalen Halt. Das darf nicht verwundern. In einer weltanschaulich heterogenen Gesellschaft kann man nicht erwarten, daß alle Menschen gleichermaßen in einer Situation existentieller Gefährdung der naturwissenschftlich begründeten Heilkunde vertrauen.

# You are Chemistry

## Pharmazie – Eine neue Ausstellung im Deutschen Museum

VON ELKE MÜLLER

Der Mensch ist viel Chemie! Dies - und um ein Medikament, das nicht anschaulich und verständlich auch gegen Krankheit genommen wird: die für Nicht-Naturwissenschaftler darzustellen, ist das Ziel einer neuen Life-Science-Ausstellung, die als erster neu gestalteter Abschnitt der großen Chemie-Abteilung ab dem 5. Mai 2000 im Deutschen Museum

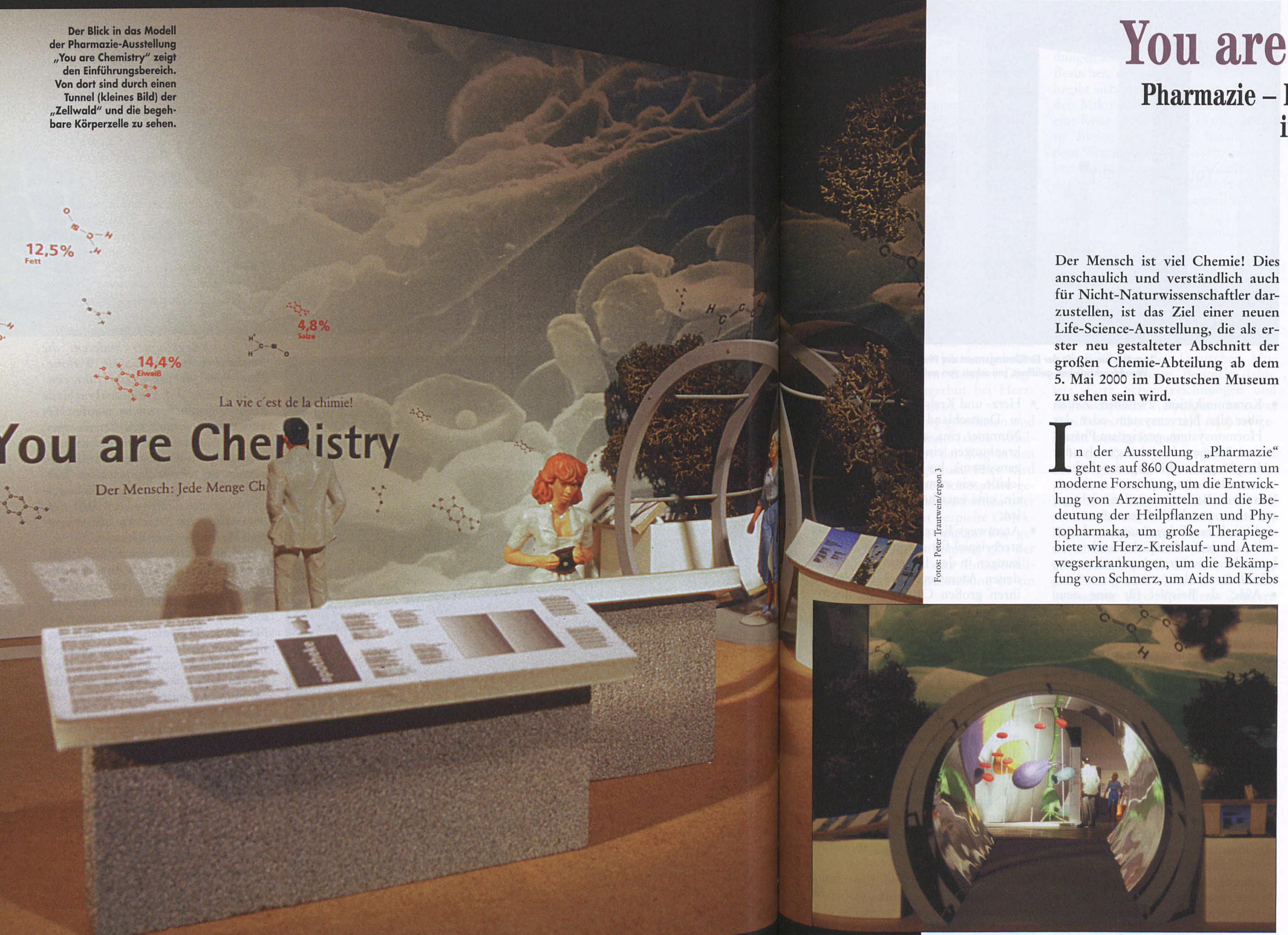
n der Ausstellung "Pharmazie" informationsorientiert erfüllen. Vielgeht es auf 860 Quadratmetern um mehr wollen sie ihre Besucher durch moderne Forschung, um die Entwick- die Auswahl aktueller Themen anlung von Arzneimitteln und die Be- sprechen und durch verständlich aufdeutung der Heilpflanzen und Phy- gearbeitete und auf moderne Weise topharmaka, um große Therapiege- präsentierte Informationen in die Labiete wie Herz-Kreislauf- und Atem- ge versetzen, sich Wissen spielerischwegserkrankungen, um die Bekämp-

Antibabypille.

Das Vertrauen der Menschen in Naturwissenschaft und Technik als kulturelle Werte ersten Ranges kritisch aufzubauen, verstehen Technikmuseen und Science Centres heute mehr denn je als eine ihrer wichtigsten Aufgaben. Diese Aufgabe können diese Institutionen aber nicht allein rückblickend und erst recht nicht nur unterhaltsam anzueignen und Urteilskraft zu gewinnen.

Dieser Anspruch wirft viele Fragen auf: Welche Themen sind geeignet? Wie kann man bei der rasanten Entwicklung in der Chemie, Biologie und Medizin Ergebnisse moderner Forschung "ausstellen", die schon in kürzester Zeit "historisch" überholt sein können? Womit gestaltet man eine Ausstellung, für die wegen ihrer großen Gegenwartsnähe nur wenige sehenswerte Exponate zur Verfügung stehen? Welche der modernen Medien sind am besten geeignet, komplexe Sachverhalte zu veranschaulichen?

Seit fast 100 Jahren hat das Deutsche Museum seine Besucher an komplexe naturwissenschaftliche und technische Themen durch anschauliche Präsentationen herangeführt. Auch seine Chemieausstellung war mit ihren zahlreichen Knopfdruckexperimenten wegweisend für die Darstel-



lung der Chemie in Museen. Um sie bis zum Jubiläumsjahr 2003 als weltgrößte ihrer Art auf einen modernen Stand zu bringen, müssen vor allem die Biowissenschaften integriert werden. Sie zeigen, daß komplexe chemische Vorgänge unser Leben bestimmen, daß Störungen dieser Prozesse zu Krankheiten führen und die chemischen Wirkstoffe von Arzneimitteln den Organismus wieder ins Gleichgewicht bringen können.

An diesem Punkt - das ist der Grundgedanke in der neuen Ausstellung - läßt sich die zentrale Botschaft "You are chemistry" eindrucksvoll verdeutlichen. Wie gut das gelingt, werden die Reaktionen der Besucher zeigen. Die Ausstellung "Pharmazie" stellt sich als Prozeß dar, der nicht mit

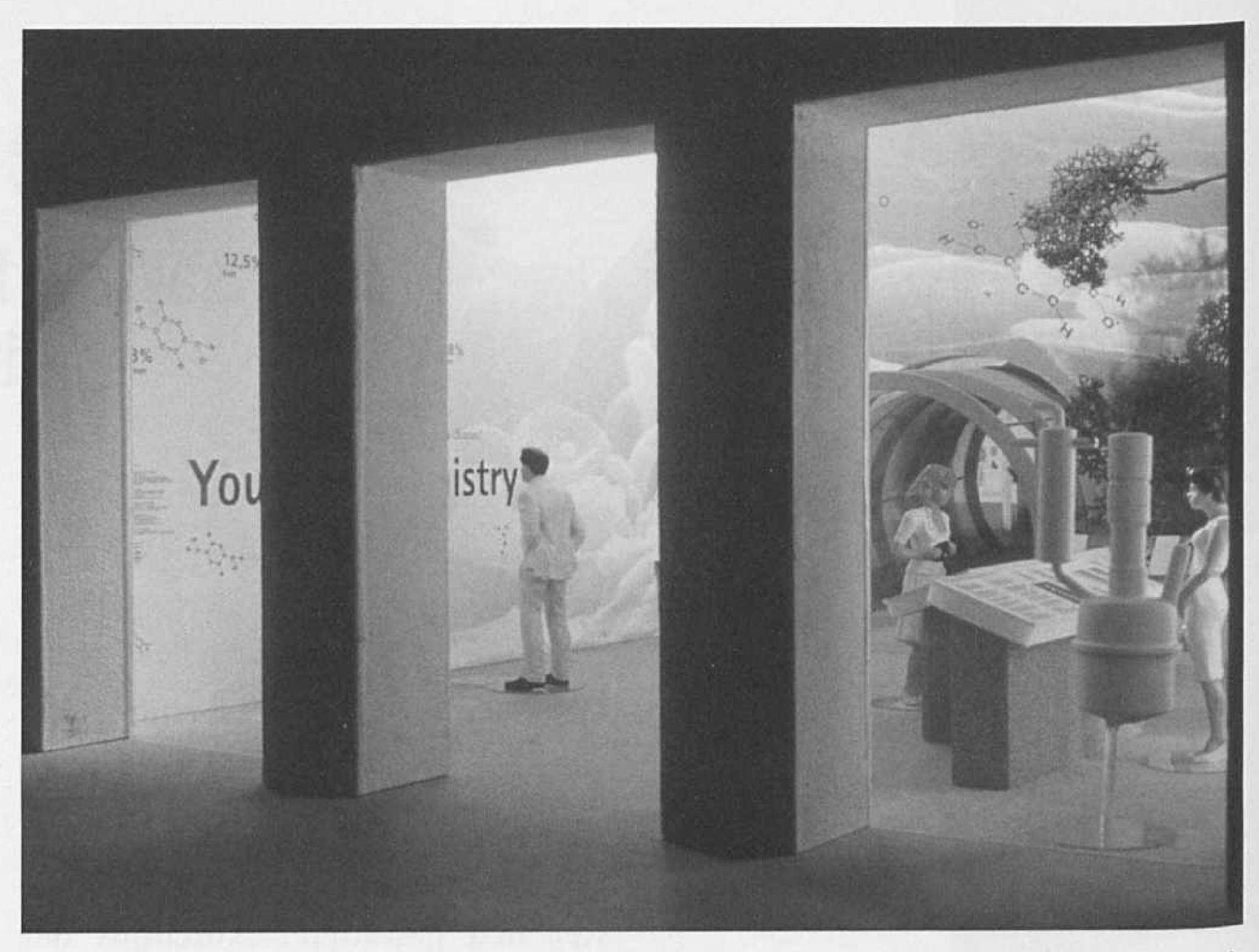
der Eröffnung endet.

Die Ausstellung kann inhaltlich einen enzyklopädischen Anspruch nicht und einen historisch-musealen Anspruch nur partiell erfüllen. Was letzteren betrifft, so ist nach einer allgemeinen Einführung in die Geschichte der Pharmazie in allen Bereichen der Ausstellung etwas über die historische Entwicklung des jeweiligen Themas zu erfahren. Und am Ende der Ausstellung ist mit dem Nachbau der St. Emmeramer Klosterapotheke ein Zugang zur Zeit um 1800 gegeben. Diese alte Apotheke, die bisher nur bedingt zugänglich war, ist ein fester Bestandteil der Pharmazie-Ausstellung geworden. (Siehe dazu den Bericht ab Seite 26.)

## AUF DER REISE IN DEN MIKROKOSMOS

Doch im Mittelpunkt der Ausstellung steht heutige Erkenntnis. Der Mensch besteht aus Zellen, die durch Kommunikationssysteme verbunden und in der Regel auf bestimmte Funktionen spezialisiert sind. Deshalb werden im Zentrum der Ausstellung einige Grundlagen der Molekularbiologie der Zelle vermittelt, nämlich:

• Aufbau und Funktion der Zellen als membranumschlossene, in viele Kompartimente aufgeteilte und mit einer wäßrigen Lösung von Chemikalien angereicherte zentrale kleinste Einheiten mit großem Synthesepotential;



Zum Flur hin wurde der Einführungsraum der Pharmazie-Ausstellung mit Wanddurchbrüchen geöffnet, um schon von außen Neugier zu wecken.

 Kommunikation zwischen Zellen über das Nervensystem oder das Hormonsystem, gezeigt am Phänomen Schmerz beziehungsweise der Empfängnisverhütung durch hormonelle Kontrazeption.

Von dieser Basis aus werden wichtige, auf Störungen des Zellgeschehens zurückführbare Erkrankungen dargestellt, an deren Beispiel jeweils auch besondere weitere Aspekte veranschaulicht werden:

· Aids, als Beispiel für eine neue tödliche, auf die Zerstörung des menschlichen Immunsystems hinauslaufende Infektionskrankheit, die eine Gesellschaft, in der Infektionskrankheiten weitgehend als besiegt galten, unvermittelt und mit gravierenden Folgen getroffen hat;

Krebs, eine infolge höherer mittlerer Lebenserwartung immer häufiger auch als Todesursache auftretende vielschichtige Erkrankung, die auf gestörte Zellregulation und Zellkommunikation zurückzuführen ist;

• Tuberkulose, als eine bakterielle Infektionskrankheit, die mit der Entwicklung der Sulfonamide und Antibiotika schon als besiegt galt, der aber dennoch heute weltweit jährlich mehr als drei Millionen Menschen zum Opfer fallen;

- Herz- und Kreislauf-Erkrankungen, in Deutschland die Todesursache Nummer eins, als Beispiel für Erkrankungen eines komplexen Organsystems, bei denen kleine Moleküle, wie zum Beispiel Cholesterin, eine entscheidende Rolle spie-
- Atemwegs-Erkrankungen, als Musterbeispiel für chronische Erkrankungen in den Industrieländern, in denen Atemwege und Lunge mit ihren großen Oberflächen negativen Umwelteinflüssen in besonderem Maße ausgesetzt sind.

Vor dem Hintergrund von Krankheiten spielt die Entwicklung von Arzneimitteln eine wichtige Rolle. In der Ausstellung wird sie mit zwei Schwerpunkten gesondert berücksichtigt:

- Phytopharmaka, das sind Arzneimittel pflanzlichen Ursprungs, aut deren vorbeugende und heilende Wirkung der Mensch heute wie früher vertraut (siehe dazu den Beitrag ab Seite 36). Der Erforschung von Pflanzeninhaltsstoffen ist darüber hinaus auch das Auffinden vieler neuer Leitstrukturen für Wirkstoffe zu verdanken.
- Die Erforschung und Erprobung synthetischer Wirkstoffe, wobei die vielfältigen damit verbundenen Methoden, Probleme, Kosten und Ri-

siken, aber auch die Chancen vor Augen geführt werden.

Schon von außen gewähren Wanddurchbrüche Blicke in den Einführungsraum der Ausstellung (siehe Abbildungen Seite 48). Neben der allgemeinen und historischen Einführung 1st hier das Thema "Heilpflanzen und Phytopharmaka" angesiedelt. In einem großen, attraktiven Pflanzbeet werden - bislang einmalig im Deutschen Museum – lebende Heilpflanzen wie Aloe, Ginkgo und Kampfer gezeigt. Die aus ihnen gewonnenen Phytopharmaka werden beschrieben, die große Bedeutung von Pflanzeninhaltsstoffen als Arzneimittel wird herausgestellt.

Heilpflanzen ziehen sich wie ein "grüner Faden" auch durch die übrige Ausstellung. In den einzelnen Bereichen wird jeweils eine prominente Pflanze mit ihrem wirksamen Inhaltsstoff vorgestellt (zum Beispiel Digitoxin aus dem Fingerhut bei Herz-

Kreislauf-Beschwerden).

Durch einen farbig gestalteten und hinterleuchteten Tunnel (siehe Abbildung Seite 47) führt der Weg in den großen Ausstellungsraum. Hier wird mit Licht eine dichte Atmosphäre geschaffen, in der selbstleuchtende oder mit bewegtem Licht bespielte Objekte eine große Rolle spielen. Die geheimnisvolle Lichtstimmung gibt der Ausstellung eine starke Emotionalität. Blickfang der Ausstellung ist ein



350.000fach vergrößertes, begehbares, etwa 40 Quadratmeter großes Modell einer Körperzelle (siehe Abbildungen auf den Seiten 50 und 51). Der Besucher, der sich auf sie zubewegt, begibt sich nicht nur auf eine Reise in den Mikrokosmos, sondern auch auf eine Reise in sich selbst, in seine kleinste biologische Einheit hinein. Auf dem Weg in die Zelle passiert er einen künstlerisch gestalteten "Zellwald", der verschiedene spezialisierte Zellen - Blutkörperchen, Drüsenzellen, Nervenzellen und andere - zeigt, aus denen sein vielzelliger Organismus besteht.

