

# Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

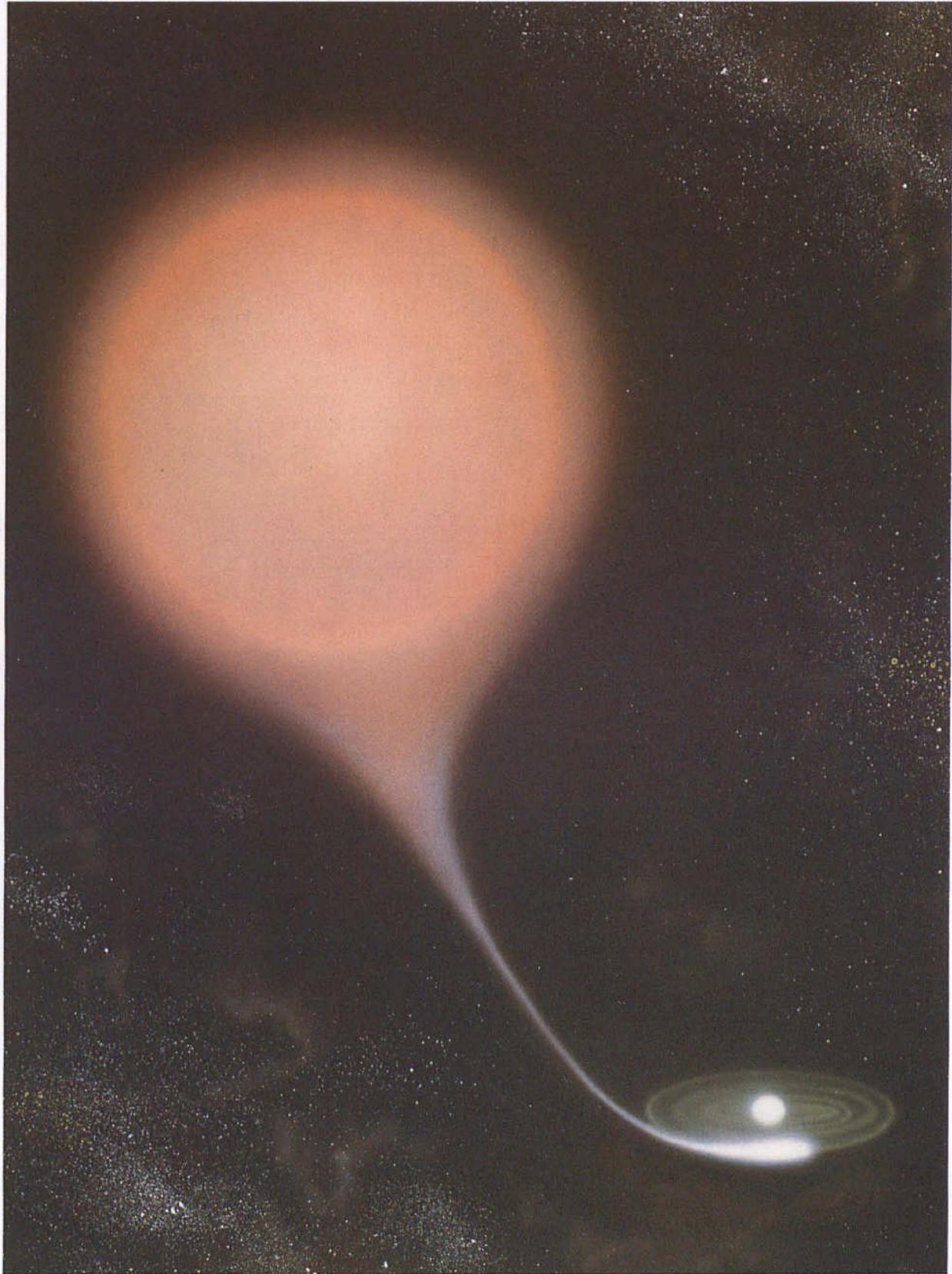
3/1992

ZB 7361

## PHYSIKER

Lise Meitners  
Maschine

**WELTBILD**  
Roald Hoffmann  
zu Bildern von  
Vivian Torrence



**ESSAY**  
Zwischen  
Technikphobie  
und -euphorie

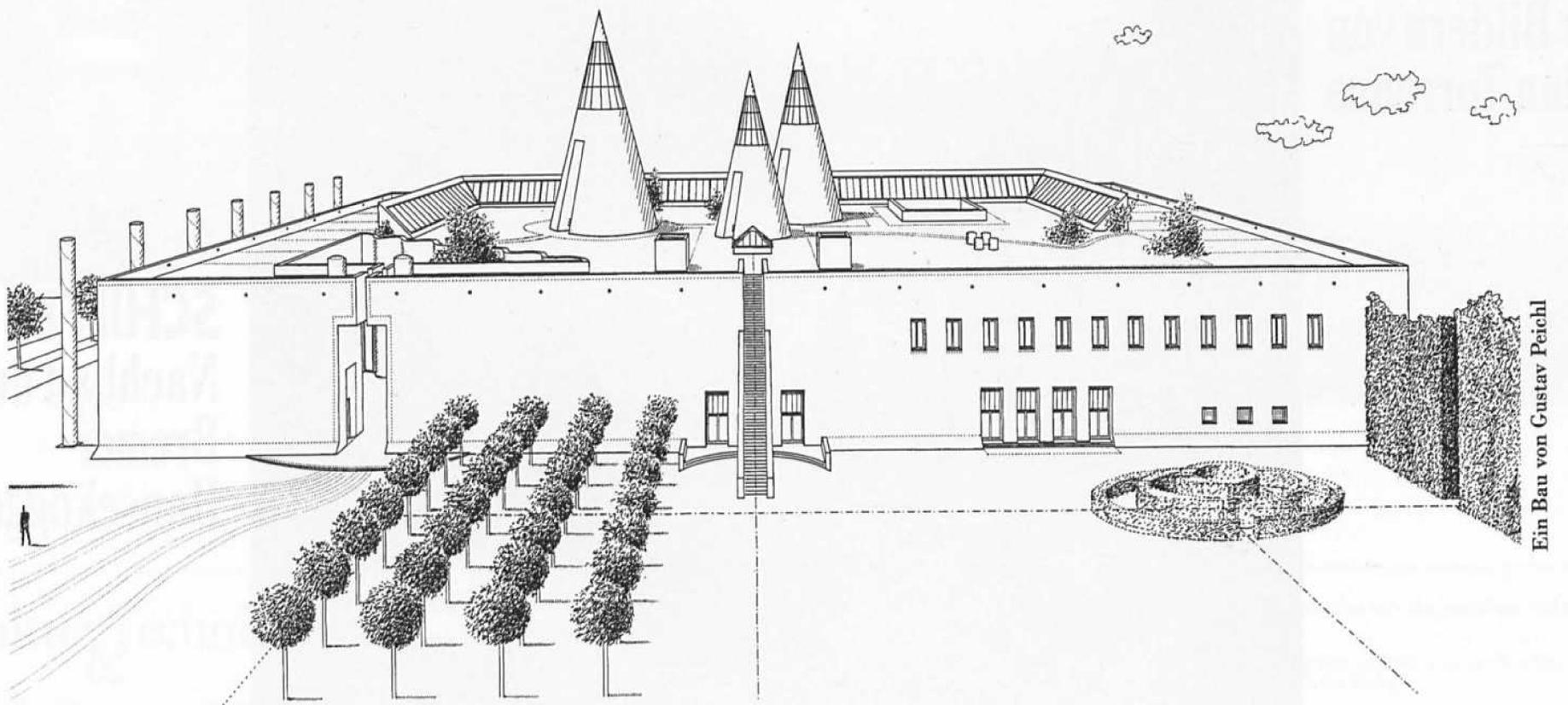
**SCHIFFE**  
Nachbau der  
Bremer  
Hansekogge

**ASTRONOMIE**  
Die neue Ausstellung im  
Deutschen Museum



# Eröffnet

Die Kunst- und Ausstellungshalle  
der Bundesrepublik Deutschland in Bonn.



Museumsmeile Bonn, Friedrich-Ebert-Allee 4, U-Bahnstation Heussallee, Linie 16, 63, 66.  
Öffnungszeiten: Täglich 10-19 Uhr, montags geschlossen.

ZUM TITELBILD: EXOTISCHES DOPPELSTERNSYSTEM/ZEICHNUNG: ATELIER HÖLLERER, STUTT GART

<b>KULTUR &amp; TECHNIK RUNDSCHAU</b> <b>4</b>	<b>SEEFAHRT</b> <b>44</b>
Nachrichten zu Technik und Technikgeschichte <i>Christiane und Hans-Liudger Dienel</i>	Das Schiff der Kaufleute Nachbau der Bremer Hansekogge <i>Wolf-Dieter Hobeisel</i>
<b>ASTROPHYSIK</b> <b>10</b>	<b>TECHNIKMUSEEN</b> <b>49</b>
Rote Riesen, Weiße Zwerge Die Anatomie der Milchstraße <i>Rudolf Kippenhahn</i>	Vom Schauen und Anfassen Technische Museen und ihr Wandel <i>Otto Lührs</i>
<b>ASTRONOMIE</b> <b>18</b>	<b>KULTUR &amp; TECHNIK ZEITBILD</b> <b>54</b>
„Der gestirnte Himmel über uns“ Die neue Ausstellung Astronomie <i>Jürgen Teichmann</i>	Der Abbruch für den Neubeginn <i>Hans-Liudger Dienel</i>
<b>FORSCHER</b> <b>22</b>	<b>GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT</b> <b>56</b>
Lise Meitners Maschine Der erste Neutronengenerator <i>Burghard Weiss</i>	Zwischen Fortschritt und Alptraum Zur Abschätzung der Technikfolgen <i>Jürgen Unfried</i>
<b>BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE</b> <b>28</b>	<b>GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR</b> <b>58</b>
Zugang zu Bodenschätzen Die Schachtbohranlage von Kind-Chaudron <i>Stefan Stein</i>	Daten zur Technikgeschichte <i>Sigfrid von Weiher</i>
<b>DENKSTÜCK</b> <b>30</b>	<b>KULTUR &amp; TECHNIK RÄTSEL</b> <b>64</b>
Die Zerstörung des Gartens Zwischen Technikphobie und Technikeuphorie <i>Hermann Glaser</i>	Spaziergänge durch das Deutsche Museum Ein Unterhaltungsspiel mit Gewinn III
<b>KUNST UND WISSENSCHAFT</b> <b>35</b>	<b>VORSCHAU/IMPRESSUM</b> <b>66</b>
Luft, Erde, Wasser, Feuer Die griechischen Elemente <i>Roald Hoffmann Vivian Torrence</i>	



**ASTRONOMIE.** Im Deutschen Museum wurde die größte Astronomie-Ausstellung der Welt eröffnet. Rudolf Kippenhahns Rede **SEITE 10**



**KERNPHYSIK.** Der erste Neutronengenerator wurde an Otto Hahns Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin von Lise Meitner entwickelt. Zur Hand ging ihr der junge Physiker Hermann Reddemann. Nachdem Lise Meitner vor den Nazis geflohen war, veröffentlichte er die Erfindung nur unter seinem Namen. Die Maschine selbst ging in den Kriegswirren verloren. Einzigartige und bislang unveröffentlichte Fotodokumente belegen Lise Meitners Handschrift. **SEITE 22**

**DIE HANSEKOGGE.** 1962 wurden in Bremen Wrackteile gefunden, die als Reste einer Hansekogge von 1380 identifiziert werden konnten. Auf einer Kieler Werft wurde das Schiff nach-

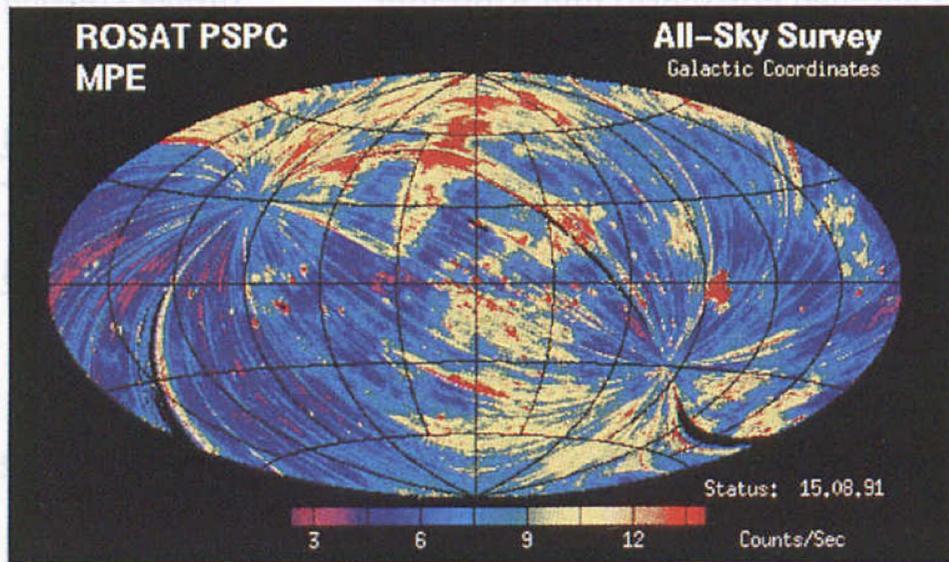


gebaut. Der Nachbau vermittelt neue wissenschaftliche Erkenntnisse über die mittelalterliche Seefahrt. **SEITE 44**

VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL

## QUANTENSPRUNG IN DER RÖNTGENASTRONOMIE

Ein neuer Himmelsatlas zeigt die astronomischen Röntgenstrahler in zuvor unbekannter Genauigkeit. Beim derzeitigen Stand der Auswertung aller Daten, die der Röntgensatellit (ROSAT) seit 30. Juli 1990 zusammengetragen hat, sind mehr als 60 000 kosmische Röntgenquellen erfaßt. Bislang waren nur etwa 5000 Röntgensterne bekannt.



Die erste vollständige Himmeldurchmusterung zeigt zwischen diffuser Röntgenstrahlung eine Vielzahl heller Quellen.

Die von ROSAT gefundenen Röntgenquellen umfassen nahezu alle Arten astrophysikalischer Objekte: 15 000 bis 20 000 nahe, „normale“ Sterne ähnlich der Sonne; 20 000 bis 30 000 aktive Galaxien und Quasare in kosmologischen Entfernungen; 5000 bis 8000 Galaxiehaufen, die größten physikalischen Gebilde im Weltraum.

Die Entfernungen der von ROSAT beobachteten Objekte reichen von etwa einer Lichtsekunde – das ist die Entfernung des Erdmondes – bis zu Quasaren am Rande des heute überschaubaren Universums. Das Röntgen-„Licht“ der entferntesten Quasare ist seit mehr als zehn Milliarden Jahren unterwegs und liefert daher Einblicke in die Frühzeit des Kosmos.

„Besonders photogen“, so die Mitglieder des Auswerteteams am *Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik* in Garching bei München, sind die im Röntgenlicht leuchtenden Wolken explodierter Ster-

ne, die Supernova-Überreste. Einige Dutzend dieser kosmischen Strahler wurden bei der Himmeldurchmusterung durch ROSAT neu entdeckt.

Im Vergleich zur letzten Himmeldurchmusterung im Röntgenbereich durch den amerikanischen HEAO-1-Satelliten, der in den Jahren 1977/78 rund 840 Röntgenstrahler aufgespürt hatte, konnte ROSAT 100mal schwächer strahlende Objekte registrieren und sie weitaus präziser, bis auf

30 Bogensekunden genau, lokalisieren – nach Professor Trümper, Direktor am Garching Max-Planck-Institut, ein „Quantensprung in der Röntgenastronomie“. *MPG*

## VERGESSENE STEINMETZKUNST

Die exakte, mörtellose Verarbeitung riesiger Steinblöcke durch die Inka hat schon immer Erstaunen hervorgerufen. Die bis zu 100 Tonnen schweren Felsblöcke der Befestigungsmauern von Sacsahuamán nahe der Inka-Hauptstadt Cuzco im heutigen Peru sind so genau bearbeitet, und zwar ausschließlich mit Steinwerkzeugen, daß nicht einmal eine Messerklinge in die Ritzen paßt. Zur Entstehungszeit der Bauwerke, im 15. Jahrhundert kurz vor der Entdeckung Amerikas, lebten die Indianer noch in der Steinzeit.

Der Architekturprofessor Jean-Pierre Protzen von der Berkeley-University, Kalifornien, hat durch Experimente

versucht, die vergessene Steinmetzkunst der Inkas wiederzuentdecken. Ihm zufolge soll der Trick der Baumeister darin bestanden haben, verschieden schwere Steinhämmer aus Quarzit zu benutzen, den sie an Flußufeln fanden. Mit größeren, etwa acht Kilogramm schweren Hämmern wurden die Felsblöcke grob zugehauen, dann die Seitenflächen mit etwa halb so schweren Steinen geglättet. Wenn die Steinhämmer dabei so geführt werden, daß sie beim Auftreffen einen Drall erhalten und dann zurückprallen, geht die Arbeit zügig und nicht allzu ermüdend voran. Mit kleinen Steinen, weniger als ein Kilogramm schwer, wurden anschließend die Kanten abgerundet.

Diese Vorstellung von der Arbeitsweise der Inkas hat Protzen in eigenen Experimenten überprüft und es dabei geschafft, einen Felsbrocken von etwa 25 mal 25 mal 30 Zentimetern in weniger als zwei Stunden zu glätten.

Aber das größte Kunststück der Inkasteinmetze, das genaue Zusammenpassen der Blöcke, ist damit noch nicht erklärt. Wie es den Handwerkern gelungen ist, die 100 Tonnen schweren Felsblöcke von den weit entfernten Steinbrüchen heranzuschaffen und zum exakten Einpassen immer wieder hin- und herzubewegen, bleibt ein Rätsel. *S. K.*

## EIN MALER IM DIENSTE VON SCHIFFAHRT UND GROSSINDUSTRIE

Dem Werk des Bremer Malers Otto Bollhagen war eine Sonderausstellung im *Deutschen Schiffahrtsmuseum* (DSM) in Bremerhaven gewidmet. Vor genau 100 Jahren eröffnete der aus Mecklenburg zugewanderte Otto Bollhagen (1861 bis 1924) in Bremen seine eigene Werkstatt. Werkstatt ist die richtige Bezeichnung: Bollhagen betätigte sich nicht nur als Künstler, sondern auch als braver Handwerksmeister, dessen Gesellen in und an Bremer Bürgerhäusern und öffentlichen Gebäuden Wände tapezierten,

Decken strichen und Fassaden gestalteten.

Otto Bollhagen selbst neigte mehr zur bildlichen Gestaltung von Innenräumen und ganz allgemein zur Malerei. Der Bremer Architekt Johann Georg Poppe, der vom Norddeutschen Lloyd 1885 den Auftrag erhalten hatte, die neue Generation der Passagierschiffe prunkvoller und komfortabler als bisher auszustatten, erkannte das Talent des damals 33jährigen Bollhagen, eines Meisters der dekorativen Malerei im klassizistischen Stil. Er schuf für das Interieur der Gesellschaftsräume und Speisesäle auf den großen Passagierdampfern wie *Kaiser Wilhelm der Große*, *Königin Luise* und *König Albert* viele dekorative Bilder.