## WAS UNS KRANK MACHT – WAS UNS HEILT

Das Zellmodell und der Zellwald, eine Gemeinschaftsarbeit der Modellbauer und Bildhauer des Deutschen Museums, sind schöne Beispiele dafür, wie dürre Schemazeichnungen und mikroskopische Aufnahmen in etwas Greifbares übersetzt und erlebbar gemacht werden können.

In der Zelle wird verständlich, daß der Organismus von einem koordinierten Ablauf tausender chemischer Reaktionen lebt; sie finden in den verschiedenen Reaktionsräumen der Zelle statt, die durch Membranen getrennt sind. Die Zelle dient im übrigen nicht nur als Modell, sondern gleichzeitig auch als ein Medienraum besonderer Art: Vor dem Zellkern wird von Zeit zu Zeit eine Leinwand abgesenkt und eine Dia-Show über die Anwendung der Gentechnik in der Arzneimittelforschung gezeigt.

In unmittelbarem räumlichen Zusammenhang zu Zelle und Zellwald sind die Bereiche Aids, Tuberkulose und Krebs angesiedelt. Sie sind drei markante Beispiele dafür, daß Krankheiten mit der Veränderung molekularer Vorgänge in den Zellen zu tun haben, die mit einer Schwächung oder gar Zerstörung des Immunsystems einhergehen. Die HIV-Infektion wird in ihren molekularen Grundlagen erläutert, ebenso die moderne antivirale Kombinationstherapie, durch die Aids heute zwar nicht heilbar, aber immerhin doch behandelbar geworden ist. Krankheitsverlauf, Infektionsrisiko sowie menschliche und gesellschaftliche

Aspekte von Aids werden vor Augen geführt.

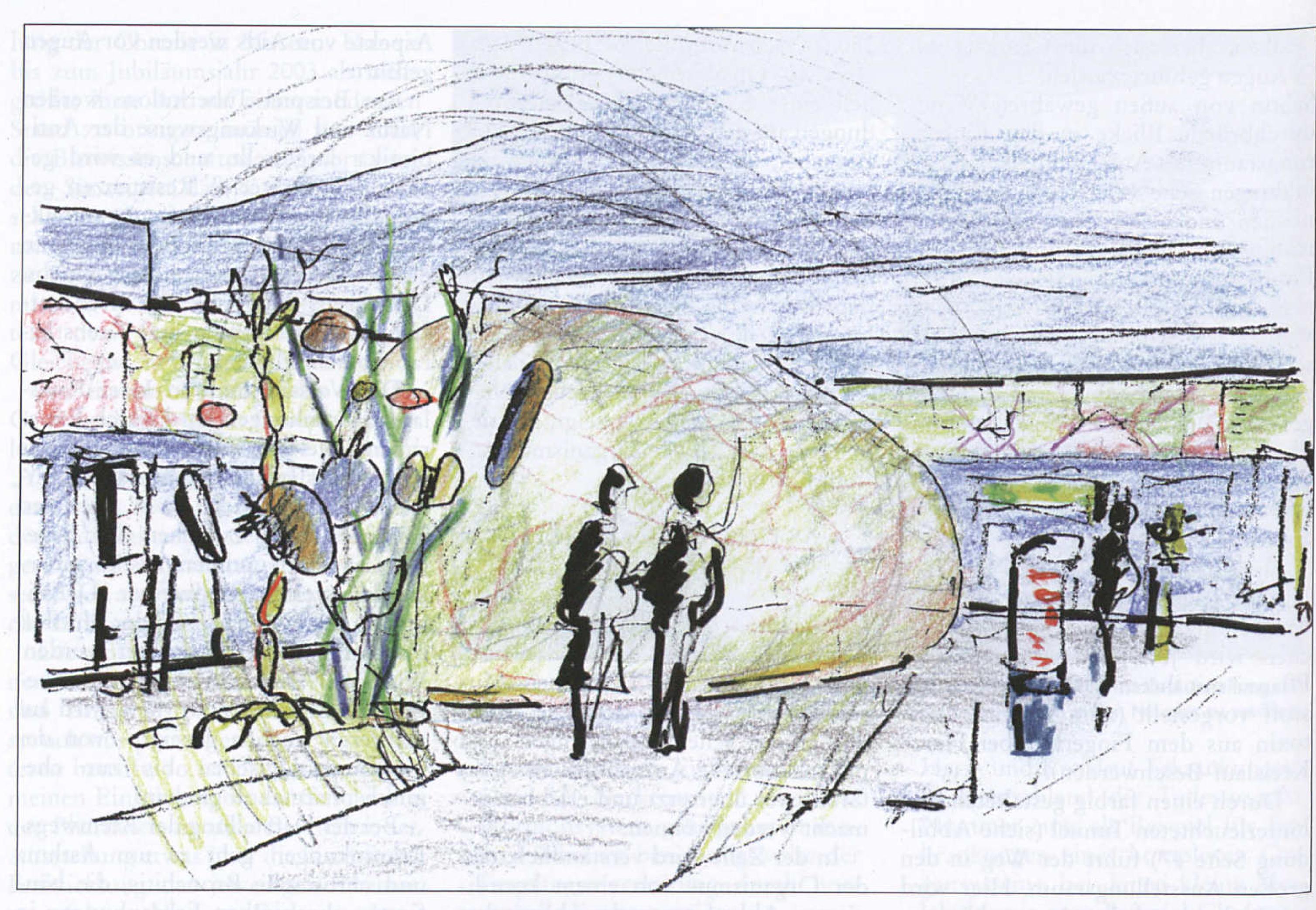
Am Beispiel Tuberkulose werden Natur und Wirkungsweise der Antibiotika dargestellt, und es wird gezeigt, wie Bakterien Resistenzen gegen diese "Wunderwaffen" entwikkeln. Im Bereich Krebs werden an den konkreten Beispielen Lungenkrebs, Darmkrebs und Leukämie Krebsentstehung, Ausbreitung und Krebsthe-

rapie beschrieben.

Das Verständnis von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird durch Experimente vertieft, die nicht nur das
Herz-Kreislauf-Geschehen verdeutlichen, sondern auch etwas über den
Zusammenhang zwischen dem eigenen Lebensstil und dem Risiko, zu erkranken, vermitteln. In einer 3D-Animation des Herzens kann der Blutfluß
im Herzinneren beobachtet werden.
Wie sich Arzneimittel bei der Therapie regulierend auswirken, wird auf
mehreren Ebenen gezeigt – von der
phänomenologischen bis zur chemisch-pharmakologischen.

Bei der Darstellung der Atemwegs-Erkrankungen geht es um Asthma und chronische Bronchitis, die häufigsten chronischen Erkrankungen in Industrieländern. Gerade unter Asthma haben sehr oft Kinder und Jugendliche zu leiden. Zu sehen ist, wie der Körper die großflächige Lunge und die Atemwege gegen äußere Einflüsse schützt und was geschieht, wenn sich die entwickelten Mechanismen in einer allergischen Reaktion unproduktiv gegen harmlose Reize richten, so daß dem Menschen buchstäblich die Luft wegbleibt. Obwohl die Krankheit nicht kausal therapierbar ist, läßt sie sich doch durch Arzneimittel beeinflussen und lindern. Eine spezielle Darreichung der Medikamente ist hier die Inhalation; das wird am 1:10-Modell eines hochmodernen Flüssigkeitszerstäubers demonstriert.

Schmerz hat etwas mit der Zellkommunikation über Nervenzellen zu tun. Schmerz, ein allgegenwärtiges, wenn auch nicht immer gravierendes Krankheitsphänomen und häufigster Anlaß für einen Arztbesuch, ist ein wichtiges Warnsignal für Störungen und Verletzungen des Organismus. Ein großes Modell zeigt, wie solche Signale über das stark vernetzte Ner-



Die begehbare Zelle in verschiedenen Stadien der Entwicklung: Eine erste Skizze zeigt die Zelle mit dem "Zellwald" davor (oben), vor dem Bau wurde ein Modell angefertigt (rechts), und schließlich wurde die Zelle in der neuen Ausstellung gebaut (rechte Seite).

vensystem schnell - elektrisch, aber letztlich doch auf chemischen Vorgängen basierend - weitergeleitet werden. Wenn Schmerzen ihre Warnfunktion verloren haben, müssen sie wirksam ausgeschaltet werden. Zentral wirksame und peripher wirkende Arzneimittel greifen dabei in die Reizleitungen ein. Neben Morphin und anderen Opioiden ist hier Acetylsalicylsäure, der Wirkstoff des berühmten Aspirins®, von besonderer Bedeutung.

Der Bereich Empfängnisverhütung gibt Einblicke in das Hormonsystem, auch dieses ein Zellkommunikationssystem. Eine audiovisuelle Installation projiziert die Geschlechtsorgane und die hormonalen Regelkreisläufe zwischen Gehirn und Keimdrüsen in die lebensgroße Figuren von Mann





dem normalen Zyklus die Wirkung der Antibabypille gezeigt. In diesem Bereich finden sich auch die originalen Proben der männlichen und weiblichen Sexualhormone, die der Nobelpreisträger Adolf Butenandt erstmals isoliert hat.

Im Bereich Arzneimittelentwicklung wird der Werdegang eines Medikaments von der Suche nach Wirkstoffen bis hin zum fertigen Produkt nachvollziehbar. Der Weg ist in fünf thematische Stationen aufgeteilt: Entscheidung und Konzeption, Forschung, vorklinische Entwicklung, klinische Entwicklung und Zulassung zusammen mindestens zwölf Jahre. Prinzipien der Wirkstoffindung durch computerunterstützte Verfahren lassen sich an einer Molekül-Design-Station und an einem Spielautomaten nachvollziehen.

Die Ausstellung wird, wie schon erwähnt, durch den Nachbau der St. Emmeramer Klosterapotheke abgeschlossen. Bislang war sie nur bei Führungen zu besichtigen, jetzt kann

und Frau. An der Frau wird neben der Besucher auf einer Plattform in sie hineingehen, da die wertvollen Objekte der Apotheke durch eine Glasscheibe geschützt sind. Die alte Apotheke, bisher nur Ansichtsobjekt, wurde durch ein Multimediasystem erschlossen. Mit diesem kann der Besucher durch die Apotheke wandern und die vielen Schubladen öffnen, in denen sich so geheimnisvolle Drogen wie "Franzosenholz" und "Schlangenwurz" verbergen. Die Geschichte der Apotheken und die Entwicklung des Apothekerberufs bis in unsere Zeit wird hier erfahrbar.

## WISSENSCHAFT WIRD VON MENSCHEN GEMACHT

Bei der Konzeption der Ausstellung war immer bewußt: Eine moderne Ausstellung über forschungsintensive Themen kann nach ihrer Eröffnung nicht über viele Jahre hinweg unverändert bleiben. In Zusammenarbeit mit Hochschulen, anderen Forschungseinrichtungen und der Industrie ist daher eine ständige Aktualisierung in

kürzeren Abständen geplant. Darüber hinaus ist "Neues aus der Forschung" ein Bestandteil der Ausstellung, in dem für die einzelnen Themenbereiche jeweils aktuelle Entwicklungen vorgestellt werden. Vorträge und kleinere, temporäre Ausstellungen über spezielle Themen kommen ergänzend hinzu.

Wissenschaft wird von Menschen gemacht. Immer wieder sind es Forscher-Persönlichkeiten, die beim Gang durch die Ausstellung die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Wer weiß vielleicht werden einige der jungen Ausstellungsbesucher von heute die gesuchten Forscher-Persönlichkeiten von morgen sein ...

#### DIE AUTORIN

Elke Müller, geboren 1963, Dr. rer. nat., ist Chemikerin und seit 1993 am Deutschen Museum München im Bereich Ausstellungen tätig. Seit Mitte 1998 leitet sie das Projekt "Pharmazie-Ausstellung".

# Fast free climbing

## Der letzte Kick im Freizeitsport

VON ERNST H. BERNINGER

diviner Landschaftsgestaltung. Niemand wollte die heute völlig überlaufenen Gipfel des europäischen Zentralgebirges freiwillig ersteigen. Bis dann ein kluger Kopf den Mangel durch die Erfindung einer motorisierten Steighilfe behob ...

frühe bergsteigerische Unternehmen: mitgetragen werden muß [12]. behandelt worden.

Dr. Max Fabiani beschäftigte sich

Noch bis Anfang des 18. Jahrhun- gen durch Erleichterung angenehmer derts galten die Alpen als Irrläufer machen?" Am 10. August 1911 beantragte er ein Patent für seine Vorrichtung zur Erleichterung des Bergsteigens mit dem Zweck, "eine Vorrichtung zu schaffen, welche die beim Strecken des im Kniegelenk gebogenen und mit dem Körpergewicht belasteten Beines durch die Streckmuskeln zu leistende Arbeit teilweise übernimmt".

Dr. Fabiani schlägt zwei Varianten ls am 26. April im Jahre 1336 für seine Erfindung vor. Im ersten Fall der italienische Dichter Fran- muß der Bergsteiger einen Benzinmocesco Petrarca (1304-1374) den 1912 tor mit Kraftstofftank auf dem Meter hohen Mont Ventoux in den Rücken tragen, der den Antrieb für provençalischen Kalkalpen bestiegen den kräftesparenden Mechanismus hatte, berichtete er seinem Freund, besorgt; im zweiten Fall schafft das dem Augustiner-Mönch Francesco ein Vorrat von Pressluft, der in einer Dionigi in einem Brief über dieses druckstabilen Stahlflasche ebenfalls

"Wir lassen all das zurück, was irgend In der Patentschrift vom 31. Mai ner Kupplung; eine flexible Welle [13] an Kleidungsstücken oder sonstiger 1912 beschreibt der Erfinder an Hand dient der Kraftübertragung vom Mo-Ausrüstung hinderlich sein könnte, von Zeichnungen den von ihm kom- tor zu den Lenkern. Beim Pressluftund kletterten munter los. Aber, wie pliziert ausgedachten Mechanismus antrieb steuert ein pneumatischer Zyes meist geschieht, folgt dem unge- im einzelnen. Kernstück ist für jedes linder mit Kolben und Ventilen die heuren Unterfangen geschwind die Bein eine in sich verschiebbare Schie- Lenker. Einschränkend vermerkt Dr. Ermattung." So erfahren wir aus dem ne – er nennt sie "Lenker" –, die sich Fabiani: "Es ist selbstverständlich, daß ersten Dokument einer alpinistischen verkürzen und verlängern kann, je zur Benutzung der Vorrichtung eine Unternehmung, daß das Bergsteigen nachdem ob das Bein gebogen oder gewisse Übung gehört." So muß der große Kraft und Ausdauer erfordert. gestreckt ist [1 und 2]. Zur Befesti- Bergsteiger in dem Moment, wo das Dieses Problem ist jedem einsichtig gung der beiden Lenker muß der aufund wohl deshalb in den folgenden wärts strebende Alpinist einen Gürtel 575 Jahren nicht nachhaltig oder er- mit Schenkelbändern [3, 4 und 5] anfolgreich mit dem Ziel einer Lösung legen und seine Bergstiefel zusätzlich ausrüsten [6].

dann aber zu Beginn des 20. Jahrhun- gerung oder Verkürzung) besorgt, Bergsteigen eingesetzt worden ist, 💈 derts ernsthaft mit der Frage: "Wie wenn der Antrieb durch den Motor konnte mit letzter Sicherheit nicht gekann man das beschwerliche Bergstei- erfolgt, ein kleines Zahnrad [7] mit ei- klärt werden. Es mag auch heute nicht

Auseinanderschieben der Lenkerabschnitte beginnt, sich mit dem tiefer stehenden Fuß vom Boden abstoßen, so daß der Lenker im Sinne des Pfeiles [23] geschwenkt wird.

Die Steuerung der Lenker (Verlän- Ob diese Erfindung jemals beim

von allzu großer Bedeutung sein. Die Alpinisten versuchen seit einer ganzen Reihe von Jahren, selbst die schwierigsten Touren by fair means oder im den Bergsteiger Petrarca damals im free climbing, das heißt ohne techni- späten Mittelalter nicht bewegen mußsche Hilfsmittel, zu bewältigen. Tech- ten. Nach dem mühsamen Aufstieg nik ist nach diesem weit verbreiteten ohne Steighilfe - genießt er den erhe- hin mein Geist sich so sehr gezogen Selbstverständnis im Alpinismus nur benden Rundblick. Er berichtet dem fühlt. Die Alpen selber - eisstarrend zur Bergrettung und zur Sicherung befreundeten Pater: "Ein Gipfel ist da, und schneebedeckt -, über die einst erlaubt. Als unsportlich gilt danach der höchste von allen ... Dort ließen der wilde Feind des Römernamens die Verwendung technischer Steighil- wir uns ermüdet endlich zur Ruhe [Hannibal] hinüberzog, der, wenn wir ten, also auch des Kaiserlichen Patents nieder. Zuerst stand ich, durch einen dem Gerücht Glauben schenken wol-Nummer 247482 von Dr. Max Fabiani ungewohnten Hauch der Luft und len, die Felsen mit Essig sprengte - sie aus Wien; gar nicht zu reden, von den durch einen ganz freien Rundblick erschienen mir greifbar nahe, obwohl Abgasen und dem Geknatter des Ben- bewegt, einem Betäubten gleich. Ich sie durch einen weiten Zwischenraum

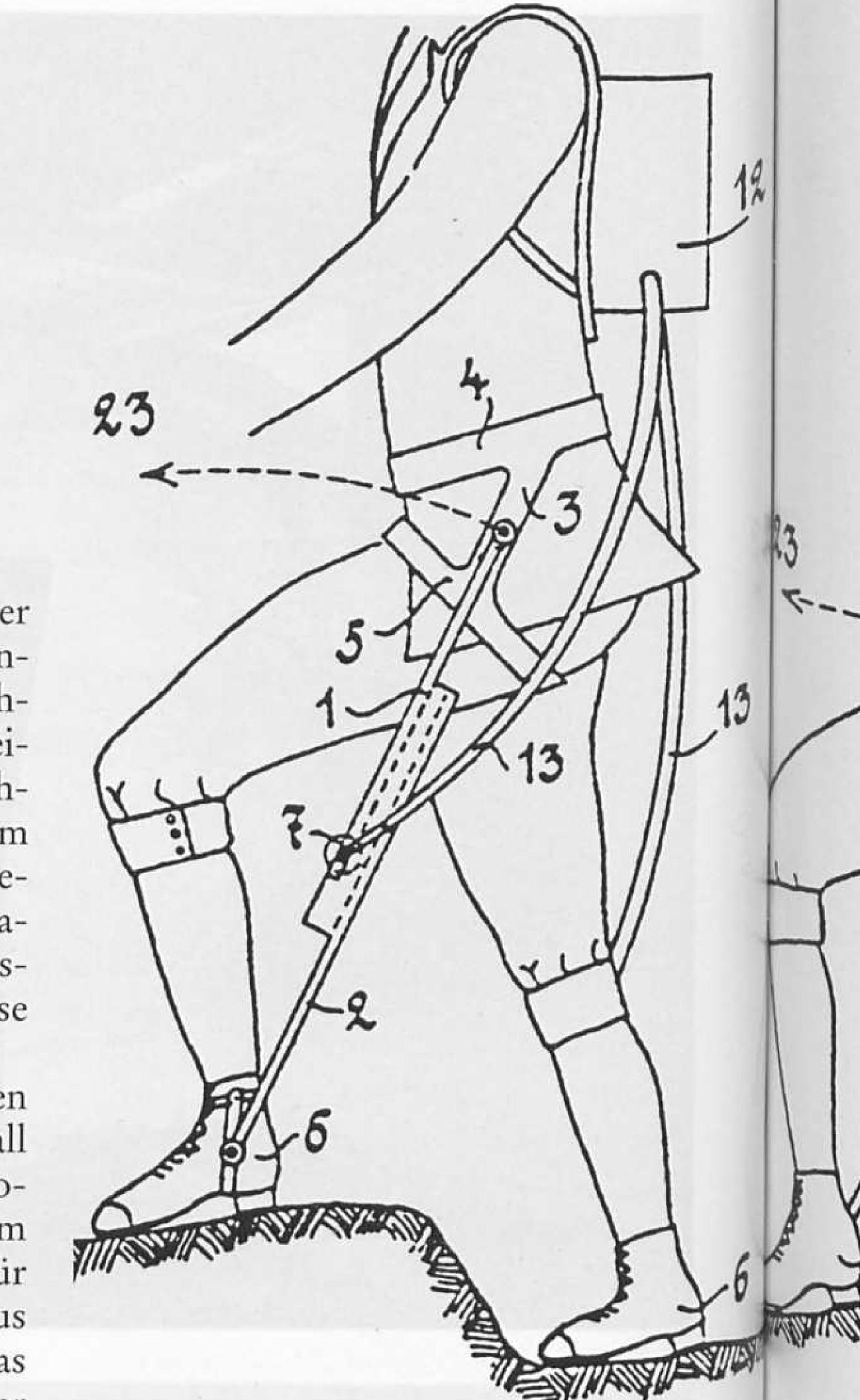
Fig. 2.

zinmotors. - Das sind nun Fragen, die schaute zurück nach unten: Wolken getrennt sind ..." lagerten zu meinen Füßen ... Ich rich- Dann ändert sich die Richtung seitete nunmehr meine Augen nach der nes Blickes, das Außen schwindet,

Fig. 1.

Fig. 2.

Seite, wo Italien liegt, nach dort, wo- und es hebt der insistierende Versuch an, Wahrheit in sich selbst zu erfahren; ein Gipfelerlebnis, das wohl so mancher Bergsteiger erlebt hat.



im Jahr 1912 seine Patentschrift 247482 mit einer motorisierten Steighilfe einzureichen und so zum Wohltäter fußlahmer Alpinisten zu werden.

Die Mühsal des Bergsteigens hat den Erfinder Dr. Max Fabiani bewogen,

Der Kernschatten über München: Blick vom Dach des Deutschen Patentamtes Richtung Süden. Im Vor-dergrund das Deutsche Museum mit der künstlichen Innenbeleuchtung, dahinter die Gebirgskette der Alpen im Sonnenlicht außerhalb der Kernschattenzone, darüber am fast nachtschwarzen Himmel die verfinsterte Sonne. in the second 

# Im Schatten des Mondes

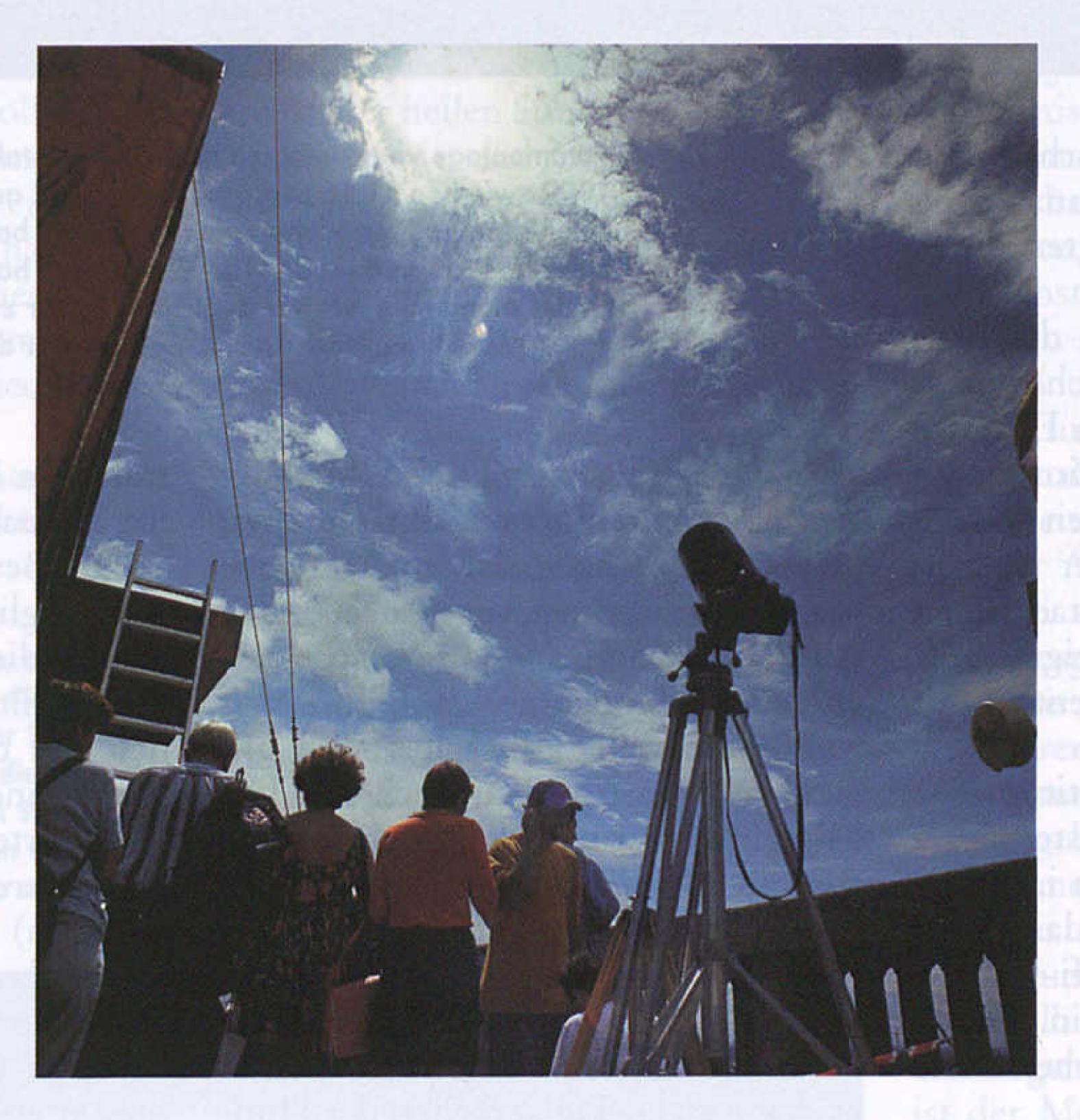
# Nachlese zur Totalen Sonnenfinsternis am 11. August 1999

VON GERHARD HARTL / FOTOS: DEUTSCHES MUSEUM

Für den Münchner Raum war die Totale Sonnenfinsternis am 11. August 1999 ein "Jahrhundertereignis": Die letzte war 1706 zu sehen, die nächste wird erst wieder im Jahr 2151 zu sehen sein. Das Deutsche Museum war auf das Ereignis und die vielen tausend Besucher, die es von der Museumsinsel und der Flugwerft Schleißheim aus verfolgen wollten, gut vorbereitet. Hier eine kleine Nachlese zu dem, was am 11. August im und rund um das Deutsche Museum geschah.

ittlerweile hat man sich schon daran gewöhnt, beim Anblick des Datums eine Zwei mit drei Nullen zu sehen – das Jahr 2000 1st schon Alltag geworden. Die neuen Ziffern wurden wie ein Jahrhundertereignis begrüßt und gefeiert. Es nützte auch nichts, daß Astronomen und Chronologen immer wieder daraut hingewiesen haben, daß das neue Jahrtausend erst am 1. Januar 2001 um 0:00 Uhr beginnt. Der Reiz des Jahrhundert- und Jahrtausendwechsels geht nicht von der richtigen mathematischen Zählweise aus, sondern ganz subjektiv von den neuen Ziffern in der Schreibweise.

Uber all dem Millenniumstrubel ist mittlerweile ein Ereignis fast in Vergessenheit geraten, das wesentlich mehr



Die Kameras sind in Stellung gebracht. Mit Spannung wird das Eintreffen des Kernschattens in München erwartet.

Erinnern verdient hätte als die bloße Zahlenspielerei der Jahreszählung – nämlich die Totale Sonnenfinsternis am 11. August 1999. Nachdem nun alle Zahlen, Bilder und Auswertungsdaten vorliegen, soll dieses Ereignis in einer Nachlese wieder ins Gedächtnis zurückgerufen werden.

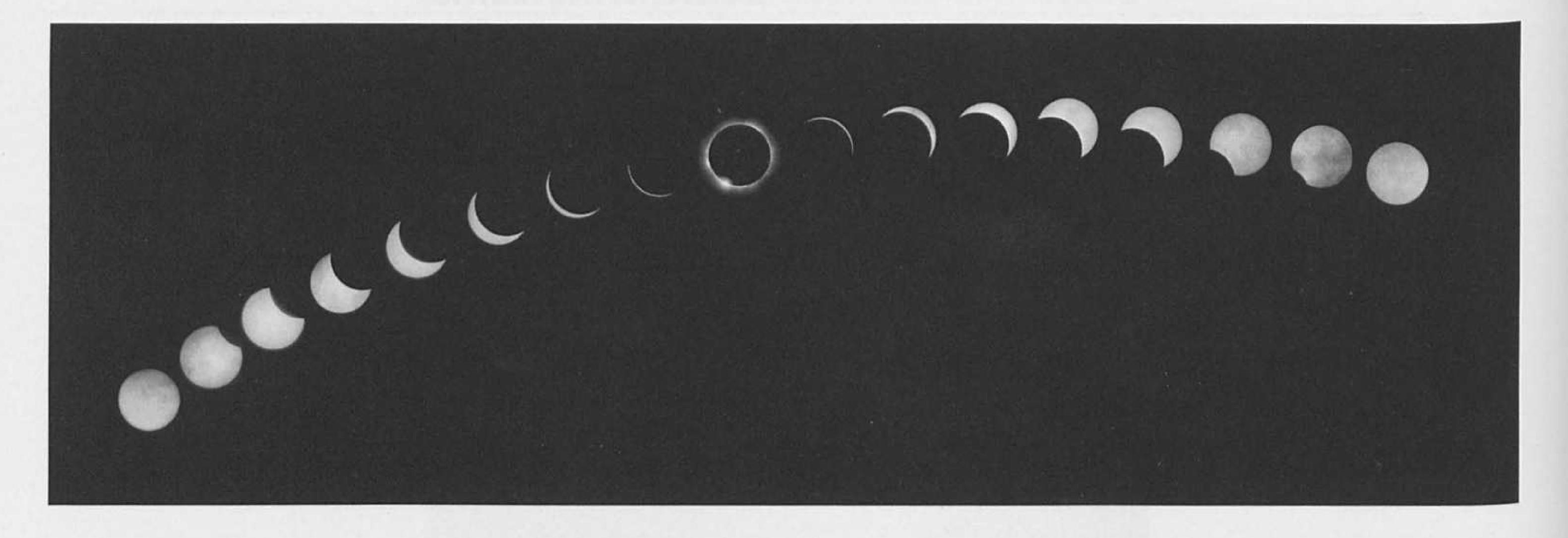
"Wieso machen Sie wegen der Sonnenfinsternis einen so großen Aufwand? Die findet doch sowieso statt!" Dies war im Vorfeld der Totalen Sonnenfinsternis vom 11. August 1999 eine häufig an die Planer der Sofi-Aktivitäten im Museum gerichtete Frage. Die Antwort darauf fiel zweigeteilt aus.

Die naheliegende Aufgabe bestand darin, im Deutschen Museum ein umfangreiches Programm zur visuellen Beobachtung der Finsternis zu bieten. Das konnte aber nicht Hauptinhalt sein, da unbedingte Voraussetzung dafür ein wolkenfreier Himmel war. Und dieser war beileibe nicht gewiß, wie etwa die Besucher des Münchener Olympiaparkes leidvoll erfahren mußten.

Das Deutsche Museum hatte sich vorgenommen, das Thema Sonnenfinsternis schon früh im Vorfeld des Ereignisses ins Bewußtsein zu bringen, die Berichterstattung darüber zu intensivieren und populär-

wissenschaftliche, doch fachlich fundierte Informationen zur Verfügung zu stellen. Zugleich sah sich das Deutsche Museum als Partner für und Mittler zwischen anderen Institutionen bei der Vorbereitung von Aktivitäten zur Sonnenfinsternis.

In Kenntnis der Erfahrungen, die Kollegen andernorts mit früheren Sonnenfinsternisereignissen gemacht hatten, war abzusehen, was am 11. August auf München zukommen würde. Trotzdem liefen hier die Vorbereitungen wesentlich später an als in der selbsternannten deutschen Sofi-Hauptstadt Stuttgart. Erst ab Mitte Juli, als das Thema in den Medien intensiver behandelt wurde, war bei vielen Institutionen, aber auch im öffentlichen Bewußtsein eine Wandlung zu bemerken. Kurioserweise hatten daran Fernsehsendungen und Serien in Boulevardblättern, die sich mit Un-



heils- und Katastrophenvorhersagen von Astrologen im Zusammenhang mit der Finsternis beschäftigten, einen erheblichen Anteil.

Die Vorbereitungen auf die Finsternis begannen im Deutschen Museum etwa ein Jahr vor dem Ereignis. In einer ersten Informationsphase für die Öffentlichkeit wurden ab Mai 1999 rund 18.000 Faltblätter verteilt, 1.400 Plakate im gesamten Stadtgebiet machten auf das seltene Ereignis aufmerksam. Mehrere Veröffentlichungen kamen hinzu.