Ab 1907 wandte sich Bollhagen einem neuen Metier zu, bei dem er bis zu seinem Tode blieb und mit dem er hohe Anerkennung fand: Als Maler im Dienste der deutschen Großindustrie schuf er nun naturalistische Bilder von Fabriken, vielfach aus der Vogelperspektive. Eine größere Anzahl großformatiger Gemälde, Leihgaben von *Krupp*, *Gutehoffnungshütte*, *Bayer*, *BASF* und anderen bekannten Unternehmen, waren dem Museum zur Verfügung gestellt worden.

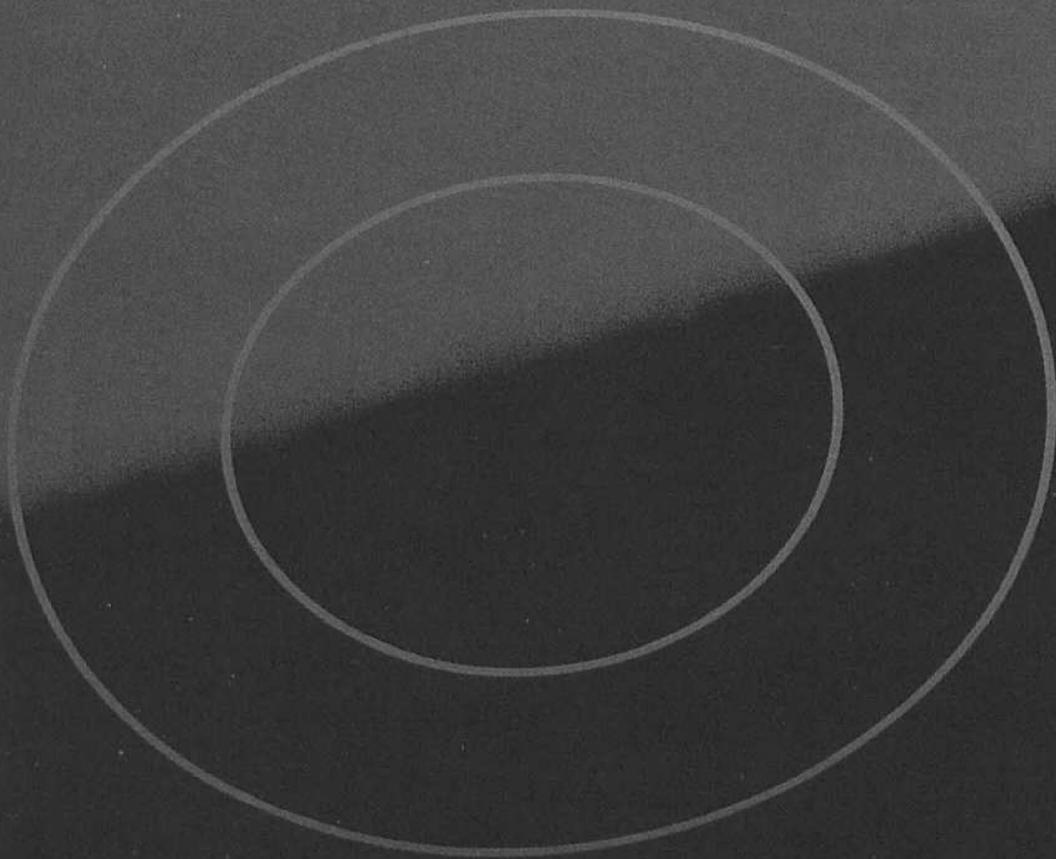
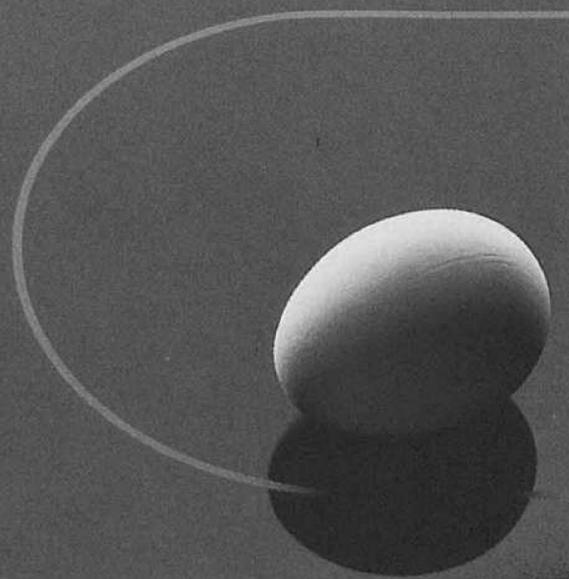
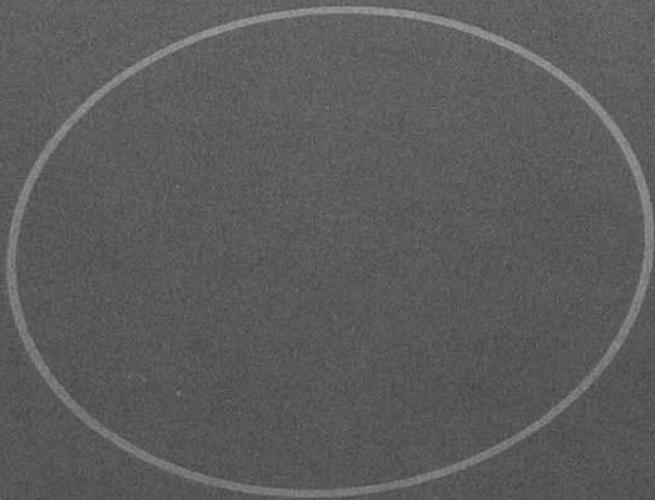
Otto Bollhagen (1861–1924).



Fotos: Max-Planck-Gesellschaft (l.); Deutsches Schiffahrtsmuseum, Bremerhaven (r. u.)

Wirtschaftlichkeit, die in jeder Klasse

**Es gibt Originale, die man nicht verbessern kann.**



Zum Beispiel CERAN®-Kochflächen von SCHOTT. Trotzdem bemühen wir uns ständig, sie weiter zu optimieren. Aber im Prinzip kann man Ceran-Kochflächen nicht mehr verbessern. Was sollte auch praktischer sein als eine Kochfläche, die keinen Platz wegnimmt, sondern im Gegenteil zusätzlichen Arbeitsplatz schafft, wenn sie kalt ist? Was sollte sicherer sein als eine Kochfläche, auf der Töpfe und Pfannen nicht kippen können? Was sollte variabler sein als Mehrkreis-Heizkörper, die sich den unterschiedlichsten Topfgrößen und -formen anpassen? Was sollte Sie jetzt also noch davon abhalten, den nächsten Fachhändler zu besuchen? Er zeigt Ihnen die Kochfläche im Original.

er sein als eine Kochfläche, auf der Töpfe und Pfannen nicht kippen können? Was sollte variabler sein als Mehrkreis-Heizkörper, die sich den unterschiedlichsten Topfgrößen und -formen anpassen? Was sollte Sie jetzt also noch davon abhalten, den nächsten Fachhändler zu besuchen? Er zeigt Ihnen die Kochfläche im Original.

**CERAN®** 

**Die Kochfläche.  
In 12 Millionen Küchen.**

## REISENDE ZWEITER KLASSE

Am 1. August 1991 wurde in der Pariser Metro die 1. Klasse abgeschafft und damit ein Wahlversprechen des sozialistischen Präsidenten François Mitterrand von 1981 endlich eingelöst. Schon 1974 tat die Münchner S-Bahn denselben symbolischen Schritt und machte alle Reisenden gleich; in der jüngeren U-Bahn hatte es von Anfang an keine Klassengesellschaft mehr gegeben. Dagegen hält sich die Klassentrennung in den Eisenbahnen fast aller Länder zäh, selbst im sozialistischen China gibt es drei Klassen.

Am Anfang ihrer Geschichte hatten die meisten europäischen Züge drei oder sogar vier Klassen und spiegelten damit die hierarchischen Gesellschaftsstrukturen ihrer Zeit: 1. Klasse für die (kleine) Oberschicht, 2. Klasse für das Bürgertum und 3. Klasse für Arbeiter, Soldaten und alle, die sonst zu Fuß reisen mußten. Der französische Ökonom Michel Chevalier notierte dagegen 1842 überrascht, daß es in den USA nur eine einzige, bequeme Zugklasse für alle Bürger gebe, lediglich fünf Prozent der Reisenden, Schwarze oder irische Emigranten, mußten sich mit einer Art Unter-Klasse begnügen, hätten also gewissermaßen noch nicht den allgemeinen Standard erreicht.

Nachdem die 3. und 4. Klassen in Europa verschwunden sind, ist neben der 1. und 2. Klasse eine neue Klasseneinteilung entstanden: Schnelle Züge sind teurer als langsame oder



Im ICE steht den Geschäftsreisenden ein Konferenzabteil zur Verfügung.

haben nur Sitzplätze der teureren Kategorie. Dazu paßt auch, daß die neuen schnellen Prestige-Züge wie der ICE zwar dem Namen nach auch 1. und 2. Klasse anbieten, in Wirklichkeit aber der Komfort der 2. Klasse dem der gewöhnlichen 1. entspricht, während die 1. Klasse – mit Video, Computeranschluß, Besprechungsraum, Feinschmecker-Gastronomie – eine Art Superklasse ist.

Von einer Abschaffung der Klassentrennung in der *Deutschen Bundesbahn* und *Deutschen Reichsbahn* ist keine Rede, obwohl die 1. Klassen häufig leer sind und nur von 19 Prozent der Reisenden benutzt werden. Im ICE reisen nach neuesten Erhebungen nur 21 Prozent sämtlicher Passagiere, aber 70 Prozent der Geschäftsleute in der 1. Klasse. Der französische Zug *Euraffaires* von Paris nach Straßburg ist bereits ganz auf sie zugeschnitten und bietet nur noch eine Super-Klasse mit Kellnern und Computeranschluß.

## TRANSRAPID AUF DEM ABSTELLGLEIS?

Im November 1991 verkündeten die Minister Riesenhuber (BMFT) und Krause (BMV) die Einsatzreife der Magnetschwebbahn Transrapid. Noch vor der Sommerpause will nun das Kabinett im Bundesverkehrswegeplan über die mögliche Referenzstrecke Berlin-Hamburg beschließen.

Die Wahrscheinlichkeit, daß der Transrapid den Sprung in die Praxis nicht schafft, ist durch die Einsatzreife eher gewachsen. Denn bisher war er ein Lieblingskind im Hause des Forschungsministers; seit 1970 flossen 1,46 Milliarden Mark in die Entwicklung der Magnetbahn, aber nur 489 Millionen Mark in die Rad/Schiene-Forschung. Doch nun fährt die Magnetbahn in das rauhere Klima der tatsächlichen Anwendung. Das bodenständigere Verkehrsministerium hat große Probleme bei der Finanzierung und Erneuerung der Bundes- und Reichsbahn. Hier war man deshalb gegenüber dem Trans-



Der Transrapid ist einsatzreif, doch den ICE wird er nicht ersetzen.

rapid immer besonders zurückhaltend.

Die Bundesbahn hat erst recht kein Geld für den Transrapid. Sie setzt auf den ICE und hat für die schnellen Züge in den letzten Jahren 18 Milliarden Mark investiert, um über 1400 Kilometer Neu- und Ausbaustrecken zu bauen. Das stärkste Argument für den Transrapid, seine hohe Geschwindigkeit, wird nun zunehmend von den erfolgreichen Hochgeschwindigkeitszügen eingeholt. Schon bald wird der ICE auf der Strecke Köln-Frankfurt 300 Kilometer pro Stunde fahren. Noch vor der Jahrtausendwende werden die Züge von Frankfurt nach Paris weniger als zweieinhalb, nach Berlin drei und nach London fünf Stunden brauchen. Das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz wird deshalb ohne die Magnetbahn geplant. Dem Transrapid bleibt eine Zukunft nur für einzelne ausgewählte Sonderstrecken.

## CALL FOR PAPERS

Am 25. und 26. Februar 1993 wird in Düsseldorf die technikgeschichtliche Jahrestagung des *Vereins Deutscher Ingenieure* (VDI) stattfinden. Thema der Tagung: „Technikgenese. Entscheidungszwänge und Handlungsspielräume bei der Entstehung von Technik“. Der Vorsitzende der Technikhistoriker im VDI erbittet Referatangebote: Prof. Dr. Hans-Joachim Braun, Fachbereich Neuere Sozial-, Wirtschafts- und Technikgeschichte, Universität der Bundeswehr, Holstenhofweg 85, W-2000 Hamburg 70.

## DER DIESEL LERNT DAS FLIEGEN

Der Forschungspreis des Leichtrauchers *Philip Morris* ist inzwischen ein Begriff. Auch der Forschungspreis '92 brachte erstaunliche Ergebnisse. Ein Bio-Kunststoff wurde als Baustein der Zukunft entdeckt, Computer lernen denken und sind fast schon am Entwicklungsziel der Künstlichen Intelligenz angelangt, bei Zellkul-



Michael Zoche mit seinem leichten Diesel-Flugmotor, der 30 Prozent weniger Kraftstoff braucht.

turen wurde eine Alternative zum Experiment mit lebendigen Tieren gefunden.

Und dann ist da der Diesel des Münchner Erfinders Michael Zoche, der in die Luft gehen kann. Aufgrund der spezifischen Eigenarten des Konstruktionsprinzips waren Dieselmotoren für die auf Leichtbauweise bedachten Flugzeuge bislang zu schwer. Zoche hatte den Diesel zum Zweitakter gemacht und die im Flugzeugmotorenbau bewähr-

# Wirtschaftlichkeit, die in jeder Klasse vorbildlich ist:



## Die Baureihen von MAN – sicher und umweltverträglich

Entscheiden Sie Ihre Investitionen so, daß sie Ihnen für die Zukunft Sicherheit bringen.

Bei MAN haben Sie die Wahl zwischen erstklassigen Alternativen. Und die Gewißheit, in jeder Fahrzeug-Klasse mit einem Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit jederzeit gut zu

fahren: sicher, zuverlässig und umweltverträglich. Das MAN-Nutzfahrzeug-Programm bietet Spitzentechnik für alle Einsatzbereiche. Ein Programm von 6 bis 48 Tonnen, das in Transportleistung, Antriebstechnik und Fahrkomfort jedem Vergleich standhält.



**Wirtschaftlichkeit  
ist unser Konzept**

te Sternform der Zylinderanordnung gewählt. Dadurch konnte das Gewicht der sonst schweren Dieselmotoren erheblich reduziert werden. Sieben Jahre lang hat der Erfinder an dieser Entwicklung gearbeitet.

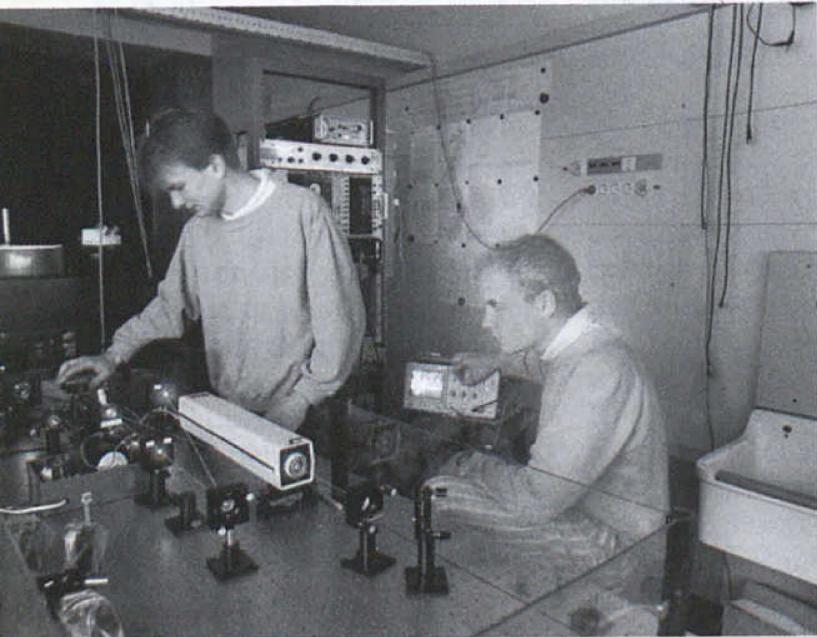
Eine Antriebskraft für Großraumjets wird Zoches Erfindung selbstverständlich nicht sein können. Doch für Kleinflugzeuge mit wenigen Passagieren zeigt sich eine Alternative, die der Erfinder so beschreibt: „Ich entwickle einen umweltfreundlichen, leichteren Motor mit erheblich weniger Treibstoffverbrauch für die allgemeine Luftfahrt.“

Der Gutachter, Professor Rolf Riccius vom Institut für Luft- und Raumfahrt der TU Berlin meint: „Eine auf diesem schwierigen Gebiet ungewöhnliche Leistung.“ Und er fügt hinzu, daß „drängende Anfragen aus der Industrie und von potentiellen Nutzerkreisen“ den Diesel in der Luft wünschen. Was auch immer aus ihm werden mag.

bislang nur quantentheoretisch umschrieben werden konnte, während für ein optisches Modell, das auf gekoppelten Lichtwellen basiert, die Maxwell'schen Gleichungen für elektromagnetische Erscheinungen gelten.

Mit dem Modell, das unter der Leitung von Dr. Robert Spreew gebaut wurde, kann man bei einer Reihe von atomaren Phänomenen untersuchen, ob es sich um klassische oder quantenmechanische Erscheinungen handelt. Die Untersuchung wird dadurch vereinfacht, daß das Modell im sichtbaren Bereich sehr viel größer ist als das sonst unsichtbare Atom. Das Modell besteht aus einem Laser und einer Kombination von Spiegeln oder einer Schlaufe von optischen Glasfasern, so daß ein geschlossener Ring entsteht, in dem sich das Laserlicht bewegt. Mit Hilfe eines elektro-optischen oder magnet-optischen Systems kann die Frequenz der Lichtwellen, die das Modell durchlaufen, so manipuliert werden,

Das optische Atommodell besteht aus einem Laser und einer Reihe von Spiegeln und Linsen.



### DEM ATOMAREN CHAOS AUF DER SPUR

Im Huygens-Laboratorium an der Universität Leiden, Niederlande, ist ein optisches Atom-Modell gebaut worden, dem mathematische Gleichungen zugrunde liegen, mit denen man ein Atom im Grundzustand und in angeregtem Zustand umschreiben kann. Dies gilt als beachtlich, da ein Atom

daß verschiedene Zustände eines Atoms sowie verschiedene Veränderungen naturgetreu nachgebildet werden können.

Wahrscheinlich kann man mit Hilfe des Leidener Modells auch Chaosformen in Atomen untersuchen. Ungeklärt ist noch die Frage, ob das Modell quantenmechanische Effekte darstellen kann, darunter den spontanen Zerfall eines Atoms. NWO



Underberg-Kropfhalsflasche aus den 1880er Jahren.