Um auch bei anderen Institutionen Interesse für die Sonnenfinsternis zu wecken und die Aktivitäten in München zu koordinieren, lud das Deutsche Museum zu einem Sofi-Roundtable am 24. März 1999 ein. Daran nahmen 20 in München beheimatete Institutionen teil.

Die "heiße Sofi-Phase" begann im Mai mit der Produktion einer speziellen Planetariumsshow. Diese Veranstaltung mit dem Titel "Im Schatten des Mondes" behandelte die Geschichte von Sonnenfinsternissen, gab Tips für die Beobachtung und zeigte eine Simulation des Ereignisses vom 11. August.

Hier, wie auch bei anderen Gelegenheiten – zum Beispiel auf einer Pressekonferenz –, lag dem Deutschen Museums daran, vor den Gefahren einer unsachgemäßen Beobachtung der Sonne mit dem bloßen Auge zu warnen. Da war es nur folgerichtig, am 11. August an alle Besucher des Museums und der Flugwerft Schleißheim, aber auch an Passanten auf den Zugangsbrücken zur Museumsinsel (über 8.000) Sonnenfilterbrillen kostenlos zu verteilen. Die öffentlichen Warnungen, nicht zuletzt

Fotomontage vom zeitlichen Verlauf der Totalen Sonnenfinsternis am 11. August 1999 zwischen 11:16 und 14:01 Uhr MESZ am Himmel über München. Von links beginnend sind Einzelaufnahmen der Sonne bogenförmig so angeordnet, wie sich diese tatsächlich über den Himmel bewegt hat. In der ersten Bogenhälfte schiebt sich der Mond langsam vor die Sonne, in der zweiten gibt er sie wieder frei. Noch vor ihrem Höchststand (Mittag) war die Sonne total vom Mond verdeckt.

aber auch die engagierte Arbeit der Augenklinik München, dürften dazu beigetragen haben, daß in München keine wesentlichen Augenschäden bei der Beobachtung der Sonnenfinsternis aufgetreten sind.

Für die vielen, aus aller Welt angereisten Gäste, aber auch für die Münchner war natürlich das Wichtigste und Spannendste der Tag der Finsternis selbst. Die Wetter- und Sichtbarkeitsbedingungen waren nur sehr schwierig vorherzusehen. Am Tag vor der Finsternis, dem 10. August, hatte es den ganzen Tag geregnet, der Himmel war mit tiefliegenden Wolken verhangen. Dementsprechend pessimistisch waren auch die Wetterprognosen für den 11. August.

Große Erleichterung machte sich am Morgen des 11. August breit, als die Sonne durch die großen Lücken eines nur teilweise bedeckten Himmels schien. Gegen 9:30 Uhr kam in München zwar ein böiger Wind auf, und es begann auch einige Male kurz zu regnen, trotzdem war die Finsternis von der Museumsinsel und von der Flugwerft Schleißheim aus in den wesentlichen partiellen Phasen und während der Totalität sehr gut zu beobachten. Durch die am Himmel teilweise vorhandenen Quellwolken ergab sich eine eindrucksvolle plastischdreidimensionale Lichtsituation. Die gesamte Museumsinsel und die angrenzenden Isarbrücken waren um 12:37 Uhr, als der Kernschatten eintraf, von Begeisterungsrufen der vielen Beobachter erfüllt.

Die Besucher des Museums hatten die Möglichkeit, an einem der Teleskope, die an verschiedenen Plätzen aufgestellt waren, eindrucksvolle Bilder von der Finsternis zu genießen. Ein Sonnenteleskop im Treppenhaus projizierte das Sonnenbild (mit einem Durchmesser von etwa 90 Zentimetern) auf eine weiße Tischfläche. Ebenfalls zur Projektion des Sonnenbildes war der Zeiss-Refraktor in der Weststernwarte eingesetzt (Durchmesser etwa 40 Zentimeter).

Nur für Astronomie-Insider war die radioastronomische Messung mit dem 7,5 Meter großen Radioteleskop im Freigelände gedacht. Dabei wurde das Absinken der Radiostrahlung der Sonne (bei 1680 Megahertz) während der Abdeckung durch den Mond nachgewiesen und quantitativ bestimmt. Das Ergebnis ist aber kein spektakuläres Bild der Sonne im Lichte der Radiostrahlung, sondern eine Schreiberkurve, welche den zeitlichen Verlauf des Radiosignals der Sonne zeigt.

In der Flugwerft Schleißheim war ein Beobachtungscamp für Besucher eingerichtet worden, die ihre eigenen Teleskope, Photoapparate und Videokameras mitbringen und aufstellen wollten. Diese Möglichkeit nutzten 350 ausländische Amateurastronomen, die unter anderem aus den USA, Dänemark, der Schweiz und China angereist waren. Sie erhielten je einen ei-

genen Beobachtungsclaim mit Stromversorgung und freiem Blick Richtung Stadtsilhouette zugewiesen. Viele hatten schon ein Jahr vorher "gebucht".

Für die wissenschaftliche Dokumentation der Finsternis und die Übertragung der Life-Bilder ins Internet war die Beobachtergruppe Sternwarte des Deutschen Museums zuständig. Die dazu erforderliche Technik war in der Ostkuppel der Sternwarte aufgebaut.

Die Aufnahme eines Flash-Spektrums war der anspruchsvollste Teil des Beobachtungsprogramms. Es ist nur innerhalb von etwa zwei Sekunden vor dem zweiten und nach dem dritten Kontakt aufzunehmen, wenn die dünne Schicht der Chromosphäre gerade noch oder schon wieder über den Mondrand ragt.

Beim Flash-Spektrum handelt es sich um das Emissions-Spektrum der

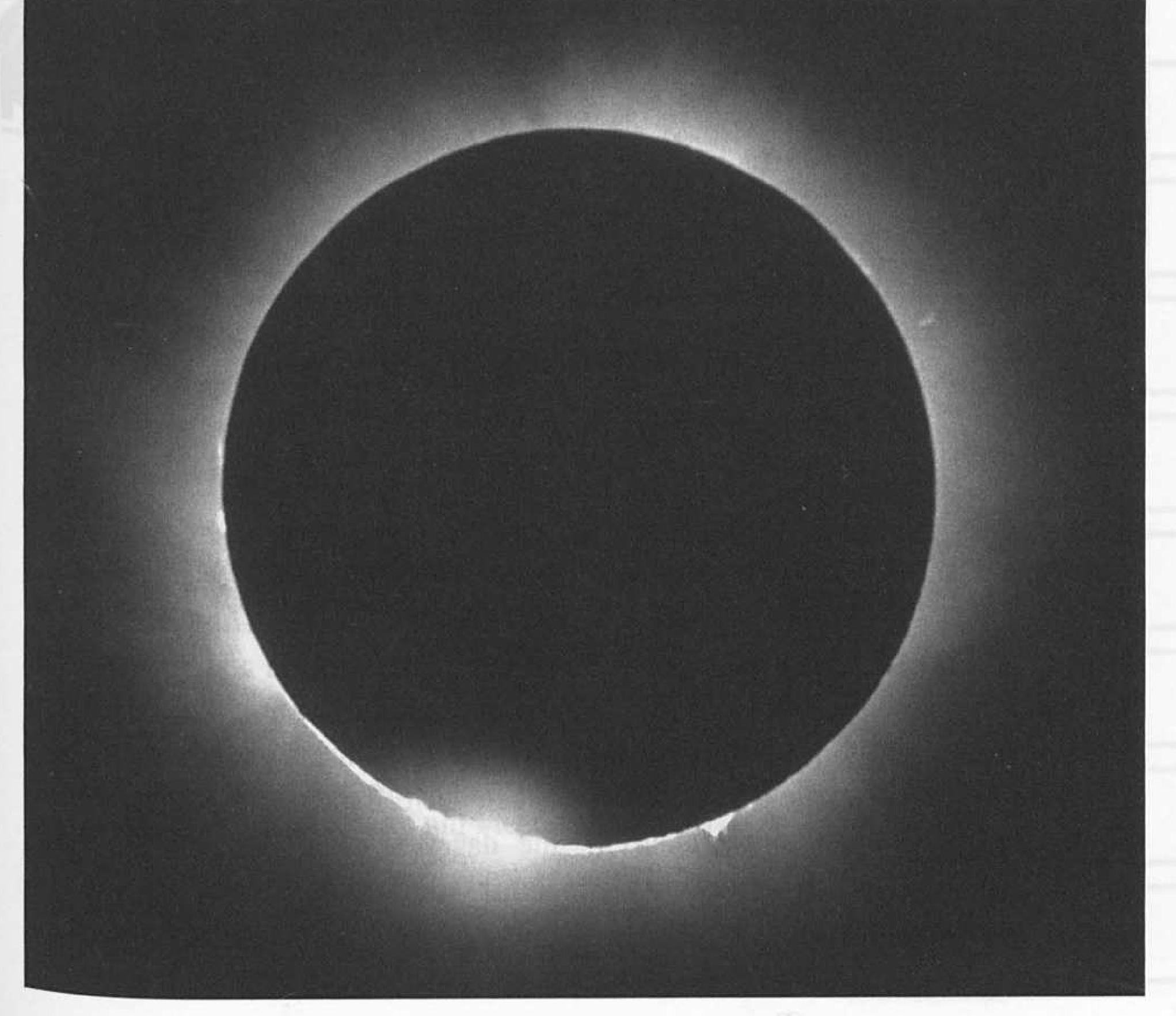
> Der Perlschnureffekt, aufgenommen kurz vor dem 2. Kontakt der Finsternis. Das Licht der Sonne fällt gerade noch durch die Täler des Mondes. Die einzelnen Strahlungsflecke erscheinen dann wie Perlen an einer Schnur aufgereiht.

Chromosphäre. 1870 gelang es Charles Augustus Young erstmals, ein solches Spektrum aufzunehmen. Weil die Linien nur wenige Augenblicke aufblitzen, nannte er sie "Flash-Spektrum". Die scharfe Sichel der Sonne über dem dunklen Mondrand wirkt wie ein Lichtspalt in einem Spektrographen. Das Licht dieser Sichel kommt nicht aus der hellen Sonnenscheibe, welche vom Mond verdeckt wird, sondern aus der sehr dünnen Schicht der Chromosphäre. Normalerweise wird es von der hellen Sonnenscheibe überstrahlt und ist dadurch nicht sichtbar. Mit Hilfe eines Prismas wird dieses Licht in seine Bestandteile zerlegt. Die Linien sind charakteristisch für die in der äußeren Gasschicht der Sonne vorhandenen chemischen Elemente.

Auf großes Interesse stieß das Internetangebot des Museums zur Sonnenfinsternis. Schon im Juli errangen diese Sofi-Seiten die Spitzenposition unter allen Seiten des Deutschen Museums. In dem Zeitintervall vom 7. bis 14. August waren deutlich sehr viel mehr virtuelle Besucher der Web-Seiten zu verzeichnen als im restlichen Monat – insgesamt 30.000 spezielle Sofi-Besucher, am 11. August selbst alleine 17.000. Auf dieser Seite waren vier Life-Kamerabilder angeboten, welche die Sonne und des Museumsumfeld während der Finsternis zeigten. Die Nachfrage war an diesem Tag so groß, daß zwischen 10:00 Uhr und 16:00 Uhr die zur Verfügung stehenden Datenserver total überlastet waren. Dies ist die größte Resonanz aller bis dahin vom Museum unternommenen Internetaktivitäten.

Zum Jahrhundertereignis wurde die Finsternis für viele aufgrund des Bewußtseins, etwas sehr Seltenes gesehen zu haben - die letzte Totale Sonnenfinsternis war in München 1706, die nächste wird hier erst wieder 2151 zu sehen sein. So manche sagten später, daß die totale Verfinsterung der Sonne für sie ein sehr tiefes und emotionales Erlebnis war. Neben der Schönheit der Erscheinungsformen und der Asthetik des Anblickes dürfte dabei vor allem die Tatsache eine Rolle gespielt haben, bei der Sonnenfinsternis ein kosmisches Schauspiel direkt verfolgen zu können, welches auch unmittelbar Einfluß auf die Alltagsumgebung hat.

Die meisten kosmischen Vorgänge sind nur sehr schwer zu beobachten oder dauern viel zu lange, laufen nicht innerhalb von Minuten oder Stunden ab. Gegenüber Licht und Temperatur ist der Mensch äußerst sensibel. Sein Wohlbefinden und letztlich sein Überleben hängt von ihren Einflüssen entscheidend ab. Während einer Totalen Sonnenfinsternis werden beide Einflüsse dramatisch erfahrbar. Binnen der zwei Minuten Verfinsterung wurde vielen bewußt, wie abhängig wir von unserem Tagesgestirn sind. Auch dadurch ist eine Totale Sonnenfinsternis so beeindruckend.



#### DIE AUTOREN

Gerhard Hartl, Leiter der Abteilung Astronomie des Deutschen Museums München, hatte die wissenschaftliche Leitung der Projekte zur Sonnenfinsternis. Die Aufnahmen machte das Fotografenteam des Deutsches Museums: Hans-Joachim Becker, Hubert Czech, Susanne Hochmuth und Reinhard Krause.



# ECHNODROM



Wer krank ist, kann im Bett bleiben und braucht keine Hausaufgaben zu machen ...

# GESUNDHEIT!

Eigentlich verrückt: Spätestens seit "Karies und Baktus" wißt Ihr, was mit Euren Zähnen passiert, wenn Ihr sie nicht putzt. Doch andererseits gibt es auch Bakterien, die gesund sind, beispielsweise im Joghurt! Manches, was Bakterien und andere Krankheitsauslöser angeht, wurde durch Zufall entdeckt, manches wissenschaftlich erprobt, manches beruht auf jahrtausendalter Erfahrung und manches ist noch gar nicht erforscht ...

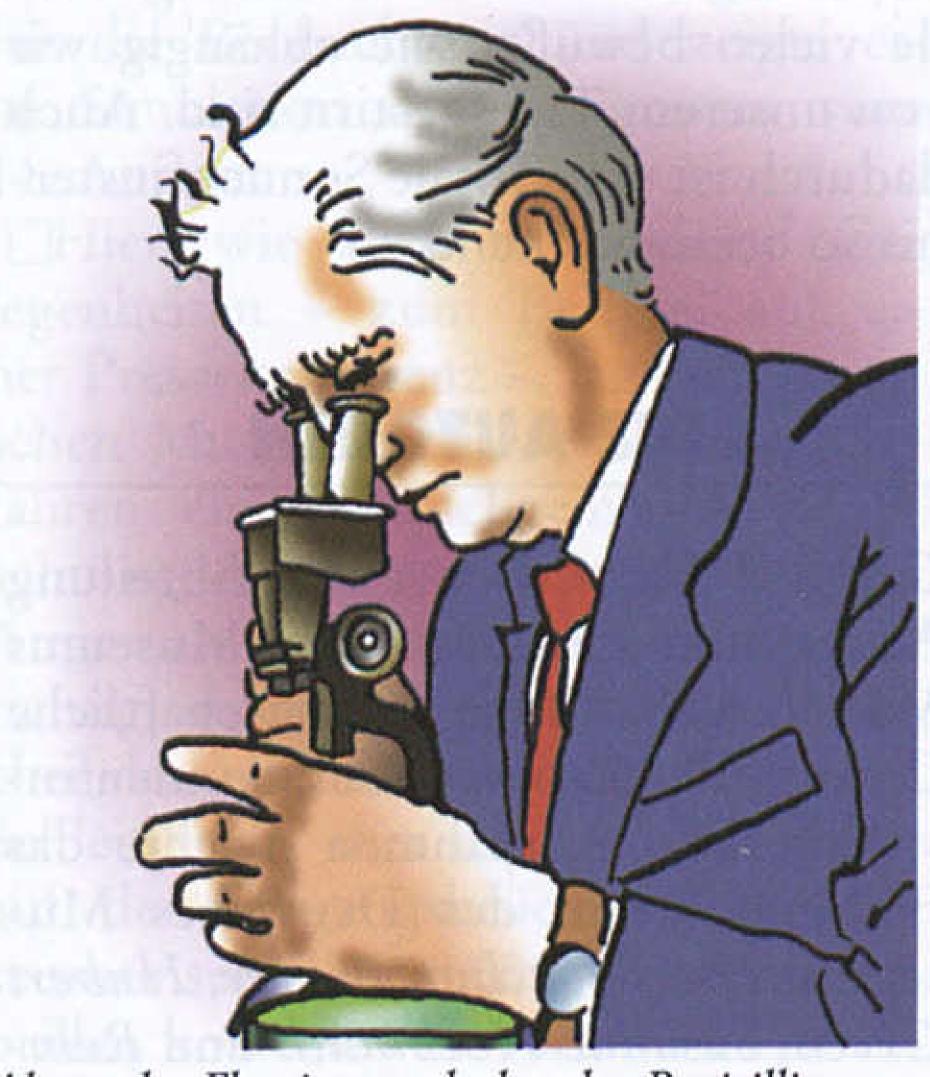


... kann aber Apfelmus bestellen, bei Bauchweh Cola trinken und, wenn die Mandeln entzündet sind, gibt's Eis!