### DIE ERFINDUNG DES MODERNEN MARKENARTIKELS

Herstellermarken, die für die Qualität verschiedenster Produkte bürgen, gibt es schon seit dem Mittelalter, konkrete Produktmarken aber wurden erst im letzten Jahrhundert am Markt angeboten. Hubert Underberg (1817 bis 1891) erkannte, daß ein Markenartikel eine originelle, leicht wiedererkennbare, vor allem aber immer gleiche äußere Ausstattung braucht. Bei dem Underberg-Kräuterbitter waren das die Kropfhalsflasche, das Flaschenetikett, Siegel, „Gebrauchsanweisung“ und Vignette. Über 40 Jahre vor dem ersten Markenschutzgesetz in Deutschland von 1894 ließ Underberg im Jahre 1851 diese originale Ausstattung beim Krefelder Handelsgericht deponieren, um Nachahmungen zumindest publikumswirksam diskreditieren zu können.

Underberg versuchte, seine „Erfindung“, soweit es möglich war, durch Rechtsakte zu sichern und beim Verbraucher ein Markenbewußtsein über dessen ausgezeichnete Qualität entstehen zu lassen. Dazu ließ er bei 15 ausländischen Botschaften Abschriften einer Urkunde deponieren, in der Underberg feierlich erklärte, nur er und seine Frau würden die Rezeptur des Original-Underberg kennen. Ärztliche Gutachten, Ausstellungsmedaillen und die Stellung als Hoflieferant sollten das Marken- und Qualitätsbewußtsein seiner Käufer stärken.

Erst nach dem Schutzgesetz von 1894 entstanden in Deutschland viele Markenartikel nach dem Vorbild des Underberg. Die Markenartikelwerbung hatte erhebliche Rückwirkungen auf die technische und ästhetische Gestaltung der Produkte. Für amerikanische Markenprodukte ist das kürzlich in einer interessanten und lesenswerten Studie von Richard S. Tedlov nachgewiesen worden: *New and Improved. The Story of Mass Marketing in America.*

### KARTOGRAPHIE UNTER DER ERDE

An der Universität Utrecht wird eine Weltkarte des oberen Erdmantels erstellt, der sich bis in etwa 600 Kilometer Tiefe ausdehnt. Die Seismologen wenden Methoden der tomographischen Modellierung an. Dabei werden Digitalaufnahmen kurzperiodischer Erdbebenwellen vom Computer zu dreidimensionalen Bildern verarbeitet.

Während sich die Tomometrie in der medizinischen Diagnostik der Röntgenstrahlung oder des Ultraschalls bedient, sind Seismologen auf Schwingungen angewiesen, die das Untersuchungsobjekt „Erde“ selbst erzeugt. Vor allem in bebenschwachen Gebieten können die Informationen jedoch dürftig sein, so daß die darauf basierenden Computerbilder bislang nur eine geringe Auflösung zeigen. Durch eine neuartige mathematische Auswertung sämtlicher Bestandteile der seismischen Datei eines Gebiets gelangt man in Utrecht zu aufschlußreichen „Tomographien“ des Erdinneren.

Die europäischen Bebedaten werden größtenteils durch NARS geliefert, ein von den Niederlanden erstelltes Netzwerk von selbstregistrierenden Seismographen, das seit 1983 in wechselnden Konfigurationen arbeitet.

Internationale Daten liefert ORFEUS, ein in Utrecht angesiedeltes europäisches Zentrum, das digitale Seismogramme sammelt und nutzt. NWO

Fotos: Underberg-Archiv (o.); Eduard de Kam/FOM (l.u.)

# Bayer informiert:

SERVICE DER BAYER AG KONZERNVERWALTUNG ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

NR. 3



Das „BayKomm“ in  
Leverkusen:  
Zwischen Verwaltungs-  
hochhaus und  
japanischem Garten

## Das neue Bayer-Kommunikationszentrum – eine Brücke zum Bürger:

Am 5. September 1991 wurde in Anwesenheit vieler Ehrengäste aus Politik, Industrie und Gesellschaft das neue Bayer-Kommunikationszentrum „BayKomm“ feierlich eröffnet.

Das „BayKomm“ soll über Grenzen hinweg eine Brücke der Verständigung zwischen Chemie, zwischen Bayer und dem Bürger sein.

Auf einer Ausstellungsfläche von 1.350 Quadratmetern geben wir einen Überblick über die Bedeutung der Chemie im Alltag. Acht unterschiedliche Themenbereiche vermitteln den Besuchern „Chemie zum Anfassen“.

Ausstellungsbereich Ernährung:  
Die Weltkugel verschafft dem Besucher einen Überblick über Anbauflächen in der Welt



Das „BayKomm“ versteht sich nicht als Ausstellung, in der in erster Linie die Exponate im Mittelpunkt stehen, sondern als eine Dialog- und Diskussionsstätte, die die Zusammenhänge im Bereich der chemischen Industrie und bei Bayer deutlich machen soll.

Darüber hinaus stehen im „BayKomm“ vier Kommunikationsräume und ein Multifunktionsraum für Vortragsreihen, Symposien oder Presseveranstaltungen zur Verfügung.



Ausstellungsbereich Verkehr:  
Bayer-Werkstoffe rund um das Auto

Wir senden Ihnen gerne weitere Informationen zum Thema „BayKomm“ zu. Bitte schreiben Sie an die Bayer AG, K-Öffentlichkeitsarbeit, 5090 Leverkusen  
Telefon 02 14/3 07 26 03  
Telefax 02 14/3 06 14 44

KI 5102b

**Bayer** 



Der arabische Gelehrte Al Sufi (903–986) zeichnete als erster das Bild des Andromedanebels; es befindet sich rechts neben dem Maul des Fisches.

Rechte Seite: Unsere Milchstraße, von der Seite gesehen. Längs der Mittelebene ziehen sich absorbierende Staubmassen hin, dargestellt als heller horizontaler Streifen. Die Scheibe ist im kugelförmigen Halo eingebettet. In ihm stehen Sterne (Punkte) und Kugelsternhaufen (große Punkte). Der Pfeil zeigt auf unser Sonnensystem.

# ROTE RIESEN, WEISSE ZWERGE

## Die Anatomie der Milchstraße: Leben und Sterben der Sterne

VON RUDOLF KIPPENHAHN

Im Mai 1992 wurde im Deutschen Museum die neue Abteilung Astronomie eröffnet. Sie zeigt die Entwicklung der Himmelskunde von den Anfängen in den ersten Hochkulturen bis zu den aktuellen Erkenntnissen und Forschungsinhalten. Für „Kultur & Technik“ beschreibt Professor Rudolf Kippenhahn, der auch den Eröffnungsvortrag hielt, unser heutiges Wissen über die Milchstraße. Es ist die stets von neuem fesselnde Geschichte vom Entstehen, Leben und Sterben der Sterne, von gewaltigen Energieballungen und Explosionen, die sich am scheinbar so ruhigen Sternenhimmel abspielen.

aber entlang der Sternenschicht, dann erblicken wir ungleich mehr. Die Schicht der Sterne am Himmel erscheint uns als breiter, sternreicher Streifen, die Milchstraße.

Als der damals 27jährige Immanuel Kant in Königsberg von dieser Idee erfuhr, ging er noch einen Schritt weiter. Er fragte sich, wie Wrights flache Schicht erschiene, wenn man sie von außen betrachten würde. Kant wußte bereits, daß man am Himmel viele kleine Nebelscheibchen sieht, die einmal kreisrund, das andere Mal von elliptischer Form sind. Den bekanntesten Nebelfleck, den *Andromedanebel*, sieht man schon mit freiem Auge. Der

Weltkrieges, daß wir nicht in der Mitte des flachen, linsenförmigen Sternsystems sitzen. Der Mittelpunkt liegt vielmehr in der Richtung des Sternbildes Sagittarius, dort, wo uns die Milchstraße besonders hell erscheint. Wir stehen nicht gerade am Rand der Scheibe, aber auch nicht in der Mitte.

Man schätzt heute den Abstand Zentrum-Sonne auf 28 000 Lichtjahre. Ein Lichtstrahl, der die Scheibe von Rand zu Rand, quer durch die Mitte, durchläuft, ist etwa 100 000 Jahre unterwegs. Die Scheibe ist in einen kugelförmigen Bereich eingebettet, in dem gleichfalls Sterne stehen, wenn auch spärlicher verteilt als in der Scheibe. Das ist der *Halo* unserer Galaxis. Bisweilen häufen sich in ihm die Sterne zu sogenann-

Seit Menschen zum Nachthimmel blicken, kennen sie die Milchstraße, die sich als gewaltiger Kreis über den Nord- und Südhimmel zieht. Als im August des Jahres 1609 Galileo Galilei sein kleines Teleskop zum Himmel richtete, erkannte er, daß dieser Streifen aus zahllosen Einzelsternen besteht. Helle Flecken in ihm lösten sich im Fernrohr in Anhäufungen von Sternen auf.

Eineinhalb Jahrhunderte später erklärte der englische Naturforscher Thomas Wright of Durham, wie das Band der Milchstraße zustandekommt. Die Sterne erfüllen den Raum nicht gleichförmig, meinte er, sondern stehen nur in einer verhältnismäßig dünnen, von zwei parallelen Ebenen begrenzten Schicht. Mitten in ihr sind auch wir mit unserer Sonne. In welche Richtung wir auch in den Raum hinausschauen, überall sehen wir Sterne. Schauen wir senkrecht zu den beiden Begrenzungsebenen, erkennen wir nur verhältnismäßig wenige. Schauen wir

arabische Gelehrte Al Sufi, er lebte im 10. Jahrhundert, zeichnete ihn als erster in eine Sternkarte.

Inzwischen kennen wir viele solcher Nebelflecken. Der junge Kant vermutete, daß jene Scheibchen Wrightsche Sternschichten sind, die weit draußen im Raum stehen, gewaltige mit Sternen angefüllte, flache Kreisscheiben. Unser eigenes Sternsystem ist eine von ihnen. Bei einigen blicken wir senkrecht auf sie und sehen sie kreisrund. Andere sehen wir von der Seite, sie erscheinen uns als schmale Streifen.

Erst im Jahre 1924 konnte man beweisen, daß Kant recht hatte; daß der Andromedanebel in so großer Entfernung steht, daß er sich mit der Sternscheibe, in der wir stehen, durchaus messen kann. Denn inzwischen hatte man die Größe der Scheibe ausgelotet, in der wir mit der Sonne stehen. Der amerikanische Astronom Harlow Shapley entdeckte während des Ersten

ten *Kugelsternhaufen*, in denen bis zu 100 000 Sterne auf ein Raumgebiet von 30 bis 50 Lichtjahren Durchmesser zusammengedrängt sind. Auch die anderen Galaxien zeigen solche Halos. Um die Kugel des die Scheibe umgebenden Halos quer zu durchlaufen, benötigt das Licht 160 000 Jahre. Scheibe und Halo enthalten etwa 100 Milliarden Sterne, das sind etwa so viele, wie Reiskörner, dicht gepackt, in das Innere einer Kirche gehen. Doch die Sterne sind nicht dicht gepackt. Ihre Entfernungen im Verhältnis zu ihrer Größe entsprechen in unserem Vergleich einer Handvoll Reiskörner über ganz Mitteleuropa verstreut.

Sterne strahlen nicht ewig. Das Licht und die Wärme, die sie aussenden, bestreiten sie aus Kernenergie. Man kann heute die Lebensgeschichten von Sternen auf Computern simulieren und verfolgen, was mit ihnen geschieht, wenn ihr Kernbrennstoff versiegt und aus der ursprünglichen, hauptsächlich aus Wasserstoff und Helium bestehen-

den Mischung höhere chemische Elemente entstehen. Wir wissen, daß sich nach dem Erschöpfen des Kernbrennstoffes die Sterne kurzzeitig aufblähen und zu sogenannten *Roten Riesen* werden. Damit ist es möglich geworden, Gruppen von Sternen, die man in der Milchstraße beobachtet, anzusehen, wie alt sie sind.

Die ältesten Sterne unserer Galaxis sind Greise von 15 bis 18 Milliarden Jahren. Man findet sie hauptsächlich im Halo. Wie immer sich auch unser Sternsystem gebildet hat, zuerst entstanden offensichtlich die Halosterne. Ihnen gegenüber ist die Sonne mit weniger als einem Drittel an Lebensalter jung. Unsere Galaxis beherbergt aber auch Kleinkinder, höchstens eine Million Jahre alt. Im Sternbild Orion stehen solche Sterne. Die schon mit dem freien Auge erkennbare Gruppe der Plejaden hat ein Alter von 50 Millionen Jahren.

## GAS, STAUB UND EXPLODIERENDE STERNE

Wir beobachten in der Milchstraße Rote-Riesen-Sterne, die also schon unter einer Energiekrise zu leiden haben, wir sehen aber auch solche, die ihre Hüllen in den Raum abstoßen. Nach der Häutung bleibt ein kleiner Stern übrig, ein sogenannter *Weißer Zwerg*, in dem keine Kernprozesse mehr ablaufen.

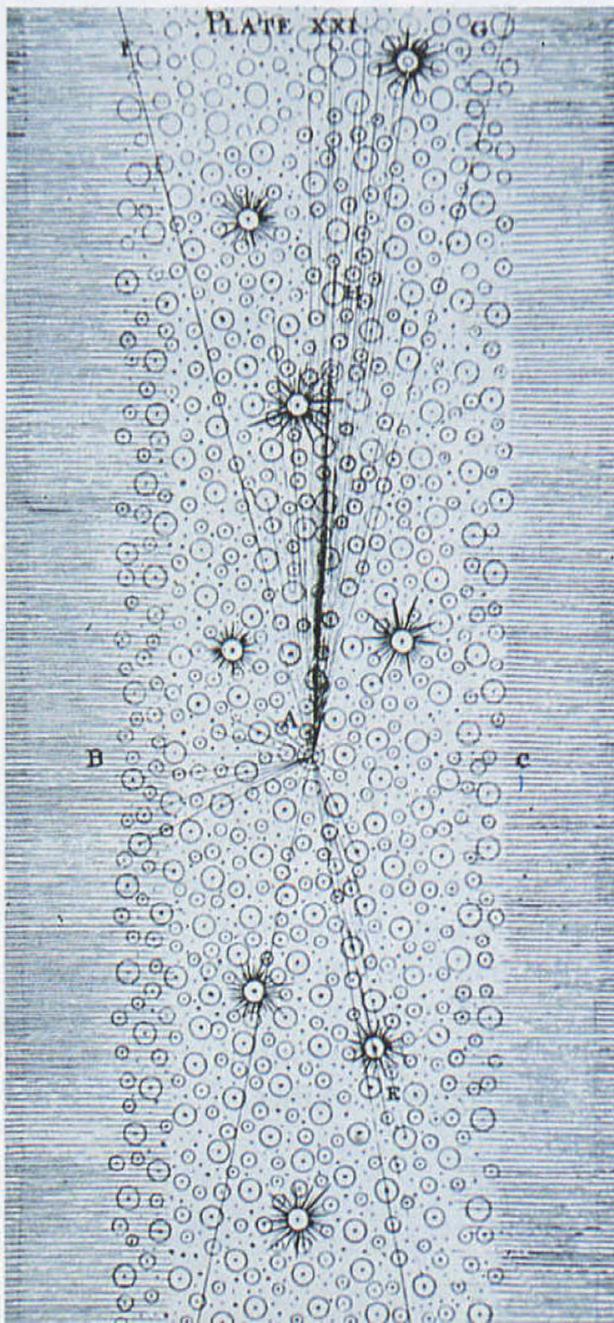
Manche Sterne enden aber auch in einer gewaltigen Explosion als sogenannte *Supernovae*. Dann gelangen chemische Elemente, die der Stern erst im Laufe seines Lebens gebildet hat, in das die Sterne umgebende Gas. In unserem Sternsystem haben wir die letzten Supernova-Explosionen vor der Erfindung des Fernrohres beobachtet. Vor einigen Jahren machte eine Sternexplosion in einer nahe unserem System gelegenen Galaxie Furore, die Supernova in der Großen Magellanschen Wolke. Sie ging vor 170 000 Jahren hoch. Am 23. Februar 1987 erreichte ihr Licht die Erde.

Doch Supernovae sind eigentlich keine seltenen Ereignisse. Wenn wir in der Lage wären, die flache Scheibe unserer Galaxis von einem Raumschiff aus von außen zu beobachten, wir sähen dann zwar mehr Explosionen, da uns das Licht verschluckende Staub-



In der Blickrichtung des Sternbildes des Schützen (Sagittarius) liegt das Zentrum des Milchstraßensystems. Staubwolken lassen kein sichtbares Licht von dort zu uns. Die helle Linie im Bild stammt von einem vorüberziehenden Satelliten.

Thomas Wright of Durham veröffentlichte 1750 sein Modell der Milchstraße. Wir stehen mit der Sonne bei Punkt A. Je nachdem, in welche Richtung man aus der Sternschicht hinausblickt, sieht man viele (Blickrichtungen D, F, G, H) oder wenige (Blickrichtungen B, C) Sterne.



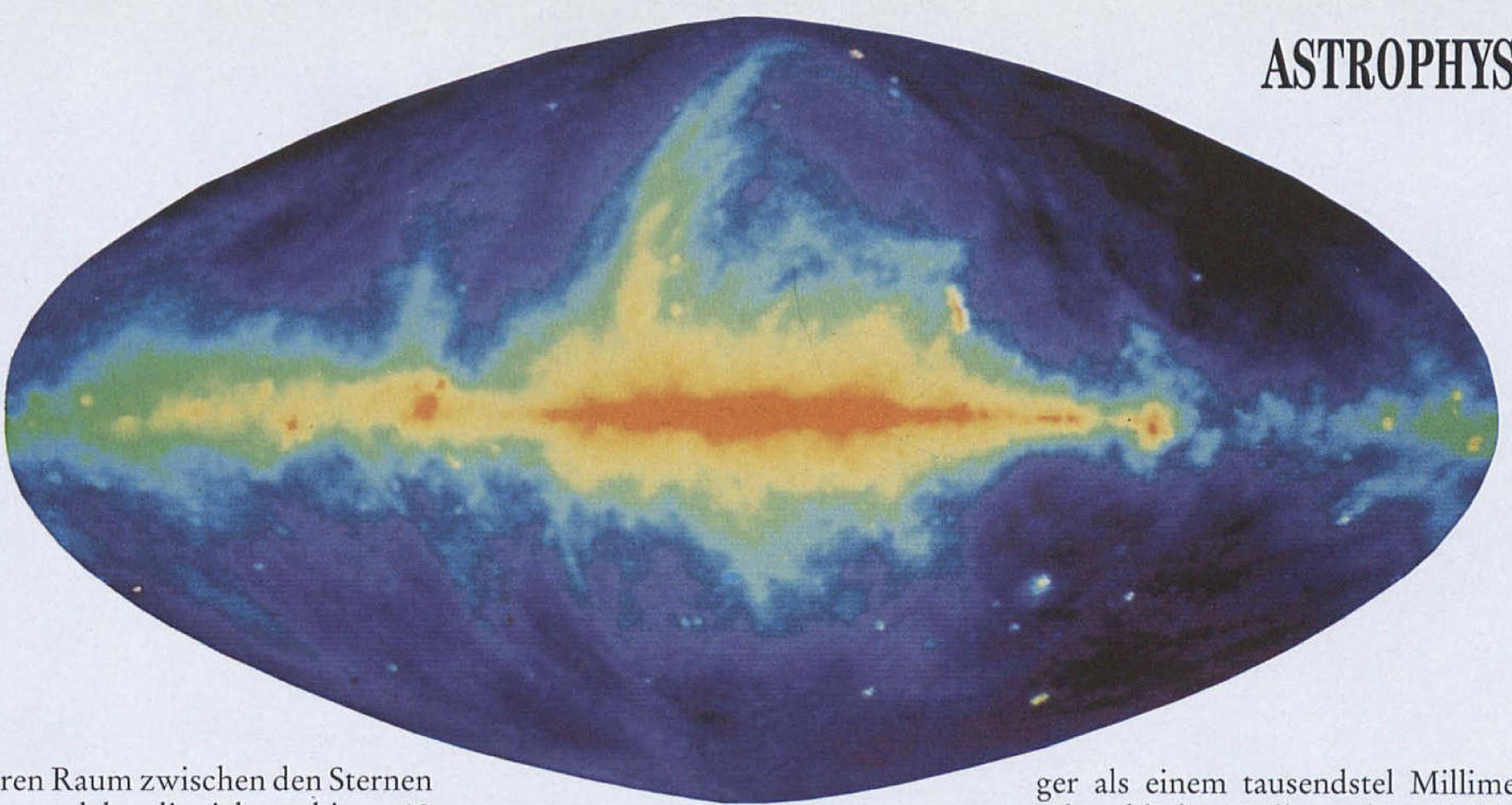
wolken weniger stören würden, wir müßten aber doch im Mittel vielleicht ein halbes Jahrhundert warten, bis unter den 100 Milliarden Sternen einer hochgeht. Man könnte glauben, daß solch ein seltenes Ereignis unter den Milliarden von Sternen keine Rolle spielt.

Doch betrachten wir die Scheibe einmal im Zeitraffer, in dem 100 Millionen Jahre nur eine Stunde sind, also etwa um ein Billionenfaches beschleunigt: Dann blitzen in der Scheibe in jeder Sekunde 500 Supernovae auf. Jede leuchtet nur etwa für eine zehntausendstel Sekunde. Das hat Folgen.

Das Gas zwischen den Sternen wird durch die schwereren Elemente aus den Explosionswolken verunreinigt. Sterne, die daraus später entstehen, haben zum Beispiel einen höheren Metallgehalt als Sterne, die zur ersten Generation der Sterne gehörten. Die Stoffe in unserem Körper, die leichter sind als Eisen, etwa das Kalzium in unseren Knochen, der Kohlenstoff in unseren Eiweißverbindungen, sind im Inneren eines Sterns zusammengekocht und bei einer Supernova-Explosion in den Raum geschossen worden. Das Gold unserer Zahnplomben oder die Spuren von Cäsium und Barium in uns wurden irgendwann einmal während einer Supernova-Explosion gebildet und gleichfalls in den Raum geschleudert. So kann man durch Spektralanalyse den Metallgehalt eines Sterns bestimmen, um damit einen Hinweis auf sein Geburtsdatum zu erhalten.

Der Raum zwischen den Sternen unserer Galaxis ist nicht leer, Gas- und Staubmassen füllen ihn aus. Diese interstellare Materie ist stark verdünnt, stärker als es den Vakuumtechnikern auf der Erde bisher gelang. Im Volumen eines Weinglases findet man im Mittel nur ein Atom. Wasserstoff und Helium sind verhältnismäßig häufig. Im Raum zwischen den Sternen hat sich ein Teil der Wasserstoffatome zu Wasserstoffmolekülen verbunden. Auch andere Atome wie die von Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff findet man im interstellaren Gas. Auch sie haben sich zum Teil mit anderen Atomen zu Molekülen gepaart, zum Beispiel Kohlenmonoxid gebildet. Es macht sich durch seine Radiostrahlung bemerkbar.

Aber auch komplizierte organische Moleküle findet der Radioastronom im



Eine Radiokarte des Himmels in Falschfarben. Die stärkste Radiostrahlung (rot) kommt aus dem Zentrum der Milchstraße.

fast leeren Raum zwischen den Sternen vor, sogar solche, die sich aus bis zu 13 Einzelatomen zusammensetzen. In den 70er Jahren haben die Radioastronomen riesige Gaswolken entdeckt, die hauptsächlich aus Wasserstoffmolekülen bestehen. In ihnen steht auch der Staub verhältnismäßig dicht. Wahrscheinlich sind sie die Orte, an denen Sterne geboren werden.

Der Wasserstoff, der normalerweise neutral ist und der sich nicht zu Molekülen vereinigt hat, sendet elektromagnetische Strahlung einer Wellenlänge von 21 Zentimetern aus. Dafür ist unser Auge blind. Diese Strahlung haben unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg holländische Astronomen unter der Führung des Nestors der holländischen Astronomie, Ian Hendrik Oort, benutzt, um die Struktur des Milchstraßensystems zu erforschen. Das Ergebnis: Der Wasserstoff in unserer Milchstraßenscheibe zeigt eine Spiralstruktur wie wir sie in vielen Galaxien beobachten.

### WARUM ZEIGEN DIE GALAXIEN SPIRALARME?

Auch mit Hilfe von Gruppen junger Sterne hat man versucht, Einzelheiten in der Struktur unseres Milchstraßensystems zu erkennen, denn für uns, die wir mitten unter den Sternen der Milchstraße leben, und die wir das System nicht von außen sehen können, ist es etwa ebenso schwer, seine Struktur zu erkennen, wie für jemanden, der mitten im Wald zu erraten versucht, welche Form das Waldstück auf der Karte hat.

Das Ergebnis: Auch die jungen Sterne sind in Spiralarmlen angeordnet. Wie bei den anderen Galaxien, bei denen wir das besser sehen, sind die Spiralarmlen nicht etwa die Stellen, wo sich die Sterne häufen, nein, nur der Wasserstoff und die jungen Sterne treten dort bevorzugt auf. Die jungen Sterne strahlen besonders viel ultraviolettes Licht ab. Damit regen sie benachbarte Wasserstoffwolken zum Leuchten an. Deshalb sind die Spiralarmlen der Galaxien hell. Doch warum die spiralförmige Struktur? Die Frage erfordert, sich mit der dunklen Materie und mit der Bewegung des Systems zu befassen.

An vielen Stellen des Himmels verdecken dunkle Staubwolken das Licht der dahinter liegenden Sterne. Wir blicken dort auf eine scheinbar sternleere Gegend. Doch die dunklen Wolken sind nicht unsichtbar. Sie strahlen im infraroten Licht. Empfänger dafür sehen nicht nur die Strahlung der dunklen Wolkenballen, sie zeigen uns auch, daß in der Mittelebene unserer Milchstraßenscheibe eine Staubschicht liegt, die wir von der Seite sehen und die sich deshalb wie ein scharf begrenzter schmaler Streifen in der Mitte des Milchstraßenbandes über den Himmel erstreckt.

Der interstellare Staub besteht aus Teilchen mit Durchmesser von weni-

ger als einem tausendstel Millimeter. Obwohl die Wolken, die sie bilden, die dahinterliegenden Sterne verdecken, sind die Staubkörner im Raum dünn verteilt. In einem Würfel von 100 Metern Kantenlänge findet man durchschnittlich ein einziges Staubkorn. Trotzdem kann eine große Dunkelwolke das Millionenfache der Masse der Sonne an Staub in sich bergen.

Stellen wir uns vor, wir würden wieder vom Raumschiff außerhalb unseres Milchstraßensystems aus beobachten. Wir sähen die Scheibe, die leuchtenden Gaswolken und die dunklen Staubvorhänge, die das Licht der dahinterstehenden Sterne nicht zu uns lassen. Wir sähen ein unbewegtes Bild. Daß die Sterne innerhalb von einigen 100 Millionen Jahren einmal um das Zentrum kreisen, bliebe uns verborgen. Nur im Zeitraffer könnten wir die Bewegung sichtbar machen. Stellen wir uns also vor, alle Bewegungen wären mehr als billionenfach schneller. Dann erst sähen wir, wie das System rotiert. Alle Sterne bewegten sich um den Mittelpunkt. Aber wir sähen die Scheibe nicht starr rotieren. Die weiter draußen ihre Bahn ziehenden Sterne brauchen mehr Zeit für einen Umlauf als die in der Nähe des Zentrums. Die Sonne fliegt mit einer Geschwindigkeit von 220 Kilometern in der Sekunde.

Blicken wir nun in den Halo des Milchstraßensystems. Auch dort bewegen sich die Kugelsternhaufen und die Sterne zwischen ihnen um das Zentrum. Konzentrieren wir uns auf einen Kugelsternhaufen oberhalb der Scheibe. Er wird durch die Anziehung des Systems nach unten gezogen und fliegt durch die Scheibe hindurch nach un-



Im Orionnebel regen junge,  
helle Sterne,  
kaum älter als einige  
Millionen Jahre,  
Gasmassen zum Leuchten an.

ten, auf die andere Seite. Die Anziehungskraft der Sterne der Scheibe verlangsamt nunmehr seinen Fall und kehrt die Bewegung um. Der Kugelhauften durchdringt die Scheibe nunmehr zum zweiten Mal, jetzt von unten her. So pendelt er, während er seine Bahn um das Zentrum zieht, von einer Seite zur anderen. Wegen der geringen Sterndichte in der Scheibe und selbst in dem scheinbar dichten Kugelsternhaufen kommt es nie zu einer Katastrophe, bei der ein Stern mit einem anderen zusammenstößt.

Auf den ersten Blick scheint es kein Wunder zu sein, daß man in den Galaxien Spiralstrukturen erkennt. Auch ein Kaffee-Milch-Gemisch in der Tasse zeigt beim Umrühren spiralige Strukturen, weil die Flüssigkeit in verschiedenen Abständen von der Mitte verschieden rasch rotiert. So würde man erwarten, daß jede anfängliche Struktur in der Galaxis durch die unterschiedlichen Umlaufgeschwindigkeiten nach einiger Zeit spiralartig wird. Carl Friedrich von Weizsäcker sagte einmal, daß die Milchstraße, selbst wenn sie anfangs wie eine Kuh ausgesehen hätte, heute Spiralen zeigen müßte. Tatsächlich, wenn man das wörtlich nimmt, findet man, daß noch ehe das Gros der Sterne auch nur einen Umlauf um das Zentrum beendet hat, aus der Kuh-Galaxie eine wunderbare Spirale geworden ist.

### DIE SUCHE NACH DEM ZENTRUM

Leider hat die Sache einen Haken: Um aus der ursprünglichen Struktur die Spirale zu bilden, braucht es etwa 100 Millionen Jahre. Unser Milchstraßensystem ist aber etwa 100mal so alt. Die ursprüngliche Struktur müßte sich inzwischen noch sehr viel weiter aufgewickelt haben. Wie die Rillen einer Langspielplatte müßten sich die Spiralen 100mal und mehr um das Zentrum winden. Das beobachten wir weder in unserem System noch in den anderen Galaxien. Die Spiralarme können also nicht für immer aus denselben Sternen bestehen. Sie werden von Sternen und interstellarer Materie durchströmt, so wie eine Flamme durchströmt wird. Sie ist ein *Zustand* der durch sie fließenden Gase, der Zustand, in dem sie brennen. So ist auch ein Spiralarm der Zustand, in dem aus dem interstellaren Gas neue



0 Jahre



5 Mio. Jahre

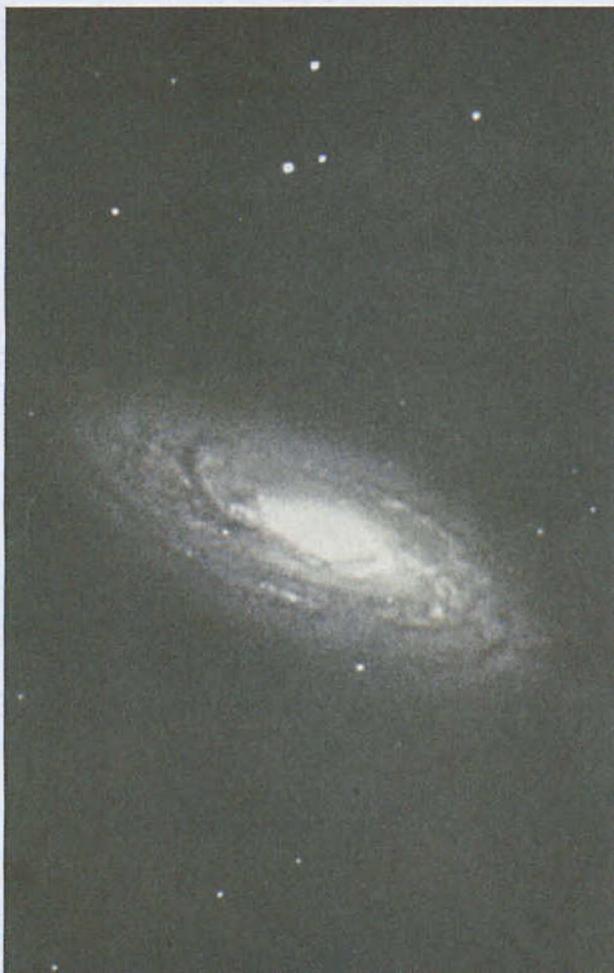


100 Mio. Jahre



200 Mio. Jahre

Oben: Da die Milchstraßenscheibe im inneren Teil rascher rotiert als weiter draußen, entstehen aus jeder anfänglichen Struktur schließlich Spiralen.  
Unten: Die Spiralstruktur des fernen Sternsystems NGC 5005.



Sterne entstehen. Die Neugeborenen sind zum Teil sehr hell. Ihr Licht und das der sie umgebenden Gase, die sie zum Leuchten anregen, lassen den Spiralarm hell erscheinen. Die neu entstandenen hellen Sterne sind sehr kurzlebig. Wenn sie den Spiralarm verlassen, haben sie ihren ursprünglichen Glanz verloren.

Die Sterne ziehen ihre Bahnen um das galaktische Zentrum so, daß sich die Fliehkraft der Bewegung und die Schwerkraft der Materie der Milchstraße gerade die Waage halten. Das gestattet, aus ihren Geschwindigkeiten in verschiedenem Abstand vom Zentrum etwas über die Verteilung der Materie zu erfahren. Nicht, daß wir davon gar keine Ahnung hätten; wir beobachten ja die Sterne und wissen, in welchen Entfernungen vom Zentrum sie stehen. Das gibt uns Aufschluß über die Verteilung der *sichtbaren* Materie. Die Bewegung der Sterne aber gibt uns einen Hinweis auf die *gravitierende*, also Schwere ausübende Materie. Das Ergebnis ist beunruhigend, und bis heute haben wir es noch nicht verstanden: In unserem Milchstraßensystem gibt es etwa zehnmal so viel gravitierende Materie als sichtbare. In den Sternen und in den Gas- und Staubmassen unserer Milchstraße sehen wir offensichtlich nur die Spitze eines Eisberges. Wo steckt die unsichtbare Materie unseres Sternsystems? Das ist eine der Fragen, die Astronomen heute bewegen.

Die Milchstraße ist eine rotierende Scheibe aus Sternen, Gas und Staub. Was steht in dem Zentrum, um das sich alles dreht? Ich will verraten, was die Astronomen dort liebend gern entdecken würden: Eine Scheibe, in die jahraus, jahrein Gasmassen in spiralförmigen Bahnen in ein Loch im Zentrum strömen, in ein sogenanntes *Schwarzes Loch*, in dem die Materie so dicht gepackt und daher die Schwerkraft so stark ist, daß sie keine Materie, ja nicht einmal das Licht, wieder herausläßt. Aber nicht alles geht im Schwarzen Loch verloren. Noch ehe die Materie im wahrsten Sinne des Wortes auf Nimmerwiedersehen verschwindet, sendet sie Licht, Radiowellen und Röntgenstrahlung aus. Teile der einstrudelnden Materie entgehen dem Untergang und schießen in zwei scharfen Strahlen pfeilgerade und nahezu mit Lichtgeschwindigkeit nach außen.

Abbildungen: R. Piper & Co. Verlag, München 1980 (l. o.); Mount Wilson and Palomar Observatories, Pasadena (l. u.); Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, Garching (r. o.)

Warum wünschen sich viele Astronomen solch ein skurriles Milchstraßenzentrum? Es gibt Galaxien, aus deren Zentrum ein Strahl herausgeschossen kommt, fast so schnell wie das Licht. Da gibt es Galaxien, die – äußerlich unscheinbar – erst auffallen, wenn man ihre Radiostrahlung untersucht. Ihre Strahlung kommt gar nicht aus der Galaxie heraus, sondern von zwei links und rechts neben dem Sternsystem stehenden Flecken, die man im sichtbaren Licht nicht bemerkt. In zwei nadscharf fokussierten Strahlen kommt Materie nahezu mit Lichtgeschwindigkeit in zwei entgegengesetzte Richtungen aus dem Zentrum geschossen und beliefert die beiden Materieballen, die kein sichtbares Licht, wohl aber Radiostrahlung aussenden, mit Energie. Materie, die in ein Schwarzes Loch stürzt, könnte diese Erscheinung erklären.

Was hat unser Milchstraßensystem in seinem Zentrum aufzuweisen? Von uns aus gesehen steht es im Sternbild des Schützen (Sagittarius). Zwar ist das Band der Milchstraße dort besonders hell, doch dichte Staubwolken gestatten keinen direkten Blick auf das galaktische Zentrum. Nur Radiowellen, Röntgenstrahlung und infrarotes Licht können die Staubmassen durchdringen. Was sie vorläufig zeigen, ist nicht gerade aufregend. Im Bereich der Radiowellen ist das Zentrum besonders hell. Es zeigt einige Strukturen und auch eine recht unscheinbare punktförmige Radioquelle, die man für das geheimnisvolle Zentrum der Milchstraße hält. Die Radiostrahlung jener Gegend wurde übrigens zu der Zeit ausgesandt, zu der wir auf der Erde uns anschickten, Büffel an Höhlenwände zu malen.

## MATERIE WIRD SICH IHRER SELBST BEWUSST

Wenn man sieht, welch aufregendes Geschehen offensichtlich in den Zentren mancher Galaxien abläuft, erwartet man eigentlich, daß es auch im Zentrum unseres Systems alles das gibt, was heute in der Astrophysik gut und teuer ist: ein Schwarzes Loch, Röntgen- und Gammastrahlung, hochenergetische Teilchenströme, die aus seiner Umgebung hervorgeschossen kommen. Der Garching-Röntgensatellit ROSAT sah nichts Besonderes an der Stelle, um die sich in unserem System



Der Röntgensatellit ROSAT arbeitet bei einer Wellenlänge, bei der vom Zentrum der Milchstraße (Bildmitte) nichts zu erkennen ist.

alles dreht, er sieht nicht weit genug. Aber auch in anderen Röntgenwellenlängen findet man nichts Spektakuläres. Haben Galaxien vielleicht aktive und dazwischen wieder ruhige Phasen? Schläft das exotische galaktische Zentrum zur Zeit, und kommt der irgendwann einmal erloschene Vulkan zu einem neuen Ausbruch?