# Schimmelpilze in der Medizin?

## EIGENTLICH EIN MISSGESCHICK:

Alexander Fleming, Bakterienforscher und Arzt in einem Londoner Hospital, begutachtete im September 1928 eine Glasschale, auf der er eitererregende Bakterien gezüchtet hatte. Doch an diesen Bakterien war nichts mehr zu erforschen: ein Schimmelpilz hatte sich auf der Schale breit gemacht. Aber dann entdeckte Fleming etwas Ungewöhnliches: in der Nachbarschaft des Schimmelpilzes waren die Bakterien abgestorben! Fleming fand heraus, daß dieser Schimmelpilz einen Stoff absonderte, der das Wachstum der Bakterien hemmte. Diesen Stoff nannte er "Penicillin".



Alexander Fleming entdeckte das Penicillin

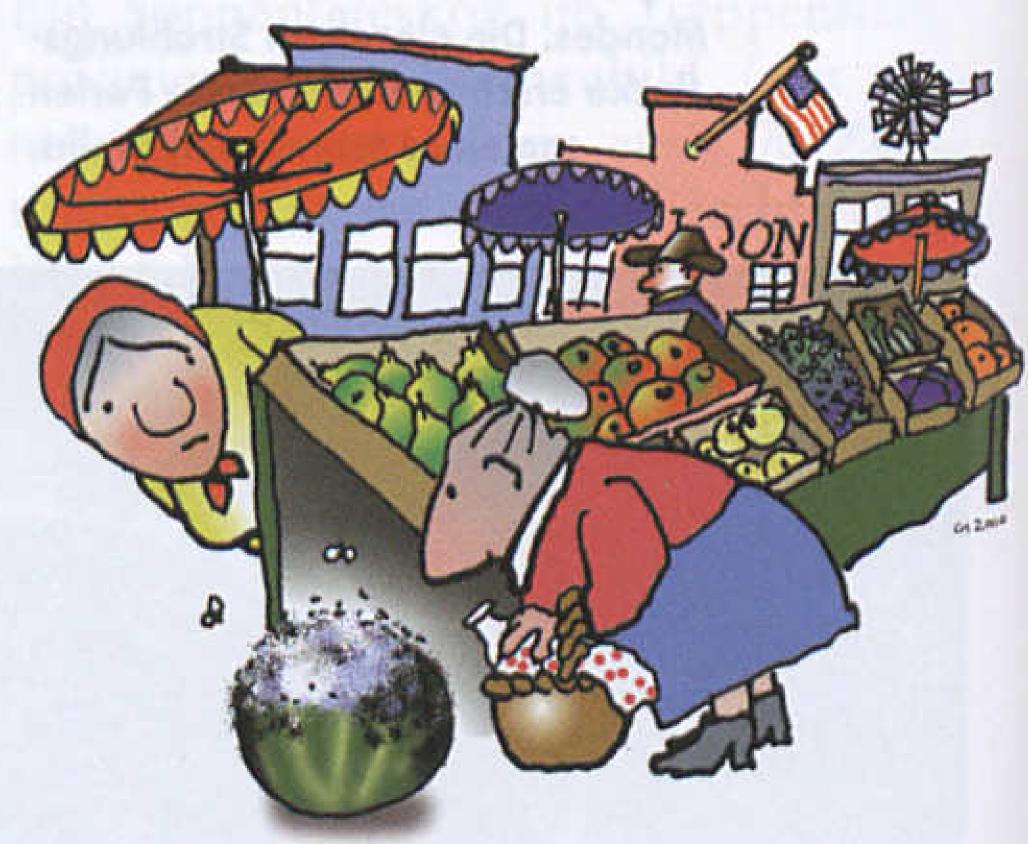


① "Verschimmeltes Brot, auf Wunden gelegt, ist das stärkste Mittel gegen eiternde Wunden ..."

## SCHIMMELPILZJÄGER UNTERWEGS:

Lange gelang es nicht, genug reines Penicillin aus den Pilzkulturen zu erhalten, um damit Menschen behandeln zu können. Um 1940 starteten deshalb Pharma-Unternehmen der USA eine Aktion zum Sammeln der besten Schimmelpilze. Aus allen Teilen der Erde schaffte man faulendes Gemüse, modrige Erde und Müll in die Labors. 1942 fand eine Schimmelpilzsucherin auf dem Markt einer amerikanischen Stadt unter

einem Verkaufsstand eine faulende Melone. Der darin wuchernde Penicillin-Stamm erwies sich als Glückstreffer: Er produzierte tausendmal mehr Penicillin als Flemings Schimmelpilz.

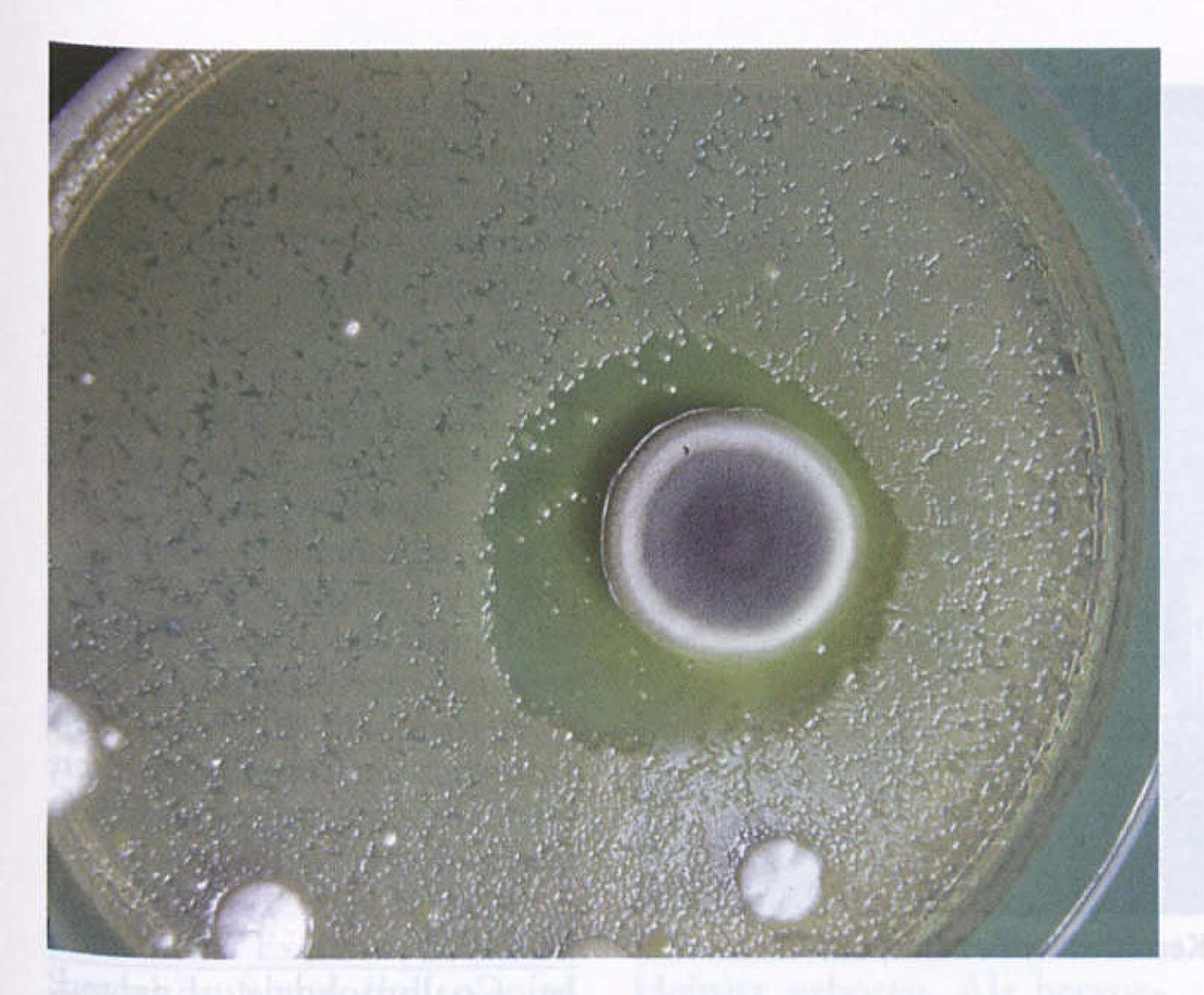


Manchmal ahnt man gar nicht, was aus unliebsamen Überraschungen alles werden kann!

#### PENICILLIN - IMMER WIRKSAM?

Penicillin und später weitere Antibiotika wurden zu wertvollen Medikamenten gegen Bakterien, die Diphterie, Scharlach, Tuberkulose und andere Krankheiten hervorrufen. Aber: Vielerorts hat man sie zu großzügig angewendet. Nun haben sich Bakterienstämme gebildet, die dagegen widerstandsfähig (= resistent) sind. Immer neue Antibiotika müssen entwickelt werden - ob das gelingt?

# Antibiotika: Vom Labor in die Fabrik





Auf einer solchen Glasplatte (links) beobachtete man im Labor zum ersten Mal die "Produktion" eines Antibiotikums: Blaugrau wuchert der Schimmelpilz, von den Rändern her bilden die Bakterien einen weißen Belag. Rund um den Schimmelpilz verhindert das von ihm gebildete Antibiotikum,

daß dort Bakterien wachsen. Heute produzieren Pharma-Firmen in den Rührkesseln ihrer modernen Anlagen (rechts) soviele Antibiotika, daß jedes Jahr Millionen von Menschen damit behandelt werden können.

Bildquellen: W. Berberich und Fa. Bayer

ŀ	(Mit dem Lösungswort ist nicht das vierbeinige Tier gemeint!)		eduntano. Lucitudite	de berne Innihadi	principal	Arraka H Arkoye	
1.	Wenn du Fieber hast, dann fällt sie aus, die	Land House	distriction of the second	senatari daga be	stantis the right	manumiz Iziorla II	
2.	Dieses Mittel bringt Scharlach-Kranke schnell wieder auf die Beine,						
3,	weil es das Wachstum der Scharlach-Erreger				in Bear		
4.	Er entdeckte das Penicillin (Nachname):						
5.	Dabei spürst du nur einen kleinen Pieks:						A
6.	In ihr fand man 1942 einen tollen Penicillin-Produzenten:				LHess		4
7.	Wenn sie sich ausbreiten, dann legen sich die Leute reihenweise mit Fieber und Schupfen ins Bett:			DEPE I			
8.	In dieser Stadt arbeitete der Herr von Nr. 4:		na Bani	diam'r.			

## VON SIGFRID UND MANFRED VON WEIHER

1.4.1825

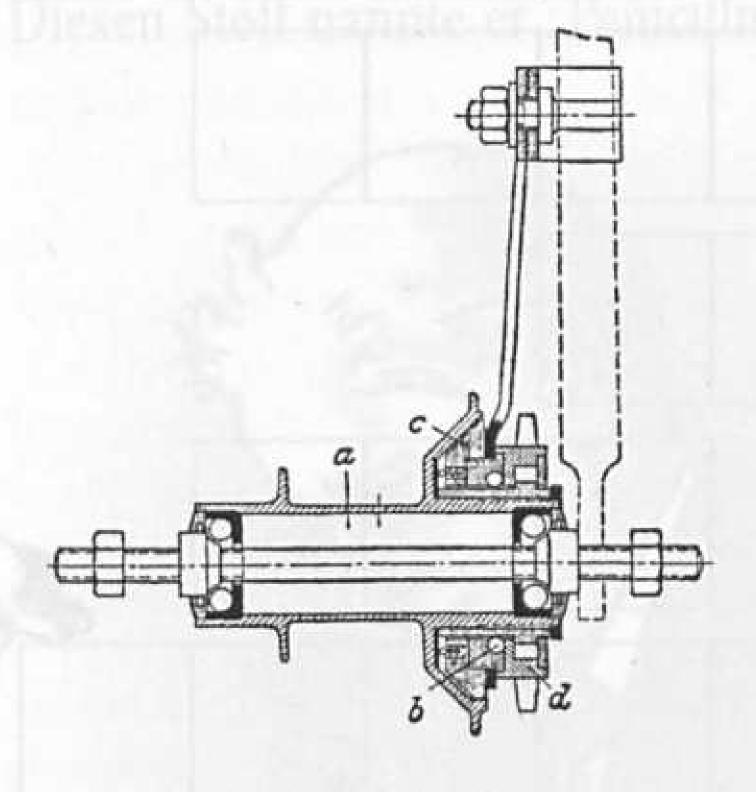
Die Prediger Johann Heinrich August Duncker und Samuel Christoph Wagener in Rathenow/Havel gründen mit Unterstützung der preußischen Regierung eine optische Schleifanstalt. Damit legen die Gründer das Fundament für die Brillen-Industrie ihrer Stadt.

#### 1.4.1875

Die neue, reichseinheitliche Eisenbahn-Signalordnung tritt in Kraft und ersetzt die bis dahin regional oft sehr unterschiedlichen optischen und akustischen Signale sowie die Bremsordnung der Züge. Diese Neuordnung erweist sich als erfolgreich und führt zu einem beträchtlichen Rückgang der Bahnunfälle.

#### 8.4.1900

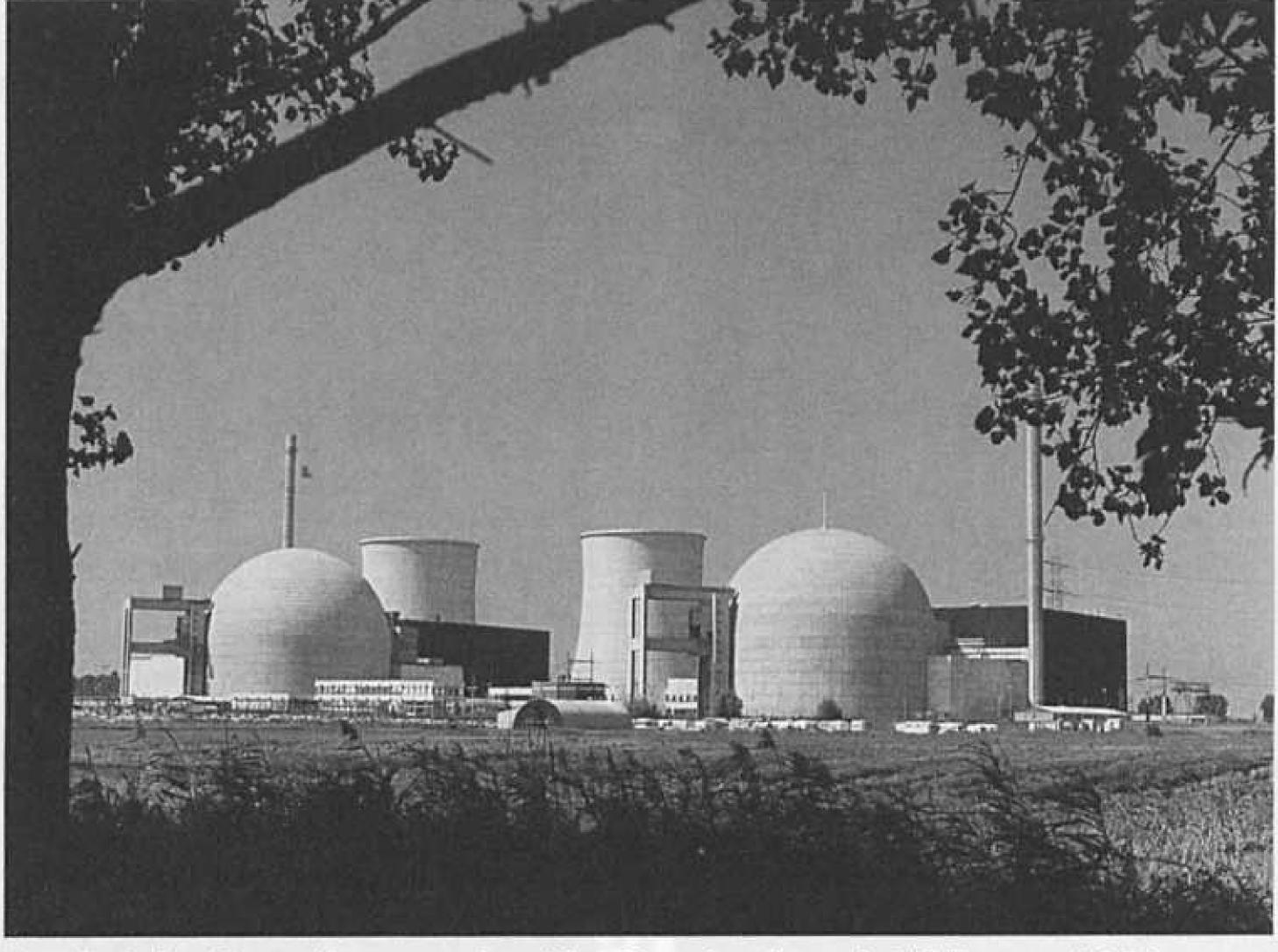
Die Schweinfurter Präzisions-Kugellagerwerke Fichtel & Sachs lassen sich unter DRP 129301 die Konstruktion der ersten praktisch brauchbaren Freilauf-Nabe mit Rücktrittbremse für Fahrräder schützen. Bereits 1898 brachte der Patentnehmer und Konstrukteur Ernst Sachs die Erfindung gelegentlich einer Industrieausstellung im Londoner Kristall-Palast vor die Fachwelt, bei der die Rücktrittbremse als "Torpedo-Freilaufnabe" eingeführt wurde.