Wie hat sich unser Sternsystem in der Vergangenheit verhalten, wie hat es sich überhaupt gebildet? Wahrscheinlich ist es bei der Entstehung unseres Milchstraßensystems folgendermaßen zugegangen: Vor 15 oder 20 Milliarden Jahren war da eine große Wolke aus Wasserstoff- und Heliumgas, die sich langsam verdichtete. In ihr flockten verdichtete Gaswolken in Form von Sternen aus. Sie sind Kugeln aus Gas, die durch ihre eigene Schwerkraft zusammengehalten werden. Im Inneren dieser Gaskugeln wurden aus den beiden Ausgangsstoffen schwerere chemische Elemente erzeugt. Die dabei freiwerdende Energie läßt die Sterne für lange Zeit leuchten. Die masseärmeren Sterne wurden dann zu Weißen Zwergsternen, die sich langsam abkühlen. Die massereicheren explodierten in einer Supernova. Die Explosionswolken drückten andere Teile des Gases der Wolke zusammen, und neue Sterne entstanden. Gleichzeitig reicherte sich das Gas der Wolke immer mehr mit schwereren chemischen Elementen an.

Noch war die Wolke angenähert kugelförmig. Die ersten Sterne, die entstanden waren, haben sich im Halo gebildet. Das Gas der Wolke zog sich weiter zusammen. Die anfänglich langsame Rotation wurde rascher, die Fliehkraft behinderte das Schrumpfen quer zur Rotationsachse. Nur noch parallel zur Achse konnte sich die Materie zusammenziehen – die Kugel plattete ab und wurde schließlich zur flachen Scheibe.

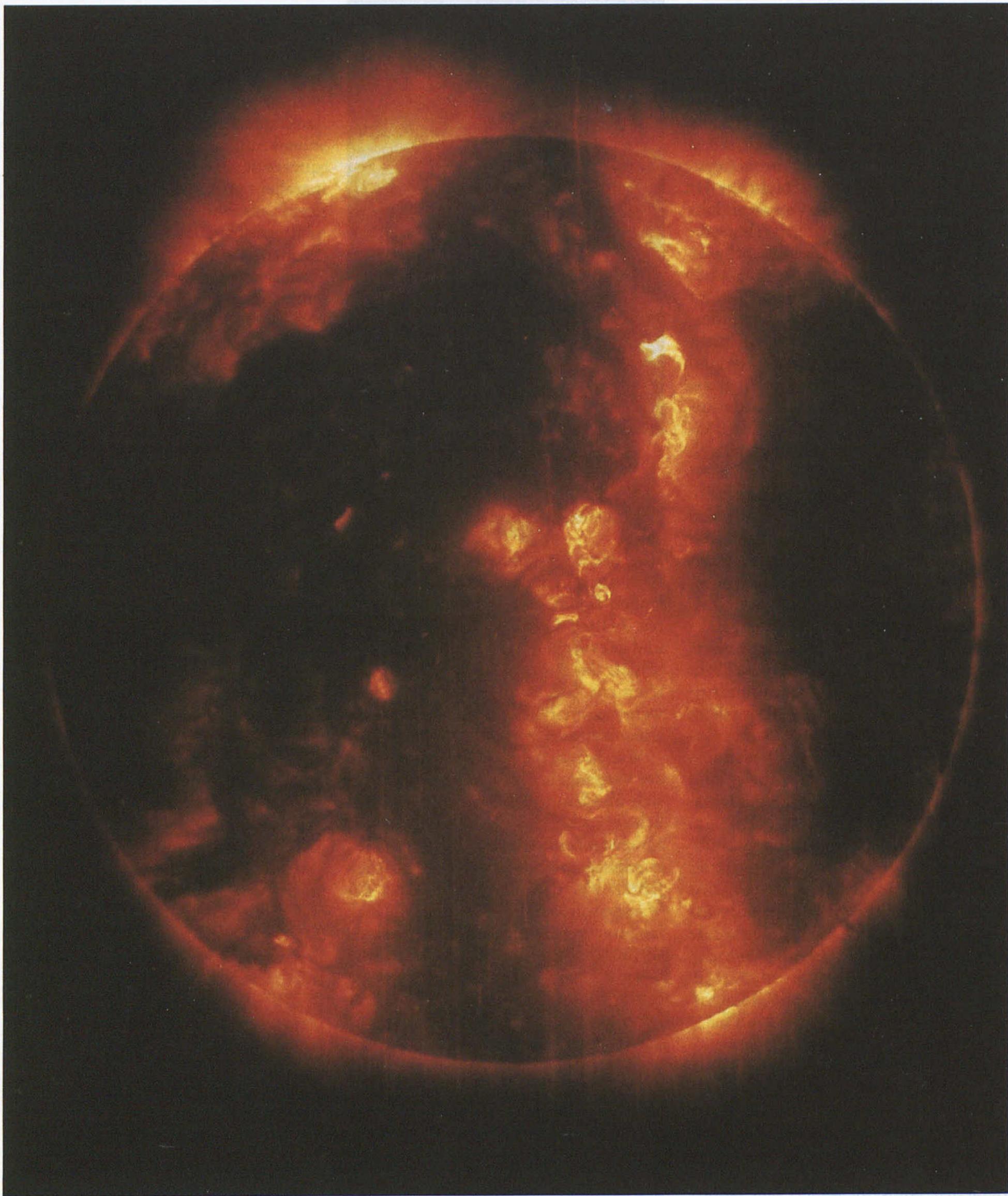
Die Sterne, die sich nun bildeten, entstanden in diesem flachen System aus Materie, die durch die Supernova-Explosionen vorangegangener Stern- generationen zunehmend mit schwereren chemischen Elementen verunreinigt worden war. Der Metallgehalt der Sterne der Scheibe ist daher merklich größer als der Sterne im Halo.

Vor etwa viereinhalb Milliarden Jahren bildete sich in der Scheibe des Milchstraßensystems eine Gruppe von Sternen – Sterne werden immer in großen Würfeln geboren. Einer von ihnen war unsere Sonne. Im Laufe der darauffolgenden Millionen Jahre löste sich die Sterngruppe auf, die Geschwister verloren sich aus den Augen. Von der Sonne wissen wir, daß sie bei ihrer Geburt eine Anzahl Planeten mitbekam, die sie umkreisen. Von *einem* Planeten wissen wir, daß sich auf ihm Leben bildete, das, als es reif dazu war, darüber nachzudenken begann, wie das gewaltige System der Galaxis beschaffen ist, nach welchen Gesetzen es sich bewegt und entwickelt.

Auf viele Fragen weiß es auch heute noch keine Antwort. □

## DER AUTOR

Rudolf Kippenhahn, geboren 1926, Dr. phil. nat. und Professor für Astrophysik, war bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1991 Direktor des Instituts für Astrophysik am Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik in München. Der heute in Göttingen lebende Wissenschaftler ist einem großen Leserkreis bekannt durch seine Bücher „100 Milliarden Sonnen“ (1981), „Licht vom Rande der Welt“ (1984), „Unheimliche Welten“ (1987), „Der Stern, von dem wir leben“ (1990), „Abenteuer Weltall“ (1991).



Die Sonne im Röntgenlicht, von einer Rakete aufgenommen mit dem Röntgenteleskop NIXT. Die Röntgenstrahlung geht von der Korona der Sonne aus, der über eine Million Grad heißen, äußersten Schicht der Sonne.

Fotos: NIXT/Leon Golub, USA (l.); Deutsches Museum (r.)

# „Der gestirnte Himmel über uns“

Zur Geschichte der neuen Ausstellung Astronomie

VON JÜRGEN TEICHMANN



Prototyp des „New Technology Telescope“ der ESO im Deutschen Museum.

Die so faszinierende Wissenschaft Astronomie, die vielleicht letzte reine Grundlagenwissenschaft – wo gibt es irgend einen direkten technischen Nutzen ihrer Ergebnisse? –, aber seit ihren Anfängen auch vorderster High-Tech Bereich der Menschheit, war im Deutschen Museum seit dem Ende des zerstörerischen Zweiten Weltkrieges nicht mehr richtig belebt worden. Die Astronomie spielte bei der Museumsgründung eine ganz wesentliche Rolle im Konzept Oskar von Millers, selbst in der Außenarchitektur des Sammlungsbaus, dessen oberer Teil mit drei Kuppeln der Sternwarte Pulkowa nachempfunden ist (siehe „Kultur & Technik“ 1/1986). Erste Gedanken zu einer neuen Ausstellung Astronomie regten sich um 1984. Eröffnet wurde sie nun am 7. Mai 1992.

**A**m 9. 12. 1985 tagte zum ersten Mal ein wissenschaftlicher Beirat, der aus namhaften Astronomen, einem Vertreter der Industrie und einem Vertreter des Bayerischen Finanzministeriums bestand. Den Vorsitz übernahm Professor Rudolf Kippenhahn, der wesentliche Anstöße für die Neukonzeption gegeben hatte: Regelmäßig hatte er

veraltete Darstellungen in der vorhandenen Astronomie-Ausstellung geißelt und dadurch zum Nachdenken gezwungen. Nachdem 1986 von der Museumsleitung die ersten finanziellen Möglichkeiten signalisiert wurden, begann das Planen von inhaltlichen, didaktischen und architektonischen Konzepten.

Eine Reihe von Gesichtspunkten war zu berücksichtigen, die teilweise schwer miteinander zu vereinbaren waren. So waren die Räumlichkeiten auf mehrere Stockwerke zersplittert: vom 3. bis zum 6. Stock. Man konnte die Ausstellung kontinuierlich historisch gliedern oder in zwei Hauptbereiche – klassische Astronomie und neue Astrophysik – aufteilen, was sich wegen der Haupträume im 3. und 5. Stock besonders anbot. Man konnte aber auch astronomieinterne Ordnungskriterien wählen, etwa entsprechend den wachsenden Dimensionen im Weltall – vom Planetensystem über unsere Milchstraße bis zu den Superstrukturen der Galaxienhaufen –, oder eine Ordnung entsprechend den unterschiedlichen Informationen, die wir aus dem Weltall erhalten: Sie reichen von den Radiowellen über den Infrarot-, den sichtbaren und den Ultraviolettbereich bis zur Röntgen- beziehungsweise Gammastrahlung und zur

Teilchenastronomie. Als Test für die Darstellung der modernen Astronomie wurde im Februar 1989 eine Sonderausstellung zur Röntgenastronomie eröffnet.

Erst Ende 1989 wurde das zunächst bestehende Konzept der Zweiteilung in klassische Astronomie und neue Astrophysik aufgegeben, da sich bei der zunehmenden Detailplanung doch große Probleme zeigten. Wo etwa sollte die Entwicklung der optischen Fernrohrtechnik zu sehen sein? Sie ging nahtlos aus der klassischen Astronomie in ganz neue Entwicklungen zum Beispiel der *Europäischen Südsternwarte* (ESO) über. Besonders in der Kosmologie zeigte sich, daß die ältere geschichtliche Entwicklung wesentlich zur Entwicklung modernerer Vorstellungen gehörte – aus wissenschaftlichen und didaktischen Erwägungen.

Der „gestirnte Himmel über uns“ ist auch 200 Jahre nach Immanuel Kant und trotz des künstlichen Lichts der Städte, der modernen Technik und der anderen aktuellen Wissenschaften faszinierendes und interessiert reflektiertes Gegenüber des heutigen Menschen. Das verbindet uns unmittelbar mit der Geschichte der ersten astronomischen Beobachtungen in den menschlichen Kulturen. Hier kann die historische Betrachtung dienen, den Kontrast zum heutigen Wissen besonders anschaulich und didaktisch hilfreich zu nutzen, etwa bei der Darstellung des Orion als mythologisch gedeutetes Sternbild und als Zufallsanordnung aus der Sicht der Erde, ohne jeden Zusammenhang in der Tiefe des Weltraums.

Das endgültige Konzept ging Anfang 1990 von einer Einteilung der Ausstellung aus, die sich an Fragen des astronomischen Laien orientierte (siehe *Kultur & Technik* 2/1992):

Was sehen wir am Himmel?

Was sind Sterne?

Wie entwickeln sie sich?

Wie sind sie im Weltall verteilt?

Woher kommt die Energie der Sonne?

Wie sieht unser Planetensystem aus?

Woher wissen wir das alles?

Wie haben sich Kosmos und Leben entwickelt?

Diese Einteilung wurde allerdings im Zusammenhang mit historischen und systematischen Kriterien gesehen und führte zu folgenden Ausstellungsbereichen: Der Weg in die Unendlichkeit: Wie ist das Weltall aufgebaut? –

Unzählige Sterne über uns: Was sehen wir am Sternenhimmel? – Von Farben, Fackeln und Blinkfeuern: Anfänge der Astrophysik. – Leben und Tod von Sonnen: Die Sternentwicklung. – Von Welteninseln und Inselketten: Großstrukturen im Weltall. – Der Himmel als Labor: Sehen, Beobachten und Messen. – Unser Muttergestirn: Die Sonne. – Himmlisches Uhrwerk: Unser Planetensystem. – Woher kommen wir, wohin gehen wir? Entwicklung des Kosmos. – Die Amateurastronomie kam zu diesen Bereichen hinzu.

Zugegeben, daß die Laienfrage „Woher wissen wir das alles?“ ausgiebiger beantwortet wird als jeder Laie das wissen will. Ihr gehört mit der Entwicklung der Instrumententechnik vom ersten Linsenfernrohr bis zum Neutrinozählrohr die ganze Galerie des dritten Stocks.

Das Problem jeder Ausstellung ist auch die Mischung des Anspruchsniveaus: Vom Laien bis zum Fachmann soll Spannendes geboten werden. Die Lösung dieses Problems sollte ein weiteres Prinzip der Ausstellung sein. Hier war insbesondere der Rat der Gymnasiallehrer Dr. Peter Bammes und Rudolf Herbst hilfreich, die durch die Stadt München beziehungsweise das Kultusministerium von einem (kleinen) Teil ihrer Arbeitszeit freigestellt wurden, um didaktisch zu beraten und an entsprechenden Inhalten direkt mitzuarbeiten. Sie gaben wertvolle Hinweise bei der Frage, wie man zwischen

dem interessierten Laien, zum Beispiel dem Schüler mittlerer Jahrgänge, und dem angehenden Fachmann, zum Beispiel dem Studenten der Physik oder Astronomie, vermitteln könne. An der Konzeption der Demonstrationen – zusammen mit den 16 Bildschirm-Demonstrationen sind es über 80 geworden – waren sie an vielen Stellen beteiligt.

Die Betonung von Demonstrationen sollte ein drittes Prinzip unserer Ausstellung sein, da die Astronomie nicht über so attraktive technische Objekte verfügt wie die Luft- und Raumfahrt oder der Landverkehr und andere Abteilungen. Man kann es vielleicht umgekehrt sagen: Ein Fernrohr reicht dem Laien, und alle anderen Instrumente sind spanische Dörfer für ihn; ungeheuer spannende himmlische Objekte wie Quasare, Schwarze Löcher, Supernovae dagegen sind nicht direkt ausstellbar. Darum sollten interaktive Demonstrationen, allgemein verständliche Dioramen und Modelle die Ausstellung attraktiv machen. Anregungen für einige der Demonstrationen boten das *Musée Parc de la Villette*, das *Palais de la Découverte* (beide in Paris), das Planetarium Kopenhagen und verschiedene Ausstellungen in den USA.

Die ersten genaueren Konzepte zu Demonstrationen entstanden 1989. Das Sammeln von Objekten zur neuen Astrophysik fing allerdings schon zwei Jahre vorher an. Hier sah es im Museum besonders düster aus. Abgesehen



Der Arbeitsplatz des Astronomen einst. Der Kupferstich von 1766 zeigt die Greenwicher Sternwarte mit Quadrant (links) und Fernrohr (rechts).

Fotos: Deutsches Museum (l.); R. Häfner/Institut für Astrophysik, München (r.)

von einer großen Sammlung von Fernrohren und vielen weiteren Objekten der klassischen Astronomie, die zu direkter Beobachtung des Himmels gebraucht wurden, gab es sehr wenig zur Entwicklung der Spektroskopie, Photographie und Photometrie ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Mit der Spektroskopie aber hat die moderne Astrophysik ab 1859 begonnen. Erst jetzt wurde der Himmel zum Labor, indem man jeden Stern zerlegen konnte – das heißt, sein Licht in die Spektralfarben mit den dunklen Fraunhoferschen Linien. Sie erlaubten bald, die gesamte Physik und Chemie eines Sterns zu enträtseln.

Fast nichts besaß das Museum aus der Entwicklung der Astronomie in den nicht sichtbaren Bereichen des elektromagnetischen Spektrums. Das war ab den 40er Jahren insbesondere die Radioastronomie, ab den 50er Jahren die Röntgenastronomie, Gammaastronomie und anderes. Hier bekam das Museum schließlich als erstes Highlight einen „Würzburg Riesen“ aus den Niederlanden, eines der zwei Exemplare dieser berühmten Radaranntenen des Zweiten Weltkriegs, die in den Niederlanden verblieben.

Mit einem von ihnen haben niederländische Astronomen die Spiralstruktur der Milchstraßenarme mitentdeckt und als erste genauer untersucht. Leider ist die schwierige Restaurierung unseres „Würzburg Riesen“ noch nicht abgeschlossen. Er wird wohl erst

kommendes Jahr im Freigelände neben der Windmühle stehen – und vielleicht sogar wieder Radiosignale aus den Tiefen des Weltalls empfangen können.

Ein zweites Highlight stellt der Empfänger von Penzias und Wilson dar, mit dem die beiden späteren Nobelpreisträger 1964 den Urknall „entdeckten“, exakter gesagt: die Radio-Hintergrundstrahlung aus allen Richtungen des Alls bei drei Grad über dem absoluten Nullpunkt. Diese Strahlung als Relikt des Urknalls vor Milliarden von Jahren war theoretisch vorhergesagt worden. Man brauchte aber einen sehr gut tiefgekühlten Empfänger – das war damals ein Maser – und die entsprechende Meßtechnik, um diese Strahlung entdecken zu können.

Von vielen wissenschaftlichen Instituten kamen weitere wichtige Instrumente als Stiftungen oder Leihgaben hinzu. Manches ist zum Eröffnungstermin am 7. Mai 1992 noch nicht fertig geworden: Die Amateurastronomie zum Beispiel im vierten Stock, an der ein kleines ehrenamtliches Team der Bayerischen Volkssternwarte München arbeitet, wird erst im Frühjahr 1993 vollendet sein. Das Sonnenobservatorium, das ein Bild der Sonne und ihres Fraunhoferspektrums „live“ zeigen soll, muß noch mit einer Nachführungsautomatik für den Kuppelapertur versehen werden. Ein Planetenweg längs der Isar läßt sich hoffentlich bald realisieren.

Schriftliches Material ist in Vorbereitung: ein Jugendbuch im Sommer/Herbst 1992, ein Führungsbuch zur Ausstellung mit vielen Graphiken und Fotos etwa Februar 1993; unmittelbar darauf sollen zwei Handreichungen für Lehrer publiziert werden. Vorhandenes historisches Material ist neu aufgelegt beziehungsweise verbessert worden: eine Broschüre *Planeten und Sternbilder*, ein Taschenbuch *Wandel des Weltbildes*, ein Bausatz *Planetarium* nach Eudoxos, ein Bausatz *Astrolab*.

Die rege Mitarbeit externer Kollegen, sei es von wissenschaftlichen Instituten oder anderen Institutionen, hat der Ausstellung ebenso zum Leben verholfen, wie es Spenden von Firmen (IBM, SONY, SUN, *Silicon Graphics*) für den neuartigen Bildmedienteil taten, der in dieser Ausdehnung im Museum bisher nicht vorhanden ist. Wie sonst hätte man zum Beispiel die Welt des Herrn Einstein darstellen sollen? Ganz besonderen Dank aber schuldet das Planungsteam den Werkstätten und übrigen Fachleuten des *Deutschen Museums*.

Wie gut die Ausstellung insgesamt ist, darüber werden in den nächsten Jahren die Besucher zu entscheiden haben. Gemessen an der Anzahl der Objekte und Demonstrationen aus Geschichte und Moderne ist sie jedenfalls die größte der Welt. Bezogen auf Quadratmeter Ausstellungsfläche – es sind insgesamt etwa 1000 – gibt es nur im Planetarium Chicago eine größere.

Wichtiger als die Größe aber wird sein, wie gut es gelungen ist, die historischen und modernen Entwicklungen der Astronomie sowohl dem Fachmann – der ja neben seinem Spezialbereich schnell zum Laien wird – als auch dem Laien zu vermitteln. □



Der Arbeitsplatz des Astronomen heute. Elektronische Datenverarbeitungsgeräte steuern und überwachen Spiegelteleskope und verarbeiten digital aufgenommene Bilder.

## DER AUTOR

Jürgen Teichmann, geboren 1941, Dr. rer. nat. und Privatdozent, ist Museumsdirektor und Leiter der Hauptabteilung Naturwissenschaften im Deutschen Museum. Er war Projektleiter bei der Planung der neuen Ausstellung *Astronomie*. Verschiedene Publikationen zu wissenschaftshistorischen und didaktischen Themen.



Die Kernphysikerin  
Lise Meitner (1878–1968)

# LISE MEITNERS MASCHINE

## Der erste Neutronengenerator am Berliner Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie

VON BURGHARD WEISS

Nach der Entdeckung des Neutrons setzte sich bei verschiedenen Forschern die Erkenntnis durch, daß der „Angriff auf den Kern“, die „Atomzertrümmerung“, mit Neutronen leichter als mit geladenen Teilchen zu bewerkstelligen sei. Zusammen mit dem jungen Physiker Hermann Reddemann entwickelte Lise Meitner einen als Neutronengenerator dienenden Teilchenbeschleuniger. Reddemann veröffentlichte die Forschungsergebnisse, ohne Lise Meitner zu erwähnen, die kurz zuvor hatte fliehen müssen. Die „Maschine“ wurde in den letzten Kriegsmonaten durch Bomben zerstört.

Zu Beginn der 30er Jahre wurde die Beschleunigung geladener Teilchen als das Mittel der Wahl zur Analyse der Struktur des Atomkerns oder, um im Pathos der Zeit zu bleiben, zu seiner „Zertrümmerung“ betrachtet. Beschleuniger steckten zwar noch in den Kinderschuhen, jedoch wurden große Hoffnungen in ihre Weiterentwicklung gesetzt. Auch auf dem Gebiet der Theorie war eine ähnliche Fixierung feststellbar: Physiker arbeiteten über das Eindringen geladener Teilchen in die Atomkerne und über die Abhängigkeit des Wirkungsquerschnittes von der Projektilenergie.

Die Aussicht, mit Hilfe von Beschleunigern Energie und Intensität der Projektile nach Belieben manipulieren zu können, erschien den Physikern dermaßen verlockend, daß sie die Möglichkeiten, die James Chadwicks Entdeckung des Neutrons (1932) bot, zunächst übersahen. Schon Ernest Rutherford hatte die Existenz des Neutrons postuliert, da die Stabilität der Kerne anders nicht erklärbar war. Von der gleichen Masse wie das Pro-

ton, zeigte das Neutron keine elektrische Ladung. Es wurde vom Kern nicht abgestoßen, konnte also leichter in diesen eindringen.

Aber: Nach dem damals gängigen Kernmodell sollten sich Neutronen und Protonen in einem selbstkonsistenten Potential ähnlich dem elektrischen Potential des Atoms bewegen. Alle Schätzungen auf der Grundlage dieses Modells ließen die Wahrscheinlichkeiten für einen Energieverlust des Neutrons und den nachfolgenden Einfang des Projektils im Kern als verschwindend gering erscheinen. Damit schien es als Werkzeug auszuschneiden, so daß es keinen Grund zu geben schien, von dem experimentellen Paradigma abzuweichen, das den Gebrauch geladener Teilchen als Projektile für Strukturuntersuchungen des Kerns vorschrieb.

Der Bruch mit Paradigmen ist die Sache junger kreativer Außenseiter. Es war ein 32jähriger Professor für Theoretische Physik an der Universität Rom namens Enrico Fermi, der im März 1934 erstmals den Einsatz des Neutrons als Projektil vorschlug. Der von Fermi aufgezeigte „sanfte“ Weg erforderte, so schien es zunächst, einen ungleich geringeren apparativen Aufwand als die Beschleunigung geladener Teilchen: Das Neutron drang, einem „Trojanischen Pferd“ gleich, in die „Festung“ des Kerns, ohne dabei dessen hohe elektrostatische „Mauer“ überwinden zu müssen.

Die zur Auslösung von Kernreaktionen so außerordentlich brauchbaren Neutronen wurden von Fermi und seinen Mitarbeitern auf dem damals üblichen radiochemischen Wege dargestellt: Wird das (natürlich radioaktive) Element Radium mit dem Erdalkalimetall Beryllium vermengt, so lösen die Alphastrahlen des Radiums dort eine Kernreaktion aus, in deren Verlauf

Beryllium in Kohlenstoff verwandelt und ein zusätzliches Neutron freigesetzt wird.

Die auf diese Weise entstandenen Neutronen können, sofern sie in der Quelle nicht selbst wieder absorbiert werden, zur Auslösung weiterer Kernreaktionen verwendet werden. Die Neutronenintensität einer derartigen „Radium-Beryllium-Quelle“ war allerdings durch die Menge des Radiums begrenzt und deshalb in der Regel äußerst gering, da das Element Radium noch kostbarer als Gold war.

Mit Fermis „Schwenk zum Neutron“ wurden die Teilchenbeschleuniger also keineswegs obsolet – sie erhielten vielmehr zusätzliche Bedeutung: Die mit ihrer Hilfe beschleunigten Teilchen konnten die Strahlung des Radiums und damit das Radium selbst ersetzen. Die mit der beschleunigten Primärstrahlung erzielbaren Neutronenintensitäten waren um Größenordnungen stärker als diejenigen der radiochemischen Quellen. Sie wurden nach Kilogramm „Radium-Beryllium-Äquivalent“ gemessen. Beschleuniger als Neutronengeneratoren wurden damit zu einem begehrten Instrument der Kern- und Radiochemie sowie für Biophysik und medizinische Forschung.

Die bedeutenden Erfolge, die in England und den USA in den frühen 30er Jahren mit Hilfe von Beschleunigern erzielt wurden, waren auch am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie nicht unbeachtet geblieben, hatten aber keine spontane Aktivität ausgelöst. Der Einstieg in die neue Technologie erfolgte vielmehr zögernd. Erst im November 1934 unternahm Otto Hahn einen ersten Vorstoß, um beim Hauptfinanzier des Instituts, der Emil-Fischer-Gesellschaft (EFG), die notwendigen Mittel einzuwerben. An deren Schatzmeister, Arthur von Weinberg, richtete er die Bitte, die EFG

möge „für die Inangriffnahme einer Spezialaufgabe“, das heißt die „Einrichtung einer Anlage zur Zertrümmerung durch Protonen“, deren Gesamtkosten er auf 10 000 bis 12 000 Reichsmark (RM) veranschlagte, eine erste Rate von 5000 RM bereitstellen, da ein solches Gerät „bei dem heutigen Stande der Atomphysik ein dringendes Bedürfnis“ darstelle.

Gedacht war an die Beschaffung einer Hochspannungsanlage, die in Verbindung mit einem evakuierten Beschleunigungsrohr der Beschleunigung von Protonen und der Produktion von Neutronen dienen sollte. Industriell gefertigt und bescheiden dimensioniert, sollte die Anlage in einem der normalen Labors im Erdgeschoß des Instituts aufgestellt werden, ohne daß bauliche Änderungen notwendig wurden. Den von Mitarbeitern an ihn herangetragenen Gedanken, doch besser gleich ein Zyklotron zu errichten, hatte Direktor Hahn mit der Begründung weit von sich gewiesen, daß es dem Institut dazu an fachlicher Kompetenz und finanziellen Mitteln mangle.

Auch Lise Meitner, die als Leiterin der physikalischen Abteilung für derartige apparative Dinge zuständig war, stand der Innovation skeptisch gegenüber; zudem hatte sie Skrupel, die EFG um beträchtliche Mittel für ein Forschungsprojekt bitten zu müssen, dessen Nutzen für die chemische Industrie nicht erkennbar war. Es war endlich Carl Bosch, der diese Bedenken zerstreute und zu Beginn des Jahres 1935 aus seiner Privatschatulle 20 000 RM zur Verfügung stellte.

Die Erzeugung hoher gleichgerichteter Spannungen zur Beschleunigung geladener Teilchen war bis zu Beginn der 30er Jahre eine Domäne der Röntgentechnik gewesen: Um Röntgenstrahlen für die medizinische Diagnostik und Therapie zu erzeugen, bedurfte es elektrischer Spannungen von einigen zehn- bis hunderttausend Volt. Zwischen Kathode und Anode einer Röntgenröhre angelegt, dienen diese Spannungen der Beschleunigung von Elektronen, deren im elektrischen Feld erworbene Bewegungsenergie beim Aufprall auf die Anti-Kathode der Röhre in energiereiche elektromagnetische Strahlung, eben Röntgenstrahlen, umgesetzt wird. Im Laufe der 20er Jahre war es der elektrotechni-

schen Industrie gelungen, Röntgeneratoren zu entwickeln, die eine kontinuierliche, nahezu konstante Gleichspannung zu liefern in der Lage waren. Ein erstes Gerät dieser Art war im Jahre 1922 von der Firma *Siemens & Halske* auf der Jahresversammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Leipzig als „Stabilivoltapparat“ vorgestellt worden.

### MEDIZINISCHE GERÄTE IM DIENST DER KERNFORSCHUNG

Bei der Konstruktion hatten die Ingenieure von *Siemens & Halske* auf eine Schaltung zurückgegriffen, deren Prinzip bereits 1914 von dem schweizerischen Physiker Heinrich Greinacher (1880–1974) in den *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft* angegeben worden war. Greinachers Schaltung fand, da sie von vorteilhafter Einfachheit war und zudem keinem Patentschutz unterlag, bald weite Verbreitung: Anfang der 30er Jahre hatten alle namhaften Hersteller von Röntgeneratoren Geräte dieses Prinzips im Angebot.

Die später nach Greinacher benannte Anordnung besteht aus zwei Hochspannungs-Kondensatoren und zwei elektrischen Ventilröhren (Gleichrichtern), die so angeordnet sind, daß die von einem Hochspannungstransformator gelieferte Wechselspannung sowohl mit ihrer positiven als auch mit ihrer negativen Halbwelle abwechselnd je einen der Kondensatoren lädt: Über den in Serie geschalteten Kondensatoren kann die Scheitelspannung des Transformators dann gleichgerichtet und verdoppelt zum Betrieb einer Röntgenröhre abgenommen werden.

Auch das von Lise Meitner 1935 bei der Firma *Koch & Sterzel* in Dresden unter der Nummer 20601 in Auftrag gegebene Hochspannungsgerät war ein nach Greinachers Stabilivolt-Prinzip arbeitender Gleichspannungs-Generator. Wie die Typenbezeichnung *Therapix C 220 Spezial* verrät, war er ursprünglich für Zwecke der medizinischen Therapie, etwa Tiefenbestrahlung von Krebsgeschwüren, konstruiert worden. Im Labor installiert, konnte das Gerät jedoch vergleichsweise mühelos für kernphysikalische Experimentierzwecke umfunktioniert werden, wobei an die Stelle der Rönt-

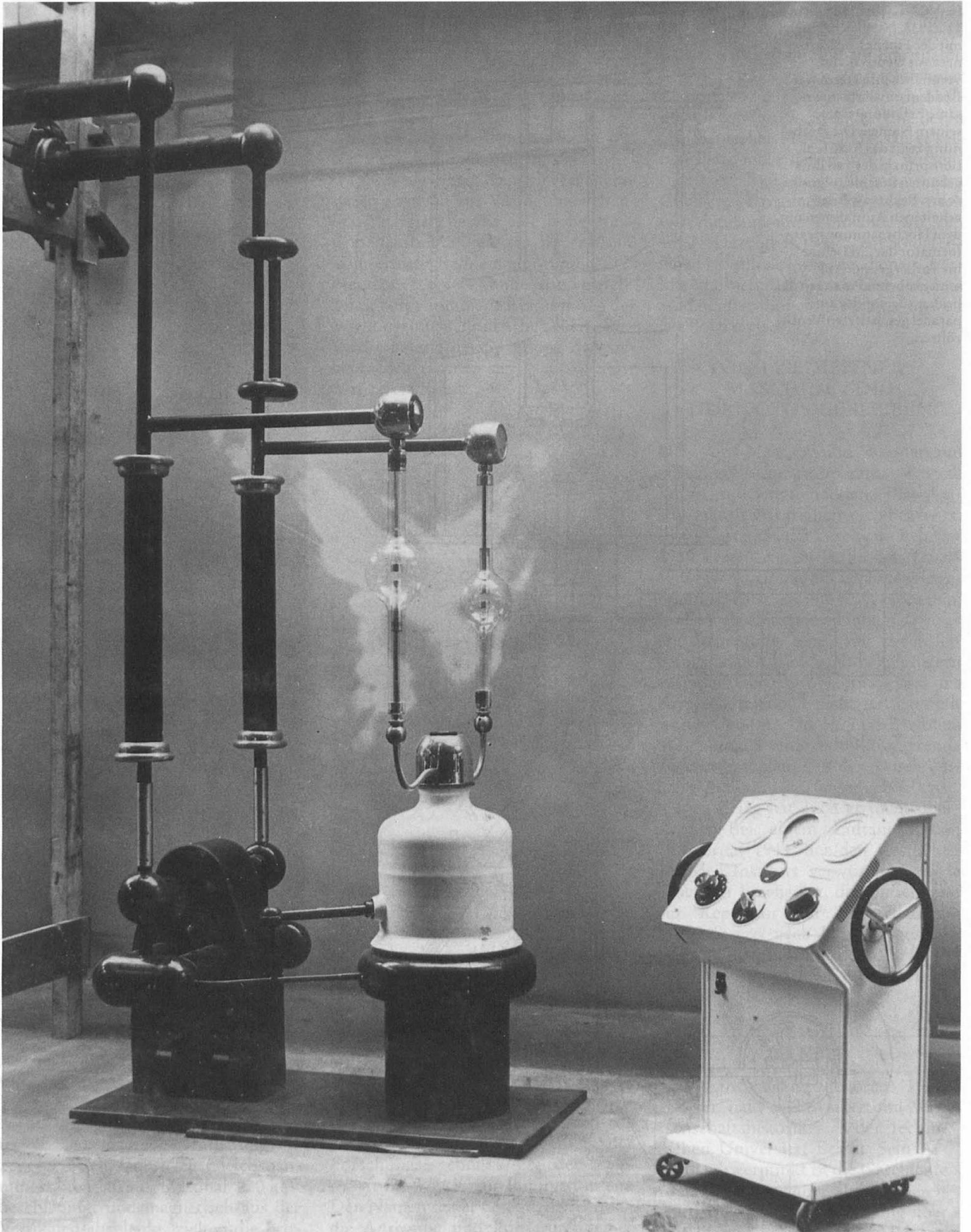
genröhre ein evakuiertes Beschleunigungsrohr mit einer geeigneten Ionenquelle trat.

Im Photoarchiv der Herstellerfirma, das sich heute im *Deutschen Röntgen-Museum* in Remscheid befindet, haben sich, soweit bekannt, die einzigen Abbildungen des Geräts erhalten. Sie wurden kurz vor Auslieferung im August 1935 aufgenommen.

Im Vordergrund (hell) sieht man den in isolierendes Öl eingekapselten Hochspannungstransformator, der die Netzspannung von 110 Volt um den Faktor 1000 heraufsetzt. Auf seinem oberen Pol sitzen die zwei zueinander antiparallel geschalteten Ventilröhren, die die positive beziehungsweise negative Halbwelle der Wechselspannung (über Strommeßgeräte) abwechselnd den oberen Polen der im Hintergrund sichtbaren Hochspannungskondensatoren zuleiten, zwischen denen sich die doppelte Scheitelspannung, also 220 000 Volt, einstellt. Wird einer dieser Pole geerdet, so weist der jeweils andere ein Potential von minus bzw. plus 220 000 Volt gegen Erde auf, das der Beschleunigungsapparatur zugeleitet werden kann.