Freilaufnabe für Fahrräder von Ernst Sachs, DRP 129301.

### 9.4.1925

In Paderborn wird Heinz Nixdorf geboren. Nach dem Studium der Physik und Betriebswirtschaftslehre wandte er



Das bei der Einweihung weltgrößte Kernkraftwerk Biblis, um 1976.

sich dem Themenkomplex der elektronischen Datenverarbeitung zu, deren Übergang von der Röhren- zur Halbleiter-Technik gerade heranreifte. Nicht dem Großrechner, sondern der Förderung des Kleincomputers galt sein besonderes Interesse, den er seit 1968 in der Firma Nixdorf Computer AG/Paderborn mit seinem Labor für Impulsphysik entwickelt hatte. Viel Beachtung fanden seine Referate auf den Messen in Hannover über die zukunftsweisenden Systemlösungen des Computers insbesondere für Mittel- und Kleinbetriebe, wie sie inzwischen realisiert sind. 1986 verstarb der Pionier des Personal Computers.

## 11.4.1825

In Jena stirbt Christian Gottlieb Pflug, ein Kupferschmied und Prospektemacher für Bühnen der Goethezeit, der schon 1816 den Jenenser Schloßhof mit Gaslicht ausstattete. Auch durch neue Ofenkonstruktionen sowie durch Erfindung eines Hebezeuges für gesunkene Schiffe machte er sich einen Namen.

## 15.4.1800

In Balsorroch, Irland, kommt der spätere Polarforscher James Clark Ross zur Welt. Für seine Forschungsreise nutzte er schon 1829-1833 ein Dampfschiff, den Raddampfer Victoria, mit dem er am 1. Juni 1831

den magnetischen Nordpol beim Kap Adelaide auf der amerikanischen Halbinsel Boothia Felix entdeckte.

### 15.4.1975

Das Kernkraftwerk Biblis am Rhein wird feierlich in Betrieb genommen. Mit 1200 MW war es seinerzeit das größte Kernkraftwerk der Erde. Bundeswirtschaftsminister Friedrichs

förderte das Eisenbahnwesen durch Schaffung des Eisenbahn-Zentralamtes sowie die Gründung der deutschen Güterwagengemeinschaft.

#### 16.4.1875

Der französische Forschungsballon Zenith erreicht eine Höhe von über 8.000 Metern. Zwei Teilnehmer des Aufstieges, Sivel und Crocé Spinelli, erleiden in der offenen Gondel wegen Sauerstoffmangels den Tod; lediglich der dritte Teilnehmer, Gaston Tissandier, landet lebend, ist jedoch fortan gehörlos.

#### 24.4.1750

In Coalbrookdale, England, wird Abraham Darby, der dritte Träger dieses Namens, geboren. Bedeutungsvoll für die Technikgeschichte wurde er durch die von ihm gebaute erste Eisenbrücke, die im Bereich seines Eisenwerkes über den Severn in Coalbrookdale führt. 1779 wurde diese noch heute bestehende Brücke mit einer Spannweite von 30 Metern fertiggestellt.



betonte in seiner Festansprache, daß es für die Kernenergie keinen vergleichbaren Ersatz gäbe - eine Formulierung, die seit dem Unfall von Tschernobyl (1986) problematisch erscheint.

### 16.4.1850

In Danzig wird Paul Justin von Breitenbach geboren. 1906-1918 war er Minister für öffentliche Arbeiten und

#### 24.4.1875

Im Alter von 86 Jahren verstirbt in Paris der elsässische Fabrikant André Koechlin. In Mühlhausen hatte er 1826 seine Maschinenfabrik gegründet, die sich mit bedeutsamen Konstruktionen, so der Fourneyron-Turbine, der Wolftschen Balanciermaschine sowie mit verschiedenen Spinnereimaschinen überregionale Anerkennung erwarb.

## 3.5.1925

In Toulouse stirbt 84jährig Clement Ader, ein französischer Ingenieur. Im Oktober 1897 stieg er mit seinem dampfgetriebenen Fledermaus-Flugzeug Avion III zum ersten freien menschentragenden Motorflug über dem Exerzierplatz von Sartory auf und flog wenige 100 Meter. Eine Fortentwicklung des Dampfantriebes für Flugzeuge erfolgte nicht, dennoch ehrt Frankreich ihn als "Vater des Maschinenfluges".

## 6.5.1875

In Magdeburg stirbt mit 56 Jahren der Maschinenkonstrukteur Brami Andreae. 1843 trat er als Chefkonstrukteur in die Maschinenfabrik Buckau bei Magdeburg ein. Im Flußdampterbau führte er die Pennsche Röhrenkesselmaschine mit oszillierenden Zylindern in den deutschen Schiffbau ein. Daneben leistete er Hervorragendes in der Konstruktion von Walzwerk- und Wasserhebemaschinen und im Lokomotivbau. Mit neuen Eindrücken von einer Studienreise in die USA übernahm er 1855 die Leitung der Maschinenfabrik Buckau.

## 7.5.1925

Auf der Isar-Insel in München wird der Sammlungsbau des Deutschen Museums am 70. Geburtstag seines Gründers Oskar von Miller feierlich eröffnet (siehe auch Seite 63).

## 9.5.1850

In Paris verstirbt im 82. Lebensjahr Frankreichs großer Physiker und Chemiker Louis Josephe Gay-Lussac. Bei einem wissenschaftlichen Ballonaufstieg in Meudon bei Paris 1804 erreichte er eine Höhe von 7.016 Metern. Mit Alexander von Humboldt bestimmte er die quantitative Zusammensetzung des Wassers. 1809 untersuchte er die Volumenverhältnisse bei der Verbindung gasförmiger Körper. Bekannt ist vor allem auch das nach ihm benannte Gay-Lussacsche Gesetz über die Ausdehnung der Gase.

## 9.5.1925

Der Staudamm am Blauen Nil im Sudan wird vollendet. Er war seinerzeit der Welt größter Staudamm.

## 14.5.1725

In Dröschkau, Sachsen, wird Friedrich Anton Freiherr von Heinitz geboren. Als hervorragender Bergmann hatte er 1764 die Leitung der sächsischen Bergbehörde übernommen und gründete 1765 die Bergakademie in Freiberg. 1777 folgte er einem Ruf Friedrichs des Großen und übernahm die Leitung des gesamten preußischen Bergbaues, dane-

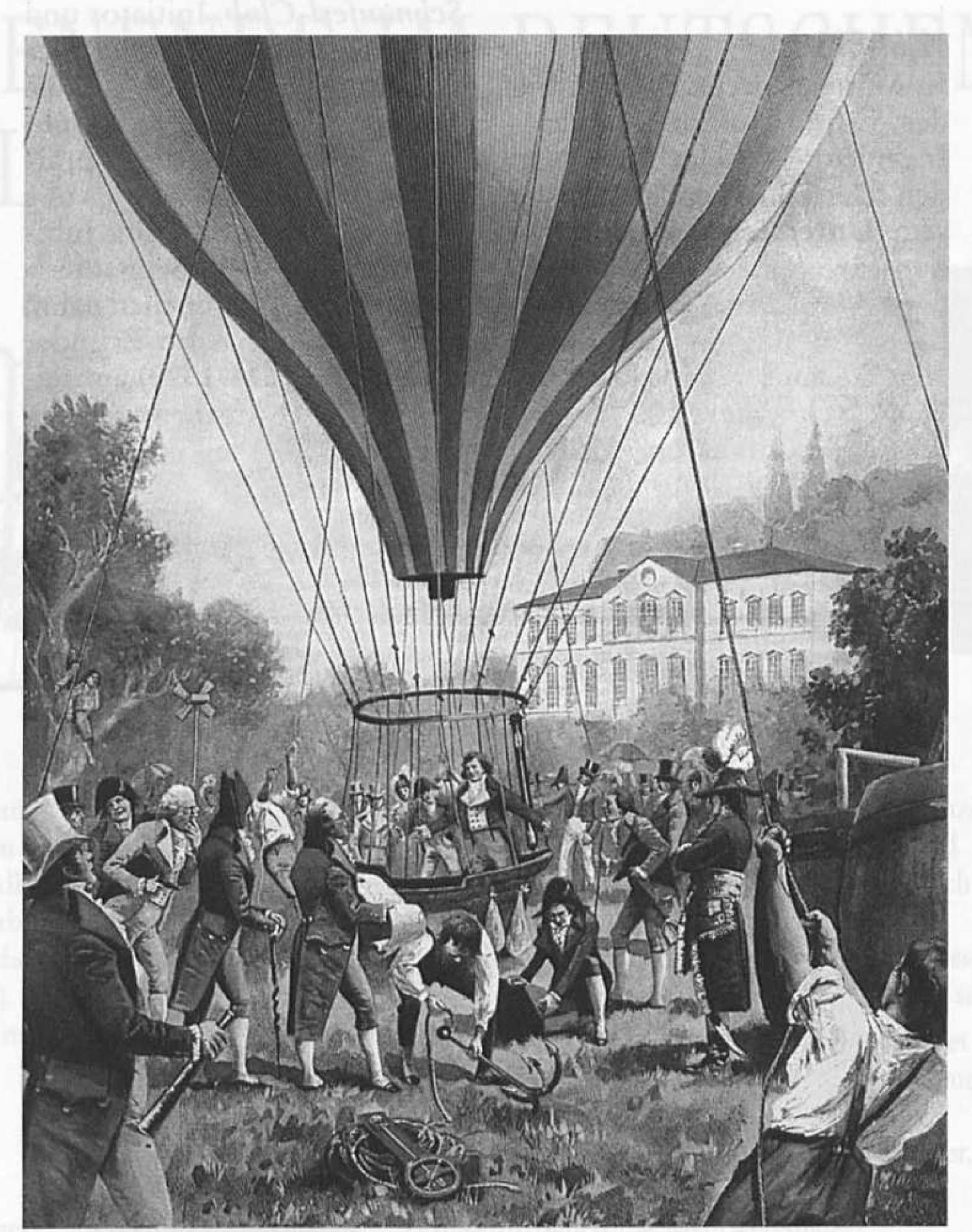
ben auch das Ressort für alle technischen Angelegenheiten im Staate. 1799 gründete er die Bauakademie in Berlin, Keimzelle der heutigen TU Berlin.

## 15.5.1900

Das Feuerschiff Borkumriff im niedersächsischen Wattenmeer wird durch drahtlose Telegrafie nach dem Marconi-System mit der 35 Kilometer entfernten Insel Borkum verbunden. Damit beginnt der durch die deutsche Post aufgebaute Küstenfunk.

## 17.5.1800

In Ansbach wird Ernst von Bandel geboren. Er wurde Bildhauer und schuf das monumentale Hermann-Standbild im Teutoburger Wald. 1838 legte er dazu den Grundstein; erst 1875 konnte die in Kupfertreibarbeit geschaffene Kolossalstatue mit 17,5 Metern Höhe feierlich enthüllt werden.



Gay-Lussacs aufsehenerregender Ballonaufstieg, Paris 1804.

## 15.5.1925

Durch Initiative von Hans Bredow (1879-1959) wird als Organ der Deutschen Reichspost in Berlin die Reichsrundfunk-Gesellschaft gegründet. Geschäftsführer wird Kurt Magnus.

## 17.5.1900

In Kiel stirbt im 58. Lebensjahr Hermann Howaldt. Seine Ingenieurtätigkeit begann
mit dem Bau des ersten Komposite-Schwimmdocks in Amsterdam. 1879 übernahm er mit
seinem Bruder Georg die Leitung des väterlichen Maschinenbau-Betriebes, der ab 1889
erweitert als Howaldt-Werke
firmiert.

## 23.5.1925

Der norwegische Polarforscher Roald Amundsen (1872-1929) gelangt mit zwei Dornier-Wal-Flugbooten in die Nähe des Nordpols, kann seine Expedition aber wegen Maschinenschadens nicht fortsetzen und kehrt erst am 18. Juni mit einer Maschine zurück. Immerhin war dies der erste Schritt, auf dem Luftweg den Pol zu erreichen, was wenig später mit Luftschiffen gelang. Das Flugboot Amundsens kam später ins Deutsche Museum und wurde im Zweiten Weltkrieg zerstört.

#### 1.6.1875

Auf der badischen Staats-Eisenbahn wird der erste Expreßgutverkehr in Betrieb genommen. In erster Linie sollte der schnellstmögliche Versand verderblicher Früchte, zum Beispiel Bühler Zwetschgen, bewirkt werden, um das Wirtschaftsleben pragmatisch zu fördern. Bis 1877 hatten bereits alle süddeutschen Länder den Expreßgut-Bahnverkehr eingeführt, sodann auch sehr bald Preußen und Hessen.

#### 5.6.1900

In Budapest wird Dennis Gabor geboren. Nach Studium in Berlin und praktischer Ingenieurarbeit bei der AEG emigrierte er nach Großbritannien. Basierend auf dreidimensionaler Fotografie, entwickel-

## APRIL BIS JUNI 2000

te er die Holografie, die sich sehr eindrucksvoll bei wissenschaftlichen und ästhetischen Aufnahmen einsetzen läßt. Er philosophierte und prognostizierte zu Problemen des technischen Fortschrittes und verstarb 1979 in London.

## 6.6.1825

In Wuppertal-Barmen wird Friedrich Bayer geboren. Mit Friedrich Weskott gründete er 1863 ein chemisches Unternehmen zur Erzeugung von Anilinfarben, das sich später zur Keimzelle des IG-Farben-Konzerns mit Hauptwerk in Leverkusen entwickelte. Die Bayerwerke erlangten schon früh Weltruf.



Karl Ferdinand Braun, 1850-1918.

## 6.6.1850

In Fulda kommt Karl Ferdinand Braun zur Welt. 1895, als der Italiener Guglielmo Marconi seine ersten Versuche mit drahtloser Telegrafie unternahm, wurde Braun Professor für Physik an der Universität Straßburg. Er begeisterte sich für die neue, unter dem Begriff Funktechnik bekannt werdende Wissenschaft und fand eigene neue Konstruktionen. In Vereinigung der Systeme von Braun und Professor Adolf Slaby trat ab 1903 unter der Firma Telefunken eine fruchtbare Konkurrenz der Marconi-Gruppe entgegen, die den Markt und die Wissenschaft belebte.