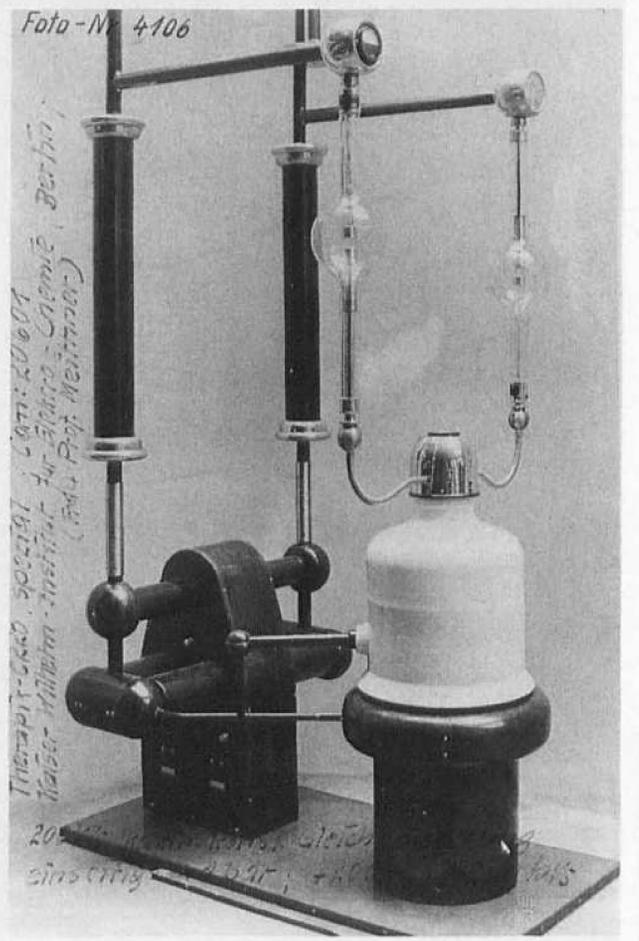
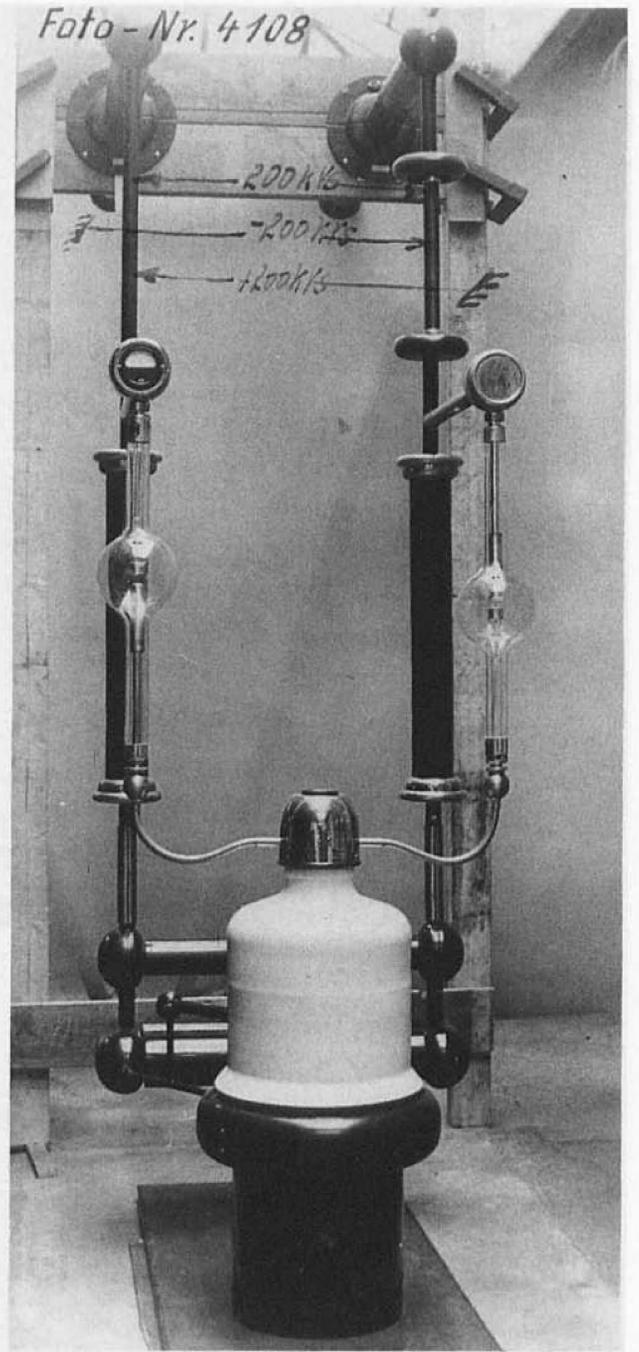
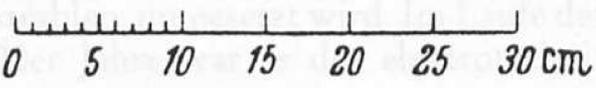
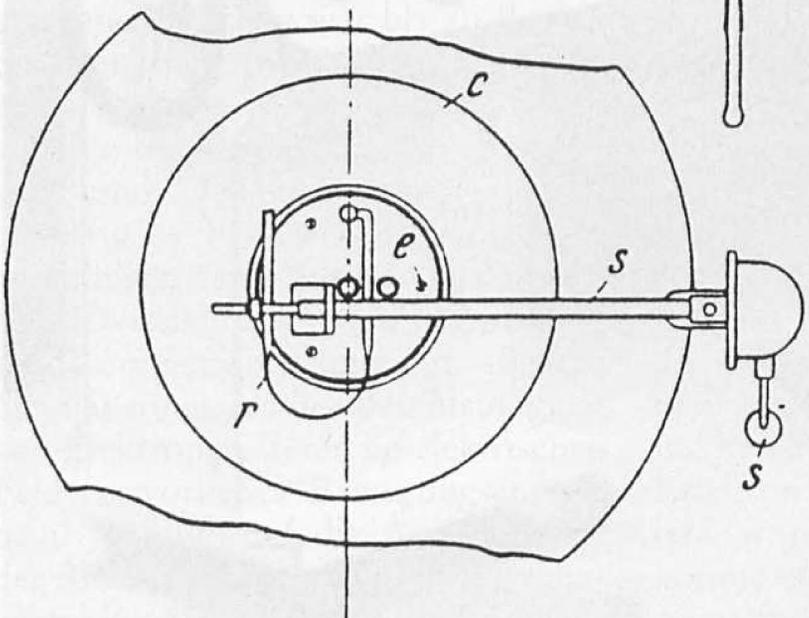
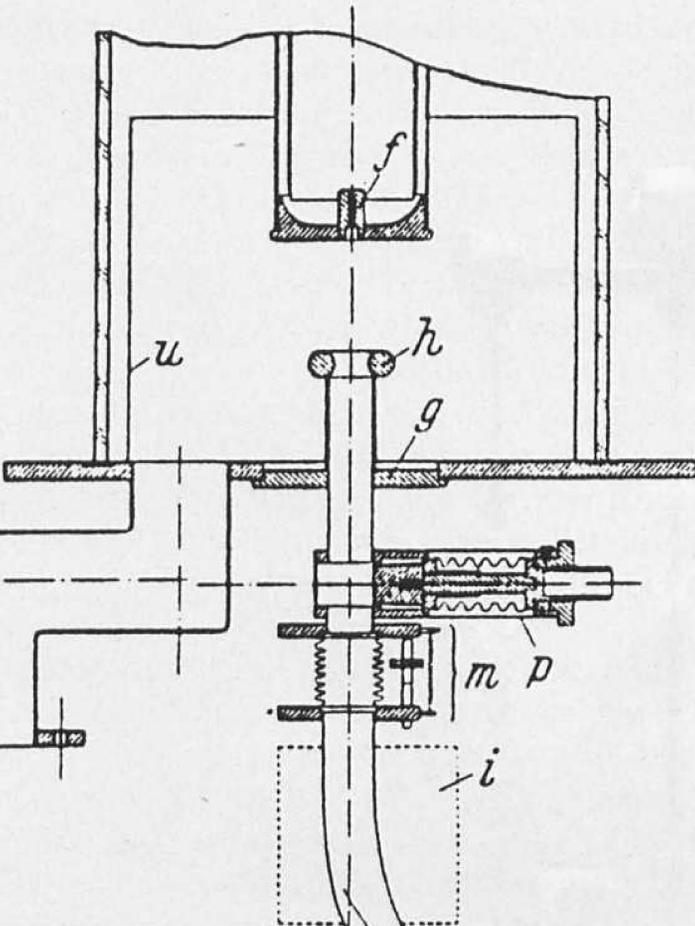
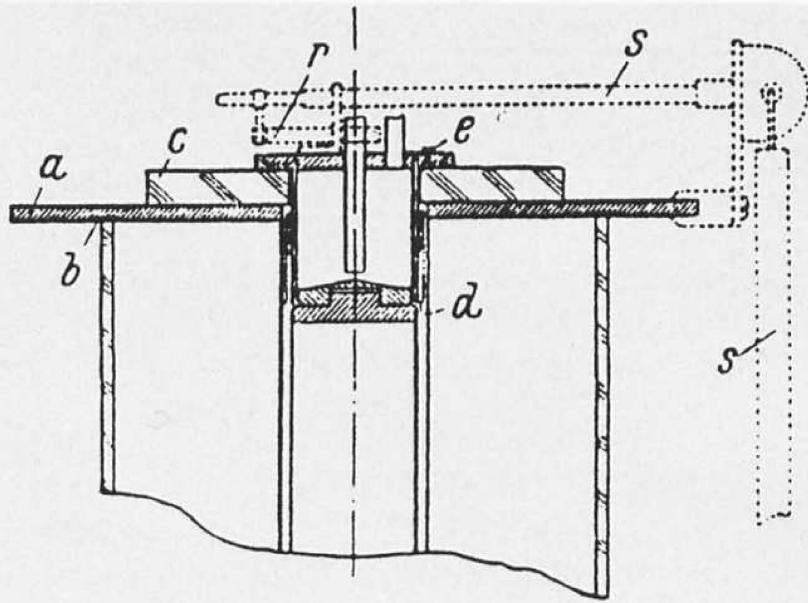
Eine leistungsfähige Hochspannungsquelle allein stellt aber noch keinen Beschleuniger dar. Es fehlte noch der zweite konstitutive Bestandteil eines solchen Geräts, das Entladungsrohr, in dem die Teilchen das von der Hochspannungsquelle gestellte Beschleunigungspotential durchlaufen können. Derartige Dinge wurden, da sie sich unmittelbar an den Zwecken der „Frontforschung“ orientierten, von der Industrie nicht angeboten, sondern mußten unter Anleitung eines Physikers in der Institutswerkstatt entwickelt werden.

Mit dieser Aufgabe betraute Lise Meitner einen jungen Physiker, Hermann Reddemann, der im Mai 1935 ans *Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie* gekommen war. Nach dem Studium der Physik in Dresden, Bonn und Freiburg hatte Reddemann 1931 bei Eduard Grüneisen in Marburg mit einer Arbeit über das Wärmeleitvermögen in Quecksilbereinkristallen promoviert. Nach seiner Promotion war er zunächst für zwei Jahre als Stipendiat der Notgemeinschaft am Marburger Physikalischen Institut tätig, bevor er im Sommer 1934 bei Walther Meißner in München eine Assistentenstelle an-



Der als Neutronenquelle dienende Teilchenbeschleuniger, den Hermann Reddemann nach Lise Meitners Vorstellungen baute.

In der Zeitschrift für Physik 110/1938, fast gleichzeitig mit der Flucht Lise Meitners aus Deutschland, veröffentlichte Hermann Reddemann die gemeinsame Erfindung unter seinem Namen. Die Zeichnung zeigt das Konstruktionsprinzip des von ihm gebauten Beschleunigungsrohrs. Rechts zwei der erhaltenen Aufnahmen mit dem Hochspannungstransformator der „Maschine“ im Vordergrund. Auf seinem oberen Pol sitzen die beiden zueinander anti-parallel geschalteten Ventilröhren.



trat, die ihn beim Aufbau des Laboratoriums für Technische Physik mitwirken ließ.

Reddemann zog es jedoch zur Kernphysik. Bereits Ende 1933 hatte er mit Unterstützung seines Doktorvaters Grüneisen Kontakt zu Lise Meitner in Berlin geknüpft. Seinem frühzeitig geäußerten Wunsch, an ihrem Laboratorium in Dahlem tätig werden zu dürfen, stand die ungesicherte Finanzierung entgegen. Diese Schwierigkeit konnte gegen Ende 1934 behoben werden, als es Lise Meitner gelang, für Reddemann eine aus Mitteln des *Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie* bezahlte Stelle zu beschaffen, die ihm das bescheidene Gehalt von 140 RM monatlich garantierte.

Bei der Entwicklung ihres Beschleunigungsrohrs verzichteten Meitner und Reddemann auf eigene kühne Entwürfe. Stattdessen orientierten sie sich an einer in der Fachliteratur publizierten Vorlage: einem Entladungsrohr, das von Mark Oliphant und Ernest Rutherford in Cambridge entwickelt und 1933 in den *Proceedings der Royal Society London* beschrieben worden war.

Für sein Beschleunigungsrohr (siehe Abbildungen) wählte Reddemann einen Glaszylinder von einem Meter Höhe und 30 Zentimetern Durchmesser, den er oben und unten vakuumdicht auf zwei Stahlflansche kitten ließ. Der obere Flansch trug die Ionenquelle: ein zentriertes Stahlrohr, das sogenannte „Kanalstrahlrohr“, dessen unteres Ende eine zentrisch durchbohrte Blende f verschloß. Die durch die Bohrung austretenden Ionen wurden durch das zwischen der Blende f und dem Strahlrohr h angelegte Hochspannungspotential beschleunigt und dann mittels eines bei i befindlichen Magneten auf das bei l angeordnete Target gelenkt. Durch den Magneten konnten die Ionen nach ihren Massen getrennt werden. Evakuiert wurde die ganze Anlage durch zwei bei t angeflanschte Öldiffusionspumpen.

Als Projektile benutzte Reddemann Ionen des schweren Wasserstoffs Deuterium, die durch Gasentladung erzeugt wurden. Durch das Gleichspannungspotential auf maximal 220 keV beschleunigt und magnetisch aus der Vertikalen abgelenkt, zielten die Projektile auf ein Target aus schwerem Eis, bei dem der Wasserstoff ebenfalls

durch Deuterium ersetzt ist. Traf ein Deuteriumion aus dem Stahl auf ein solches Atom im Target, so entstand dort Helium 3 unter gleichzeitiger Freisetzung eines energiereichen Neutrons.

Die Deuterium-Reaktion wurde von Meitner und Reddemann deswegen gewählt, weil sie bei den noch vergleichsweise geringen zur Verfügung stehenden Energien bereits eine hohe Neutronenausbeute lieferte: Bei 200 000 Volt erhielt Reddemann rund  $2 \times 10^6$  Neutronen pro Sekunde. Eine gleichzeitig vorgenommene Bestimmung des Wirkungsquerschnitts ließ bei einer Verdoppelung der Spannung den siebenfachen Anstieg der Neutronenintensität erwarten.

chkeit einer  
oskopischen  
515.  
A. Wooldike,  
ber Nachweis

A. Scheibe und U. Adels-  
berger, Normalfrequenz-  
Ausssendung der Physikalisch-  
Technischen Reichsanstalt  
über den Deutschlandsender

Nachtrag zum Vorlesungsver-  
zeichnis für das Wintersemester 1942/  
Nachrichten, S. 536.  
Titel und Register des Ba-  
ndes bis XI.



Dr. Hermann Reddemann

ber 1941  
Norden  
3 Jahren  
Redde-  
äger und  
irgsjäger-  
m Gegen-  
lugel eine  
de Hand-  
hte diese  
ein Grab-  
denfried-  
in Nord-

Redde-  
m 5. Sep-  
Sohn des  
s Redde-  
i. W. be-  
is Huma-  
nium in  
ch Aus-  
ters aus  
s Kreuz-  
den, wo



g. Reddemann

Er studierte in

Nach einer kurzen

informatorischen

leitvermögen, Wi  
Franz-Lorenzsche  
Thermokraft in  
silbereinkristaller  
Grund derer er a  
vember 1931 zum  
promoviert wurde  
1. April 1932 bis  
1934 arbeitete  
m a n n als Stipe  
Notgemeinschaft  
schen Wissenschaf-  
burger Physikali-  
stitut und im  
1933 während d  
nate im Kältelab  
der Physikalisc  
schen Reichsans  
meinsam mit I  
eisen griff er da  
auf, die Wärmele  
der Metalle in  
Elektronenleitun  
stallgitterleitung  
Anteile aufzuspa  
informatorischen

Der Beschleuniger am *Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie* hatte kaum zu arbeiten begonnen, als sich auch schon das Ende der Zusammenarbeit von Meitner und Reddemann anzukündigen begann. Der Anfang der Geschichte ist bekannt: Durch den Anschluß Österreichs zur Reichsdeutschen geworden, mußte die Jüdin Lise Meitner am 13. Juli 1938 Deutschland Hals über Kopf verlassen. Ziemlich genau zum selben Zeitpunkt reichte Reddemann in Berlin die Beschreibung der Forschungsergebnisse bei der *Zeitschrift für Physik* zur Publikation ein: Den Namen seiner Chefin, der er doch die Anregung und Förderung seiner Arbeit verdankte, erwähnte er darin mit keinem Wort.

Reddemann, der noch weitere experimentelle Ergebnisse publizierte, verließ das Institut nur gut ein Jahr später. Selbst keineswegs ein glühender Nationalsozialist, aber wie so viele seiner Generation verblendet von deren großdeutscher Propaganda, sah er seinen Platz nicht länger in der Wissenschaft. Als Kriegsfreiwilliger bei einem Gebirgsjägerregiment zog er nach Griechenland und Finnland, wo sich am 21. Dezember 1941 „sein Soldatenleben erfüllte“, wie es damals verklärend hieß. Sein Grab liegt auf dem Soldatenfriedhof von Parkina unweit des Polarkreises.

## VON LISE MEITNERS MASCHINE SIND NUR FOTOS GEBLIEBEN

Die von Meitner und Reddemann zurückgelassene Apparatur fristete fortan ein Schattendasein. Ihre Leistungskraft war freilich auch begrenzt. Josef Mattauch, der bereits im Februar 1939 Lise Meitners Stelle am *Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie* eingenommen hatte, strebte nach Höherem: Im Einvernehmen mit Hahn betrieb er die Errichtung eines mit zwei leistungsfähigen Teilchenbeschleunigern ausgestatteten Großlabors, das bis Kriegsende jedoch nicht fertiggestellt werden konnte. So ist Lise Meitners Maschine der einzige funktionierende Teilchenbeschleuniger des *Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie* geblieben.

Den Krieg hat auch er nicht überdauert: Bei einem Luftangriff am 15. Februar 1944, der den westlichen Teil des Instituts verwüstete, wurde er schwer beschädigt, demontiert und zur Reparatur zur Herstellerfirma *Koch & Sterzel* nach Dresden gesandt. Das Bombeninferno des 13./14. Februar 1945 hat auch ihn vernichtet. □

### DER AUTOR

Burghard Weiss, geboren 1954, Dr. rer. nat., ist Physiker und Wissenschaftshistoriker an der Technischen Universität Berlin. Sein Arbeitsschwerpunkt ist die Geschichte der Großforschung. In Vorbereitung ist eine Veröffentlichung über die Geschichte des Hahn-Meitner-Instituts Berlin GmbH.

# ZUGANG ZU BODENSCHÄTZEN

## Die Schachtbohranlage von Kind-Chaudron machte Bergbaugeschichte

VON STEFAN STEIN

Das Wasser ist des Bergmanns ärgster Feind! Mit diesem griffigen Satz wird gerne die Tatsache umschrieben, daß der Bergmann bei seinem Vordringen in die Erde von jeher mit dem nassen Element zu kämpfen hatte. Wollte man einen Schacht graben, um an die in der Tiefe liegenden Kohlenflöze, Erze oder Salzlagertstätten zu gelangen, so mußten während der Bauarbeiten gewaltige Pumpenanlagen den Schacht wasserfrei halten, damit Bergleute in ihm arbeiten und ihn weiter vorantreiben konnten. Versagten die Pumpen, so war nicht nur das Gelingen des neuen Bergwerks in Frage gestellt, sondern auch das Leben der Arbeiter gefährdet.

Unter solchen Bedingungen versprach ein Bohrgerät Erfolg, das einen Bergwerksschacht selbsttätig herstellen konnte, ohne daß Menschen unter Tage tätig waren und ohne daß kostspielige Pumpleistungen benötigt wurden. Die Zusammenarbeit des deutschen Technikers Karl Gotthelf Kind und des belgischen Mineningenieurs Joseph Chaudron machte dies möglich. Mit dem von ihnen entwickelten Kind-Chaudron-Schachtbohrsystem wurden seit der Mitte des 19. Jahrhunderts zahlreiche Schächte in ganz Europa erfolgreich niedergebracht. Man bohrte den Schacht bis in die erforderliche Tiefe, dichtete ihn nach allen Seiten zum wasserführenden Gestein hin ab und pumpte ihn dann erst leer. Wo das „Abteufen“ durch Menschenhand nicht mehr möglich war, wo der Schacht gänzlich unter Wasser stand, konnte diese Maschine sich Meter um Meter in die Tiefe vorarbeiten.