#### 10.6.1700

In Vietzow, Pommern, wird Ewald Jürgen von Kleist geboren. Neben seiner Amtsstel-

lung als Domkapitular in Cammin experimentierte er mit statischer Elektrizität und erfand 1745 die elektrische Verstärkungsflasche, die später als Leidener Flasche bekannt wur-

#### 13.6.1900

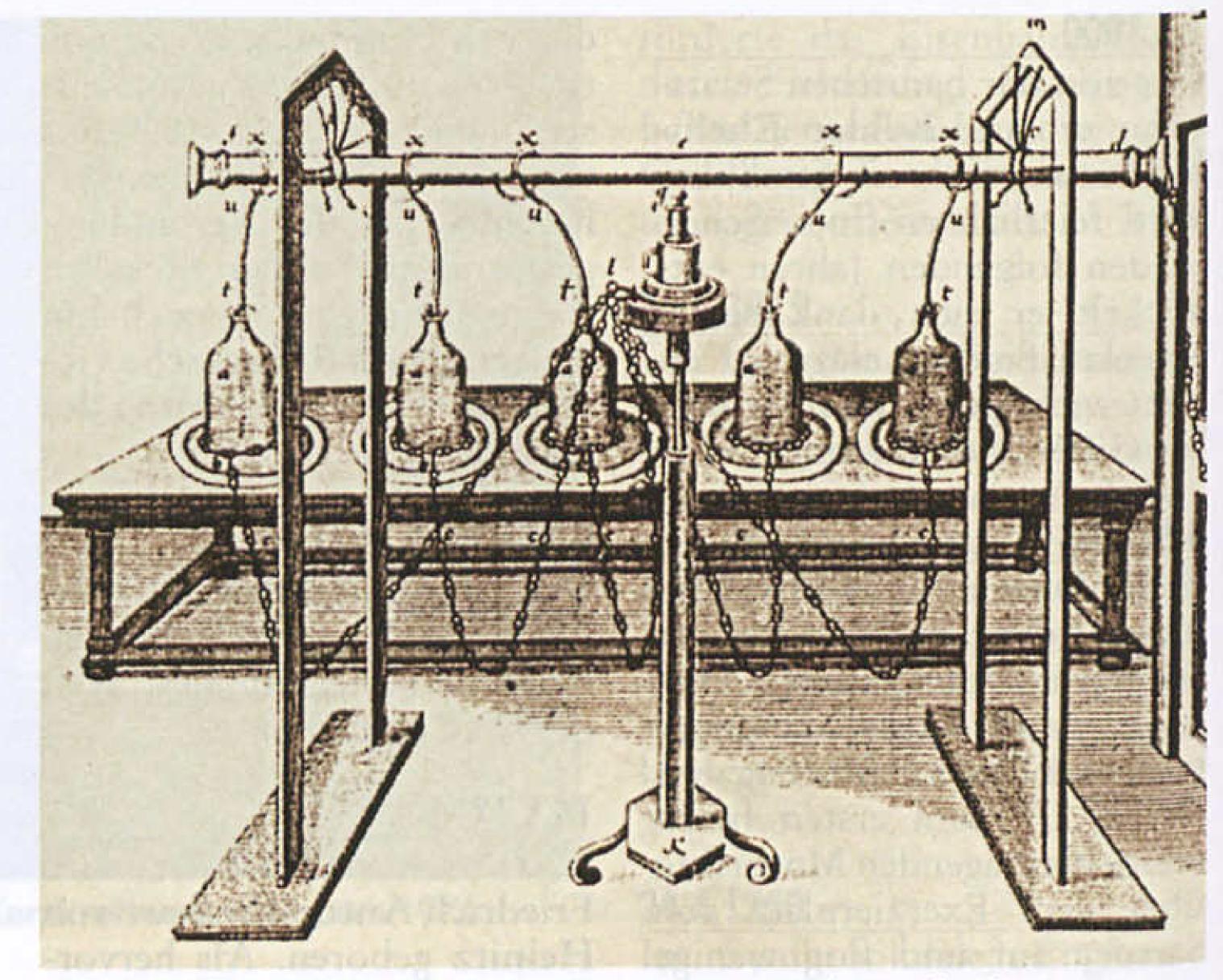
In Frankreich verstirbt 81jährig Prudent René Patrice Dagron. Als Fotograf entwickelte er im Winter 1870/71 für das von den Deutschen eingeschlossene Paris ein mikrofotografisches Verfahren, um Depeschen durch Brieftauben auszufliegen. Die verkleinerten Depeschen konnten vom Empfänger über einen Projektionsapparat wieder lesbar gemacht werden.

#### 16.6.1850

Der Brite William Henry Fox Talbot (1800-1877) kündigt an, daß er fotografische Momentaufnahmen herstellen könne. Damit beginnt praktisch die Amateur-Fotografie.

#### 18.6.1875

In München verstirbt 53jährig der Erfinder und Submarin-Ingenieur Wilhelm Bauer. In den 50er Jahren entwickelte er sein Unterseeboot, das nicht nur für militärische, sondern ebenso auch für wissenschaftliche Nutzung und submarine Kabelreparaturen beabsichtigt war. Weit über 100 erfolgreiche Tauchfahrten gelangen



Kleistsche Flaschen-Batterie, um 1746, später Leidener Flasche.

Bauer in der Ostsee vor St. Petersburg.

### 18.6.1900

In Nürnberg bildet sich aus einem Kreis begeisterter Automobilisten der Allgemeine Schnauferl-Club. Initiator und Präsident der humorigen Gesellschaft wird der Journalist Gustav Braunbeck (1866-1928), der sich um die Popularisierung des Autos große Verdienste erwarb. Beim Jubiläumstreffen der Schnauferl-Brüder 1925 in München nahm auch der greise Auto-Erfinder Carl Benz (1844-1929) auf seinem ersten Motorwagen an der Corsofahrt teil.

## 22.6.1675

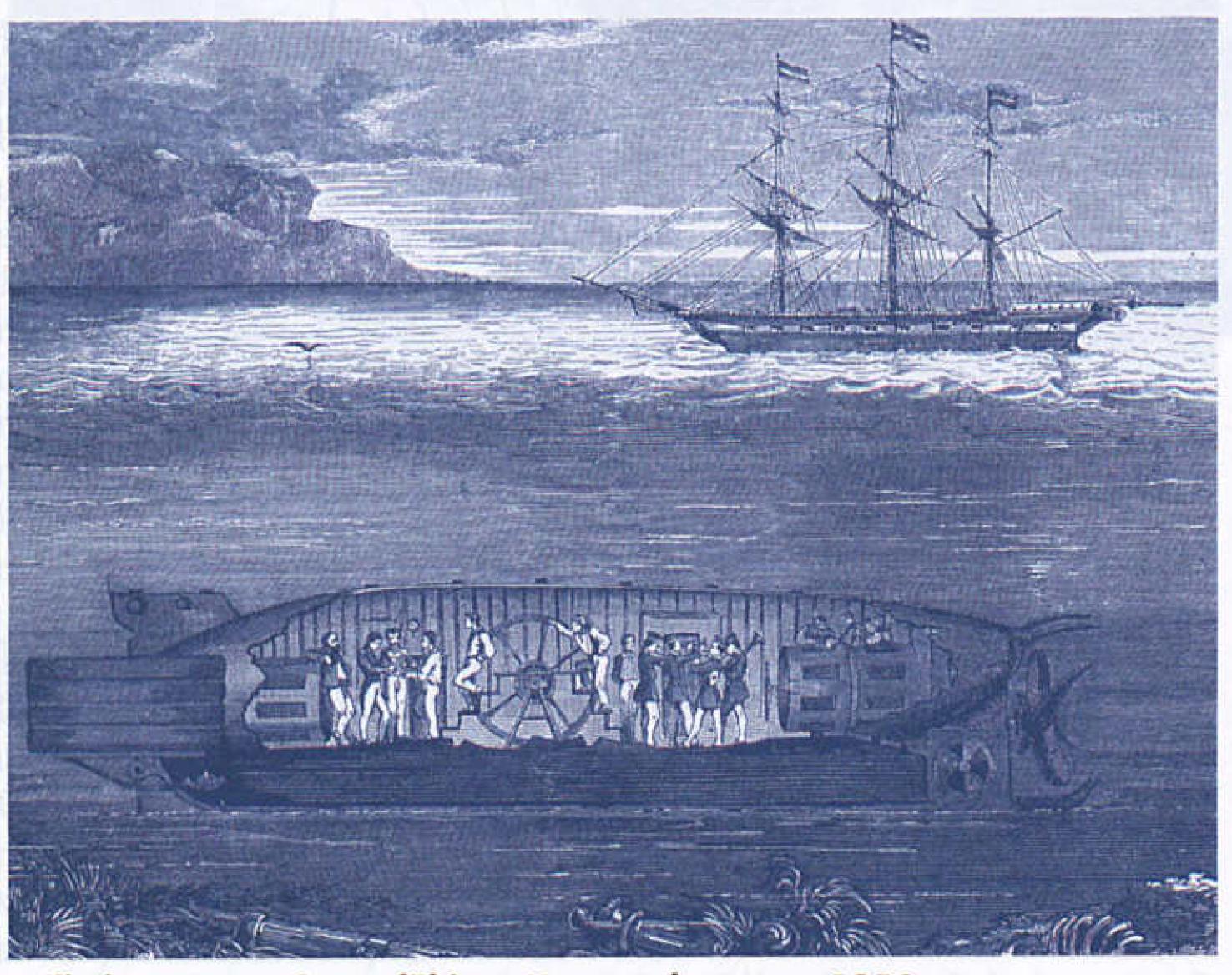
Der englische König Charles II. beauftragt Sir Christopher Wren mit dem Bau der Sternwarte in Greenwich bei London. Leiter des Observatoriums wird der Astronom John Flamsteed (1646-1719). Seit 1883 ist der durch Greenwich verlaufende Meridian international als Nullmeridian akzeptiert.

#### 24.6.1900

In Leipzig stirbt im 76. Lebensjahr der Landwirtschafts-Industrielle Rudolf Sack. Als Pionier des um 1845 von ihm entwickelten eisernen Pfluges hatte er mit seiner 1863 in Plagwitz bei Leipzig errichteten Fabrik bedeutende Landwirtschaftsgeräte herausgebracht und besonders in Osteuropa vertrieben.

#### 29.6.1900

In Lyon wird Antoine de Saint Exupéry geboren. Als französischer Flieger wie auch als Dichter machte er sich einen Namen. Durch seine literarischen Arbeiten, darunter die vom Fliegerleben berichtenden Bücher Wind, Sand und Sterne sowie Flug nach Arras und Nachtflug, erhielt er schon 1939 den Grand Prix der Académie Française. Im Juli 1944 wurde er als Luftwaffenoffizier vor der südfranzösischen Küste abgeschossen.



Wilhelm Bauers einsatzfähiges Unterseeboot, um 1856.

## Glasblasen im Deutschen Museum

Am Vorführ- und Verkaufsstand der Glasbläser beim Eingang zur Altamira-Höhle (2. Obergeschoß) finden jeweils um 13 Uhr folgende Sondervorführungen statt:

29. und 30. April: Teuflisches aus Glas. Der Lauschaer Glaskünstler John Zinner, bekannt für seine roten Teufel, zaubert aus bunten Glasstäben Figuren und fantasievolle Gebilde.

16. und 17. Mai: Glasaugen. In Handarbeit von höchster Präzision entstehen künstliche Menschenaugen - täuschend echt mit weißem Augapfel, farbig leuchtender Iris und tiefschwarzer Pupille.

17. und 18. Juni: Schreibfedern aus Glas. Die bewährten Geräte zum Schreiben mit der

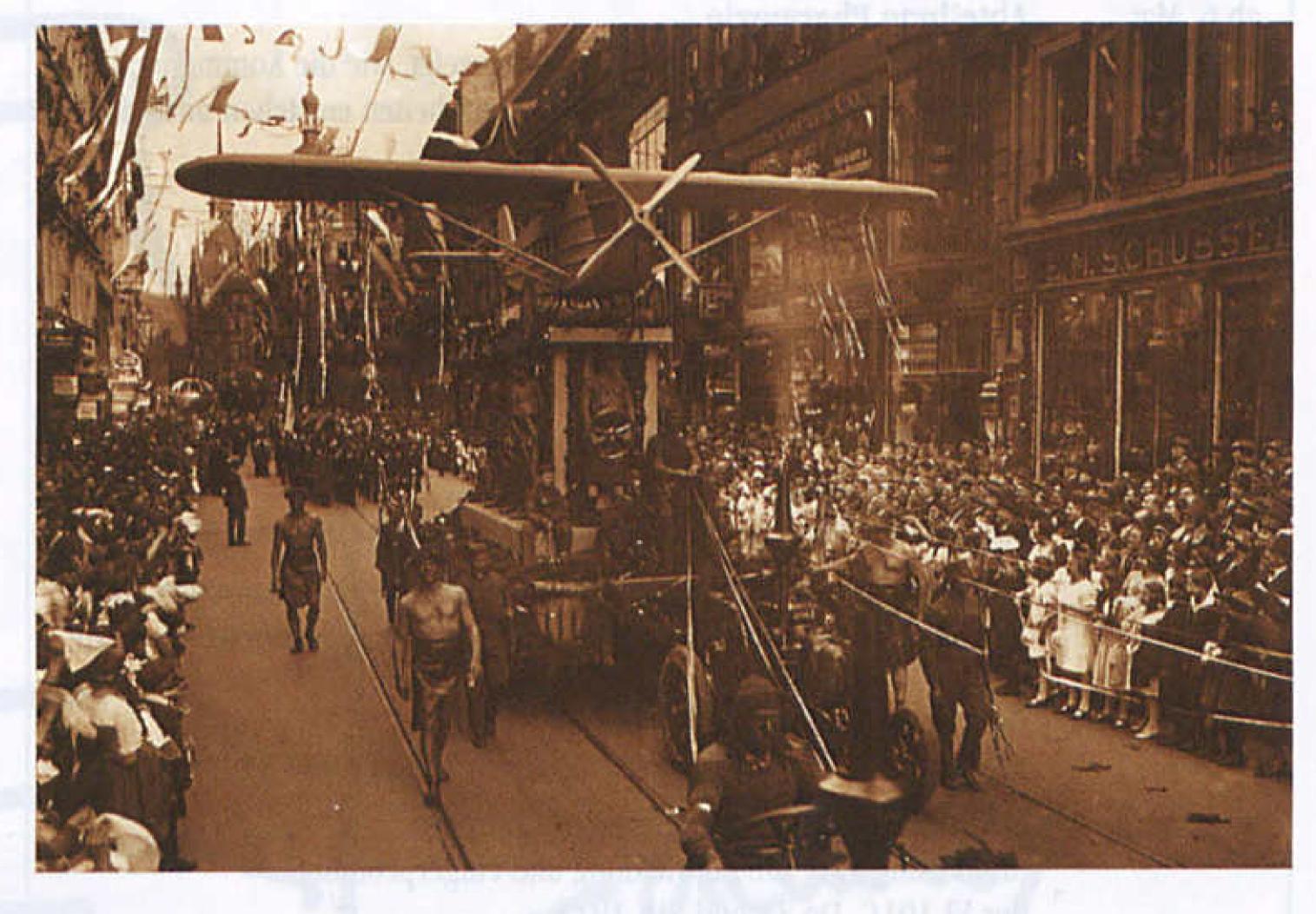
traditionellen Tinte werden in funkelnden Farben je nach Wunsch der Besucher mit klassischem oder auch ganz modernem Dekor hergestellt.

## Neuerscheinungen

Burkhard Stautz: Die Astrolabiensammlung des Deutschen Museums und des Bayerischen Nationalmuseums. Abhandlungen und Berichte, Band 12, 450 Seiten, 300 Abb., Pappband, 78,- DM

Das Buch gibt einen Einblick in die Geschichte des Astrolabs. Zahlreiche Abbildungen illustrieren - neben anderen Aspekten - die kunsthistorische Entwicklung. Im Katalogteil werden die Astrolabien dokumentiert und vorgestellt.

Pompeji. Natur, Wissenschaft und Technik in einer römischen Stadt. Katalog zur Aus-



Am 7. Mai 1925 wurde der Neubau des Deutschen Museums auf der Kohleninsel eingeweiht; das Museum selbst war schon im Jahr 1903 gegründet worden. Die Einweihung war ein nationales Ereignis. Ein gewaltiger Festumzug (oben ein Bild der Maschinenbauer) brachte die "ersten" Exponate auf die Museumsinsel. – Ein großes Museumsfest wird es sicher auch im Jahr 2003 geben: Dann feiert das Museum seinen 100. Geburtstag – unter anderem mit der Eröffnung der historischen Messehallen auf dem ehemaligen Messegelände.

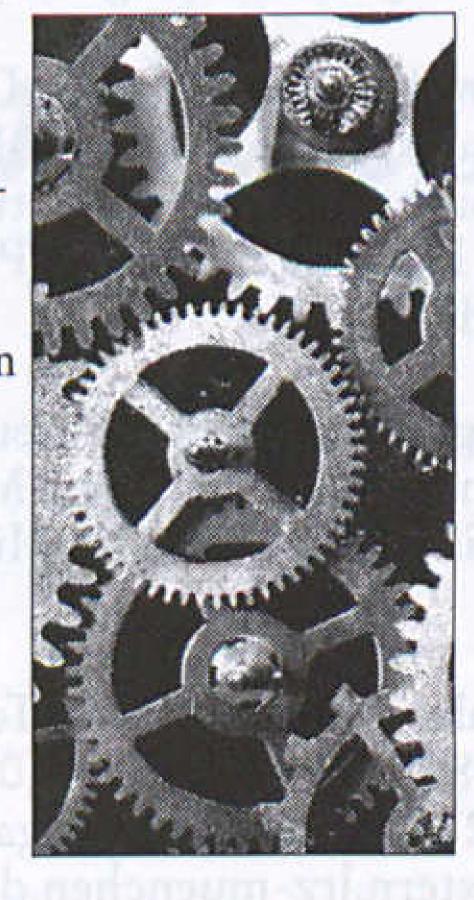
# EIN WOCHENENDE IM DEUTSCHEN MUSEUM FÜR MITGLIEDER



Alles dreht sich vom 16. -18. 6. 2000

Zwei Tage Übernachtung und Frühstücksbüffet sowie ein intensives Programm in der Sonderausstellung für Kinder »Alles dreht sich« mit Basteln und Forscherbögen und Mitmachstationen im Europäischen Patentamt (gegenüber dem Museum). Diese Veranstaltung ist für Familien mit Kindern ab 8-12 Jahren geeignet.

Wochenendpreis pro Teilnehmer: DM 150,00 im Familienzimmer, Kinder DM 90,00 (Preise zuzüglich 7% Mehrwertsteuer)



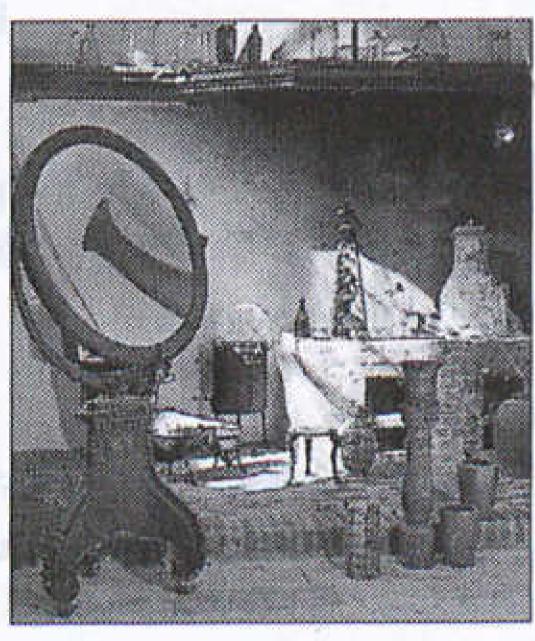
You are chemistry...!

## Chemie und Pharmazie vom 1.-3. 12. 2000

Führung durch unsere neue Abteilung Pharmazie, sowie durch die historischen Laboratorien und die Alte Apotheke. Diese Veranstaltung ist auch für Familien mit größeren Kindern geeignet. Zeitgleich findet für kleinere Kinder auch dieses Jahr wieder die Reihe »Märchen im Museum« statt.

Zwei Tage Übernachtung und Frühstücksbüffet plus Programm. Wochenendpreis pro Teilnehmer: DM 185,00 im Einzelzimmer,

DM 165,00 im Doppelzimmer/Familienzimmer, DM 90,00 für Kinder (Preise zuzüglich 7% Mehrwertsteuer)



## Deutsches Museum

Die Kosten für die Anreise tragen die Teilnehmer selbst. Sie wohnen im Kerschensteiner Kolleg in einfachen, ruhig gelegenen Zimmern direkt auf der Museumsinsel.

Anreise Freitag 15.00-17.00 Uhr, Abreise Sonntag bis 13.00 Uhr

Information und Anmeldung: Kerschensteiner Kolleg, Deutsches Museum, Museumsinsel 1, 80538 München, Nicole Kühnholz-Wilhelm; Tel. (089) 2179-294, Fax 2179-273; oder per e-mail: N. Kuehnholz@extern.lrz-muenchen.de

Aufgrund mangelnder Parkplätze empfiehlt sich die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Zahlungsmodalitäten: Scheck über 50% des Betrags bei Anmeldung Stornogebühr ab 4 Wochen

vor Termin: 10%

## April · Mai · Juni 2000

Neue	Dauerausstellung
HUWU	Duncinussicium

**Abteilung Pharmazie** ab 6. Mai »You are Chemistry!« - Die Ausstellung zeigt, wie die Kommunikation 1. OG. in unserem Körper funktioniert, wie Krankheiten entstehen und wie Arzneimittel wirken.

Neuheiten-Ecke: »Weg in die Zukunft«

»Haar - scharf betrachtet« bis 30. Okt. 1. OG. Ausstellung der Wella AG (Darmstadt)

Sonderausstellungen

bis 15. Mai »unter die Haut«

Sonderausstellung über die bildgebenden Verfahren in der Medizin 2. OG. Pompeji - Natur, Wissenschaft und Technik in einer römischen Stadt. bis 28. Mai Einblick und Rückblick zum Zeitpunkt des Vesuv-Ausbruchs 79 n. Chr. 1. OG.

Flugwerft Schleißheim

Effnerstraße 18 · 85746 Oberschleißheim · Telefon (089) 315714-0

Die deutschen Senkrechtstartflugzeuge ab 1. April

Ausstellung über die Entwicklung und Flugerprobung

der VJ 101C, Do 31 und VAK 191B

6. Mai 7. PC-Flugtag des Flugsimulatorclubs e.V.

Info: Bert Groner, Tel. 089 / 1408 9018

28. Mai bis Über den Fronten

17. September Französische und deutsche Flieger im Ersten Weltkrieg 1914-1918

Orgelkonzerte und Matineen

in der Abteilung Musikinstrumente - Orgelkonzerte 14.30 Uhr, Matineen 11 Uhr

Orgelkonzerte im Deutschen Museum – Solist: Franz Lörch 8. April

Matinee - Werke für Violine und Gitarre 9. April

Katrin Ambrosius-Baldus, Violine; Thomas Etschmann, Gitarre

Orgelkonzerte im Deutschen Museum – Solistin: Verena Förster 15. April

Frauen führen Frauen Beginn 14.30 Uhr

Bits and Bytes - Die Entwicklung digitaler Rechenanlagen Elisabeth Lill 5. April

12. April

Muskeln, Wasser, Wind und Wärme

Aus der Geschichte der Kraftmaschinen 26. April

Altamira – Höhlenmalerei der Eiszeit Dr. Margareta Benz-Zauner

Traudel Weber

Anne Leopold

Technik und Geschichte überbrückender Ingenieurbauwerke -3. Mai

> Brückenbau Barbara Siebert

Bücher ohne sieben Siegel – Bibliotheksführung 10. Mai

Wanda Eichel Vom Fliegerhorst zum Luftfahrtmuseum

17. Mai Die Flugwerft Schleißheim

Dr. Bettina Gundler Frauenarbeit vor 100 Jahren

Kolloquiumsvorträge

Montagskolloquien MZWT, 16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt 8. Mai

Die Auswirkungen der Industriellen Revolution

Oliver Hochadel, Uni. Wien: Das Geschäft mit den Funken. Umherziehende Elektrisierer in der deutschen Aufklärung (1740-1800)

Helen M. Rozwadowski: 22. Mai

> Science and the International Movement: the case of the International Council for the Exploration of the Sea (ICES)

Helmut Zedelmaier: Orte und Zeiten des Wissens 5. Juni

26. Juni Dr. Dirk van Laak: Imperiale Infrastruktur.

Montagsseminare des MZWT, 16.30 Uhr, Seminarraum der Institute

(stand bei Redaktionsschluß noch nicht fest) 15. Mai

(stand bei Redaktionsschluß noch nicht fest) 29. Mai

Jochen Kirchhoff, München: 19. Juni »Die Beziehungen der Notgemeinschaft der deutschen

Deutsche Planungen für eine Erschließung Afrikas

Wissenschaft zur Sowjetunion 1920-1934«

## Deutsches Museum

Museumsinsel 1, D-80538 München, Telefon (089) 2179-1

stellung. 176 Seiten, 190 Abb., Broschur, 24,- DM

Unter die Haut. Eine Reise durch den menschlichen Körper. Katalog zur Ausstellung. 92 Seiten, 120 Abb., Broschur, 18,- DM

Astronomie. Abteilungsführer. 208 Seiten, ca. 200 Abb., Broschur. 15,- DM

Das Deutsche Museum hat eine große Zahl von Veröffentlichungen herausgegeben. Weitere Informationen und Gesamtverzeichnis der Veröffentlichungen: Telefon (089) 2179-247. – Bestellungen: Deutsches Museum Shop GmbH., Telefon (089) 2138-3892, Fax (089) 2138-3894.

## Museumsmanagement Termine 2000

Seit einigen Jahren bietet das Deutsche Museum Seminare für Mitarbeiter anderer Museen an. Die Seminare gestatten einen Blick hinter die Kulissen eines der größten technischen Museen der Welt. Erfahrene Mitarbeiter des Museums erläutern in Vorträgen und Führungen durch Museum und Zweigmuseum Flugwerft Schleißheim die praktische Museumsarbeit, seine Einrichtungen wie Werkstätten, Archive und Depots. Gespräche und Diskussionsrunden fördern den Erfahrungsaustausch unter Kollegen.

Termine: 10.-14. April und 11.-15. September (deutsch); 25.-29. September (englisch)

Kosten: Kursgebühr 500,- DM (englischsprachig 600,- DM), Ubernachtung mit Frühstück 62,50 DM, zuzüglich 7 Prozent MWSt.

Anfragen: Deutsches Museum, Kerschensteiner Kolleg, Muchen

Kontakt: Nina Hildisch, Telefon (089) 2179-294, Fax (089) 2179-273, E-mail: ha.progamme@extern.lrz-muenchen.de



## Woche der Forschung: Wissenschaft für jedermann

"Wissenschaft im 21. Jahrhundert" lautet das Thema der diesjährigen Forschungswoche des Deutschen Museums. An fünt aufeinanderfolgenden Abenden geben Wissenschaftler aus den verschiedensten Fachbereichen in spannenden Vorträgen Prognosen über die Weiterentwicklung ihres Fachbereichs ab.

Montag, 22. Mai: Prof. Dr. Bernd Wetzel, Boehringer und Ingelheimer GmbH, Bereich Forschung und Entwicklung

Dienstag, 23. Mai: Prof. Dr. Harald Lesch, Institut für Astronomie und Astrophysik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Mittwoch, 24. Mai: Prof. Dr. Harald Fritzsch, Sektion Theoretische Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Donnerstag, 25. Mai: Bei Redaktionsschluß noch nicht bekannt. Weitere Informationen unter (089) 2179-293

Freitag, 26. Mai: Prof. Dr. Wolfgang Coy, Institut für Informatik, Humboldt-Universität zu Berlin

Die Vorträge finden um 19 seumsinsel 1, D-80538 Mün- Uhr im Ehrensaal des Deutschen Museums statt (Ausstellungsgebäude, 1. Obergeschoß). Im Anschluß stehen die Referenten für eine Diskussion zur Verfügung. Der Eintritt ist frei.

24. Mai



There are no toxic substances, only toxic doses!

Marchell (Character Marketter) when it

Besucher aus aller Welt.

ie EXPO 2000 in Hannover und an einer Reihe von weiteren Standorten: wird in der knapp 150jährigen Geschichte der Weltausstellungen die erste in Deutschland sein. Unter dem Motto "Mensch-Na-

Auf der ersten Weltausstellung 1851 in London begeisterte die Abteilung Indiens die mehr als sechs Millionen Gäste mit der prächtigen Darbietung von Gold und kostbaren Stickereien.

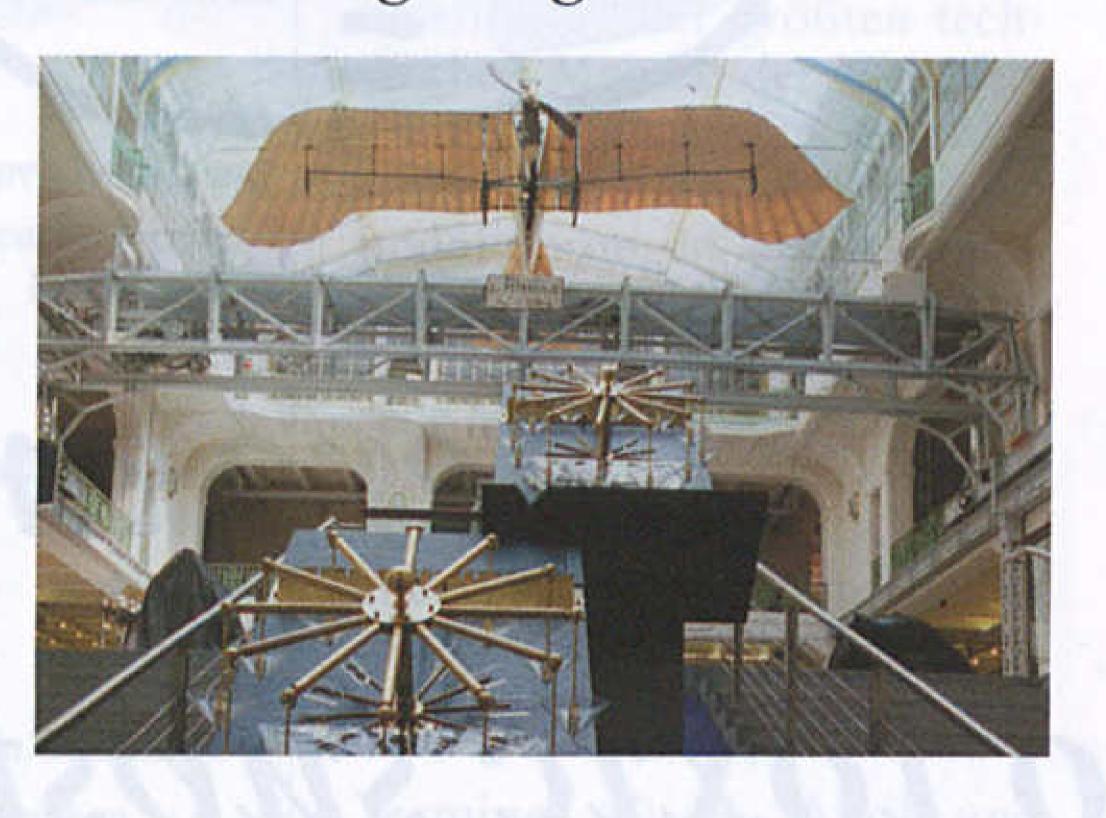
tur-Technik - Eine neue Welt entsteht" sollen vom 1. Juni bis 31. Oktober 2000 beispielhafte Projekte Lösungen und Visionen zeigen, worin die Verantwortung für den Planeten Erde besteht. 

Die erste große Weltausstellung fand 1851 in London statt. Ein Rückblick auf die Schau technischer Superlative, die häufig auch der politischen Selbstdarstel-

lung diente. 

Seit Ende 1999 präsentiert sich das Technische Museum Wien in neuem Gewand. Das Museum besitzt eine der bedeutendsten Sammlungen technischer Artefakte, die nun im kultur- und sozialgeschichtlichen Kontext gezeigt werden.

Blick in die Mittelhalle des **Technischen Museums Wien** mit dem spielerischen Chaos-Brunnen zwischen den Treppenaufgängen.



Inzwischen unübersehbar: Das Markenzeichen der EXPO 2000 macht allerorten auf die erste Weltausstellung in Deutschland aufmerksam. In den fünf Monaten Juni bis Oktober 2000 erwarten die Veranstalter 40 Millionen

## IMPRESSUM

# Kultur Technik Zeitschrift des Deutschen Museums

24. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-80538 München, Postfach: D-80306 München. Telefon (089) 2179-1.

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Peter Kunze (Deutsches Museum). Redaktionsanschrift: Occamstraße 3, D-80802 München. Telefon: (089) 333750, Telefax: (089) 333750. ISDN Mac (089) 34029704. E-mail: Dieter.Beisel@t-online.de

Verlag: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-80801 München / Postfach 400340; D-80703 München, Telefon: (089) 38189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (089) 38189-398, Postgirokonto: München 6229-802.

Redaktionsbeirat: Dr. Ernst H. Berninger, Dipl.-Ing. Jobst Broelmann, Dr. Peter Frieß (Deutsches Museum Bonn), Christof Gießler, Rolf Gutmann, Sabine Hansky, Werner Heinzerling, Andrea Lucas, Dr. Eva A. Mayring, Dr. Annette Noschka-Roos, Prof. Dr. Jürgen Teichmann, Prof. Dr. Helmuth Trischler, Dr. Marc-Denis Weitze.

Gestaltung: Jorge Schmidt, München.

Herstellung: Ingo Bott, Verlag C.H.Beck.

Anzeigen: Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C. H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Wilhelmstraße 9, D-80801 München. Postanschrift: Postfach 400340, D-80703 München; Telefon: (089) 38189-602, Telefax: (089) 38189-599. - Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 16. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

Repro: Rehmbrand, Rehms & Brandl Medientechnik GmbH, Friedenstraße 18, D-81671 München.

Druck: Appl, Senefelderstraße 3-11, D-86650 Wemding.

Bindung und Versand: C. H. Beck'sche Buchdruckerei, Bergerstr. 3, D-86720 Nördlingen.

Bezugspreis 1999: Jährlich DM 39,80, Einzelheft DM 10,80, jeweils zuzüglich Versandkosten. -Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene DM 76,-, Schüler und Studenten DM 45,-). Erwerb der Mitgliedschaft: Museumsinsel 1, D-80538 München.

Für Mitglieder der Georg Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e. V. ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen bei der GAG-Geschäftsstelle: Am Bergbaumuseum 28, D-44791 Bochum, Telefon (0234) 5877140.

Bestellungen von Kultur & Technik über jede Buchhandlung und beim Verlag. Abbestellungen mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

Abo-Service: Telefon (089) 38189-335.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

ISSN 0344-5690