Unser historisches Foto zeigt das Herzstück einer solchen Anlage, den bis zu 25 Tonnen schweren Bohrmeißel. Mit ihm wurde nicht, wie bei den heutigen Rotary-Bohrverfahren üblich, drehend gebohrt, sondern schlagend, das heißt mit Hilfe dieses stählernen Werkzeugs, das immer wieder auf den Boden aufschlug: Beim Niederfallen zertrümmerte der Meißel das Gestein und stanzte das Bohrloch. „Eine Bohrung abstoßen“, nannten das die Arbeiter treffend.

Dazu wurde über Tage ein etwa 20 Meter hohes Bohrgestänge errichtet. Eine Dampfmaschine sorgte für die Auf-Ab-Bewegung eines schweren Holzbalkens. An ihm hing an aneinandergeschraubten langen Stangen der Bohrmeißel. Die Dampfmaschine zog mit Hilfe des Holzbalkens das Bohrgestänge und den daran hängenden Bohrmeißel nach oben, dann stoppte man die Aufwärtsbewegung und ließ aus etwa 80 Zentimetern Höhe den Bohrmeißel niederfallen. Die Wucht des tonnenschweren Kolosses zerschlug auch harte Gesteine in kleine Trümmer. Das Bohrgestänge mit dem daran hängenden Meißel wurde erneut angehoben, in der Horizontalen etwas gedreht, bevor er wiederum niederschlug. So traf der Meißel bei jedem Schlag – maximal 25 pro Minute – ein neues Kreissegment und erzeugte ein rundes Bohrloch. Von Zeit zu Zeit wurden Bohrgestänge und Meißel herausgezogen und der „Schmandlöffel“, eine große, mit Bodenklappen versehene Blechbüchse, hinabgelassen. Auf dem Grund füllte sie sich mit den schlammigen Gesteinstrüm-

mern, die nach oben gezogen wurden, so daß das Bohrloch wieder frei war.

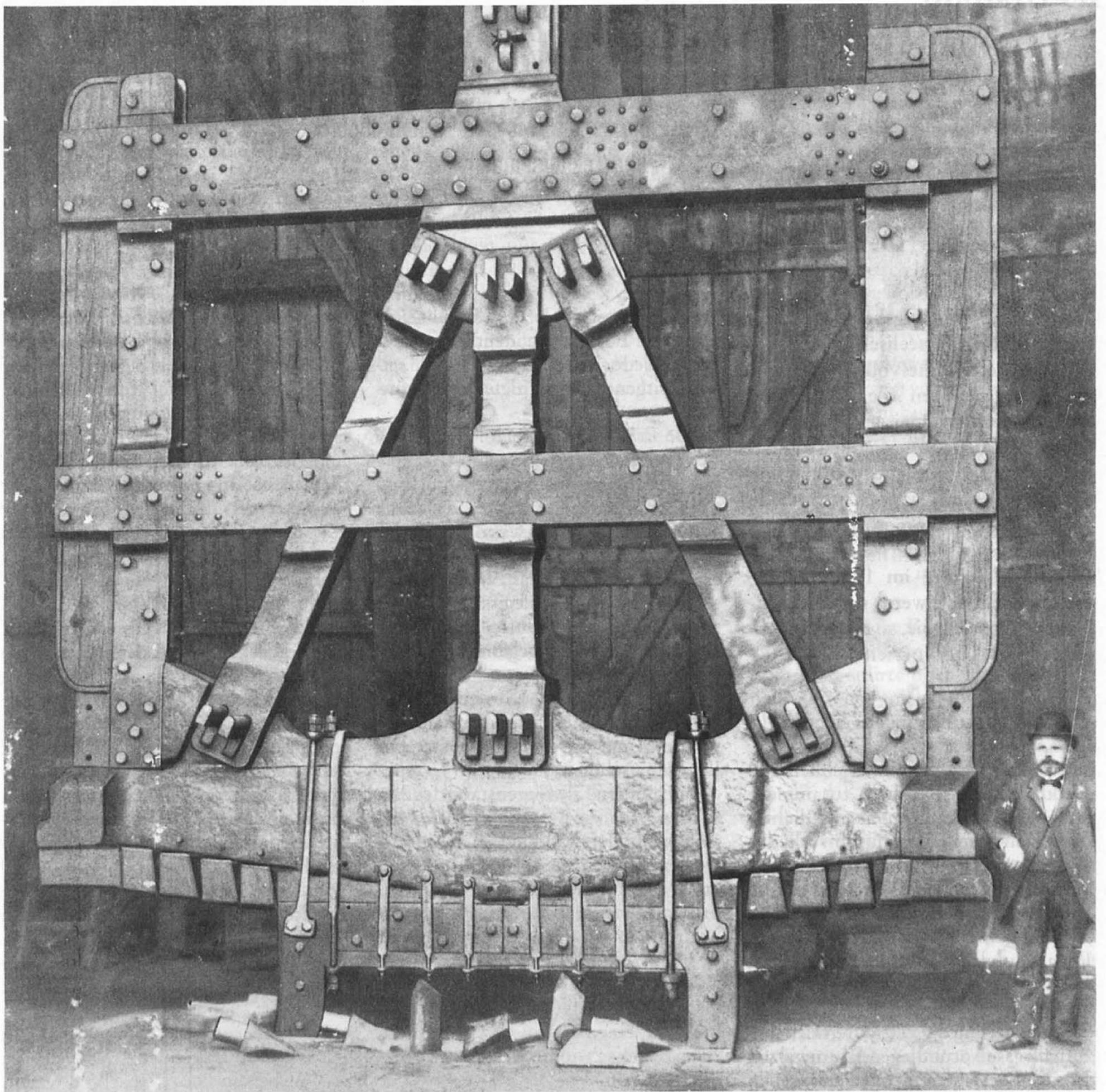
Vorgänger solcher schlagenden Bohrsysteme hatte es viele gegeben: Die Chinesen verwendeten schon seit Jahrhunderten ein schweres Eisengewicht, das sie mit einem Seil emporzogen und niederfallen ließen. Auch in England und Deutschland bediente man sich beim Vordringen in die Tiefe ähnlicher Apparate, die allerdings nicht mit Seilen, sondern an langen, aneinandergeschraubten Holzstangen auf- und niederbewegt wurden. Die auf diese Weise hergestellten Bohrlöcher waren jedoch eher bescheiden: Ihr Durchmesser betrug meist nicht mehr als einen Viertelmeter, und die größte erreichbare Tiefe lag in der Regel bei rund 100 Metern. So konnten zwar Salzsolequellen, in China sogar Erdgaslager erbohrt werden; von einem für Menschen begehbaren Schacht aber war man noch weit entfernt. Dies gelang erstmals Josef Kindermann, der seit 1843 im Ruhrgebiet schmale Schächchen erstellte, um unterirdisch Mineral- und Kohleproben nehmen zu können. Tiefer als 60 Meter kam auch er nicht, und der Schachtdurchmesser von 94 Zentimetern war nicht geeignet, den Betrieb einer großen Zeche mit einer Leistung von mehreren 100 Tagestonnen zu gewährleisten.

Ein weiteres Problem stellte sich ein. Die aneinandergeschraubten Holzstangen, an denen der Bohrmeißel befestigt war, brachen leicht beim Aufschlagen. Dann mußte mit Fangapparaten im Bohrloch nach den zerbrochenen Teilen „geangelt“ werden. Gelang es

nicht, das beschädigte Gerät nach oben zu ziehen und damit den Schaden zu beheben, mußte man eine neue Bohrung ansetzen.

Dieses Problem wurde durch die nach Kind benannte Freifallvorrichtung beseitigt. Sie bestand aus einer großen Lederscheibe, die kurz über dem Meißel am Bohrgestänge befestigt war. Beim Niedergehen des Gestänges preßte das im Bohrloch stehende Wasser die Scheibe nach oben. Ein zangenartiges Hebelsystem öffnete sich und gab den Bohrmeißel frei, der nun im freien Fall aufprallte. Das Bohrgestänge sank langsam nach unten, die Zangen ergriffen den Meißel, schlossen sich und zogen ihn wieder empor. Sinn dieser Einrichtung war es, das Gestänge im Moment des Aufpralls zu entlasten und so schwere Beschädigungen zu vermeiden. Karl Gotthelf Kind errang mit dieser Erfindung internationale Anerkennung und erhielt auf der Pariser Weltausstellung 1867 für seine Verdienste um die Bohrtechnik den Großen Preis.

Zu dieser Zeit waren schon eine ganze Reihe von Bergwerksschächten zunächst in Belgien, dann auch in Frankreich, Deutschland und England mit Hilfe des neuen Systems gebohrt worden. Der ständig steigende Kohlenverbrauch und die Nachfrage nach Kalisalzen, deren Bedeutung als Düngemittel erkannt worden war, brachte dem Bergbau einen Boom und machte die Erschließung neuer Lagerstätten erforderlich. Im Ruhrgebiet jedoch lag über den Steinkohlenflözen eine mächtige, wasserreiche Mergelschicht. Sie zu



Das Herzstück einer Schachtbohranlage nach Kind-Chaudron: der bis zu 25 Tonnen schwere Bohrmeißel.

durchteufen und den darin zirkulierenden Wassermassen zu trotzen, war eine technische Herausforderung, die mit der Kind-Chaudronschen Schachtbohranlage bewältigt werden konnte.

Eine weitere wichtige Verbesserung steuerte der Belgier Joseph Chaudron bei. Er hatte erkannt, daß die Schachtwände gegen den Druck des Gesteins und gegen das zufließende Wasser abgedichtet werden mußten. Die ursprüng-

lich verwendeten hölzernen Schachtwände hielten der Belastung oft nicht stand, brachen und ließen an den Bruchstellen Wasser ein, so daß das trockengepumpte Schachtloch vollief und nur mit Mühe zu retten war. Chaudron benutzte nun gußeiserne Ringe, die Tübbings. Sie entsprachen in ihrem Umfang knapp dem Durchmesser des gebohrten Schachtes. Sobald er fertiggestellt war, ließ man die Ringe ins Bohrloch hinab, bis das Loch vollständig

verrohrt war. Der schmale Raum zwischen Gesteinswand und Gußeisenring wurde mit Beton ausgegossen. Er erhärtete unter Wasser, bildete einen festen Panzer und brachte damit die Wasserzuflüsse zum Versiegen.

Mit dem so perfektionierten Verfahren konnten bis zu fünf Meter breite und bis zu 373 Meter tiefe Schächte gebohrt werden. Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts war das Kind-Chaudron-System die am häu-

figsten angewendete Schachtbohrmethode. Dann kamen neue Techniken auf, die rasche Verbreitung fanden: Man schützte die im Ausbau befindlichen Schächte durch einen Eispanzer vor einbrechenden Wassermassen oder bohrte die Schächte drehend mit einer unter hohem Druck stehenden Spülflüssigkeit. 1914 wurde zum letzten Mal nach dem Verfahren von Kind-Chaudron gebohrt, dann geriet es endgültig in Vergessenheit. □

# DIE ZERSTÖRUNG DES GARTENS

## Das Bildungsbürgertum zwischen Technikphobie und Technikeuphorie

VON HERMANN GLASER

Wenn man Bildungsbürgertum in seiner schönsten seelischen Ausprägung als sehnsuchtsvolle Romantik, entsagungsbereiten Idealismus und biedermeierliche Heiterkeit begreift und bürgerliche Innerlichkeit als dialektische Ergänzung der Aufklärung anerkennt, dann wird verständlich, warum das Phänomen der Technik beziehungsweise der beginnenden Industrialisierung im 19. Jahrhundert und danach wenn nicht krankhafte Angst, Phobie, so doch „reflektierte Angst“ hervorrief.

Die Sympathie für den geistig-seelischen Kosmos des Bildungsbürgertums, in dem sich Innerlichkeit und Aufklärung zur Synthese zusammenschlossen, schwingt auch aus dichterisch-ironischer Distanz unverkennbar mit – etwa in Goethes *Hermann und Dorothea* oder im Werk Heinrich Heines. Gegenüber dem Einbruch der Technik gab es in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, so Rolf Peter Sieferle, ein tiefgehendes Mißtrauen: „Man befürchtete, daß die heraufziehende Industrialisierung die vertrauten Lebensverhältnisse grundlegend umwälzen würde. Die ersten Zeugen der neuen Zeit, die finsternen Fabriken mit ihrem Lärm und Rauch, waren zu sehen, wenn man auch nicht so recht wußte, was in ihnen wirklich vor sich ging.“

Und weiter: „Die Beunruhigung, die von den technisch-instrumentellen Neuerungen ausging, dokumentierte sich auch bei Autoren, die nicht der romantischen Utopie zuzurechnen sind. So heißt es an einer vielzitierten Stelle in *Wilhelm Meisters Wanderjahre*: ‚Das überhandnehmende Maschinenwesen quält und ängstigt mich, es wälzt sich heran wie ein Gewitter, langsam, langsam; aber es hat seine Richtung genommen, es wird kommen und treffen.‘

Freilich wäre es falsch, Goethe selbst mit dieser Position zu identifizieren; er verleiht jedoch der Furcht, die viele seiner Zeitgenossen peinigte, eine Stimme.“

Die Französische Revolution – ich folge weiter Sieferles Gedankengang – war abgeschlagen, der Schwung und das Selbstvertrauen der Aufklärung waren in der romantischen Kritik, die zum Teil eine Selbstkritik war, gebrochen worden. Aber das Neue, welches alle gewohnten Verhältnisse umwälzen sollte, schob sich unaufhaltsam voran. Das Bild der Städte begann sich durch die ersten Fabriken zu verändern. Die Auswirkungen der Gewerbefreiheit und der neuen Produktionsanlagen wurden mit Sorge antizipiert. Die Dampfmaschinen erschienen „reinlichen Familien“ als Gegenstand des Abscheus. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts finden sich immer wieder Spuren der Auseinandersetzung, die um die Etablierung von Fabrikanlagen inmitten bewohnter Stadtbezirke ausgetragen wurde – erste Formen eines „grünen“ Protestes. „Garten“ erweist sich als ein Topos, der, wie das Idyll (mit diesem eng verbunden), einen Gegen-Ort zur expansiven technisch-industriellen Entwicklung darstellt.

An der Verwandlung des Topos „Garten“ kann der Wandel des bürgerlichen Sozial- und Kulturbewußtseins gezeigt werden. Der Garten bei Adalbert Stifter ist Topos für die Bildung des Individuums in der Gemeinschaft. Das persönlich erfüllte Leben und das gesellschaftlich nützliche Leben wachsen auf einem Halm. Wer lernen will – und jeder müsse dies –, lerne im pfleglichen Umgang mit anderen und anderem, mit den Menschen, den Dingen, der Natur. Agrikultur und Handwerklichkeit bilden die Basis eines vorindustriellen Volksbildungsideals. Die Wirklichkeit soll zum Garten gemacht,

nicht der Garten aus dieser „entrückt“ werden.

Stifters Soziabilität bezieht sich auf eine überschaubare, durch Bauern, Handwerker, Kaufleute, vorwiegend ländlich bestimmte Gesellschaft. Ordnung ist das Grundmuster des Zusammenlebens in Stifters Roman *Der Nachsommer*: nicht im Sinne starr vorgegebener Zustände, sondern als höchst sublimes und intelligibles Handlungsgefüge, als eine geradezu rituelle Tätigkeit des Zueinanderbringens, Zueinanderfügens, Darlegens, Darbietens, aus der dann kristalline Strukturen entstehen. „Die Türen standen offen, so daß man durch alle Zimmer sehen konnte. Die Geräte waren passend, die Wände waren mit zahlreichen Gemälden geziert, es standen Glaskästen mit Büchern, es waren musikalische Geräte da, und auf Gestellen, die an den rechten Orten angebracht waren, befanden sich Blumen. Durch die Fenster sahen die nähere Landschaft und die fernerer Gebirge herein.“

Indem man die Dinge, gerade beim täglichen Gebrauch, pfleglich und „kultiviert“ handhabt, werden sie in ihrer Besonderheit und Eigenart erkannt, wird ihre Transzendenz deutlich, die auf Wahrheit und „Unschuld“ zielt. Der sentimentalische Versuch, Dasein durch Gestaltung zu bewältigen, macht den Garten zum Projektionsfeld der Option auf Heimat.

Hatte Stifter, so Carl E. Schorske, seine Utopie als Modell für eine Gesellschaft entworfen, die sich vervollkommen sollte, so schufen die Künstler des Fin de siècle einen Garten, wohin sich der Erwählte, abgeschieden von einer ungemäßen Wirklichkeit, zurückziehen konnte. Für Stifter war die Kunst eine Krone, zu erlangen durch sittliche Reinheit und bürgerliche Redlichkeit, als Belohnung für ed-

les Streben: „Für seine geistigen Enkelkinder war die Kunst ein Erbe zu ihrem Genusse: edle Einfalt wick der Eleganz und ‚Vornehmheit‘. Die Sittlichkeit verlor ihren Vorrang an die Ästhetik, das Recht an die Grazie, die Weltkenntnis an das Bewußtsein der eigenen Empfindungen. Eine hedonistische Selbstvollendung wurde zum Ziel allen Strebens, und Stiftern ‚Garten der Tugend‘ wurde verwandelt in einen ‚Garten des Narziß‘.“

Leopold von Andrian-Werburg, ein Freund Hugo von Hofmannsthal, stellte seiner Erzählung *Der Garten der Erkenntnis* (1895), welche die Identitätskrise der Jahrhundertwende zum Thema hat, das Motto voraus: *Ego Narcissus*. Bei Stifter dient der Garten als Vorbild fürs Leben; bei Andrian ist der Garten eine Zufluchtsstätte vor dem Leben. Der Narziß, der sich durch den Garten treiben läßt, ist selbstbezogen; er ist unfähig, andere zu lieben und Illusion von Wirklichkeit zu trennen.

Zum einen ist „Garten“ Erfüllung präindustrieller Gesinnung und Gesittung, Ausdruck des Widerstandswillens, sich aus dem Paradies „vertikal“ orientierter, zwischen Sphärenflug und Furchendasein oszillierender Innerlichkeit nicht vertreiben zu lassen, zum andern ist der Garten als ver-rückter Garten Fluchtort für das Bürgertum, das sich dann in den Laboratorien der

Modernität oder im Psychodrom des Kapitalismus der Techniqueuphorie überantwortet.

Man kann den Übergang von rückblickender Romantisierung der guten alten Zeit des vorindustriellen Zeitalters, da die Ideenwelt sich als eigentlicher existentieller Bezugsrahmen erwies, in die futurische Vision, die das Nachdenken über die Herkunft der Zukunft suspendierte – freilich mit der Ahnung, daß Euphorie auch Heiterkeit vor dem Ende bedeuten kann –, sehr gut anhand des Echos verdeutlichen, das die Ablösung der Postkutsche durch die Eisenbahn fand.

**W**ie Goethe sind viele Zeitgenossen von der Angst bestimmt, daß durch die Beschleunigung des Verkehrs als Teil einer allgemeinen Unrast sich ein Wertewandel vollziehen werde, der, fasziniert vom Transitorischen, mit dem „Bleibenden“ auch das „Wesentliche“ aufgabe. Hatte die Romantisierung der Post – beflügelt vom Fernweh, emotional „abhebend“ – auf der einen Seite dazu geführt, die realen Widrigkeiten von Beförderung zu „übersehen“ und damit Beschleunigung mentalitätsmäßig vorweggenommen, so wird nun auf der anderen Seite, da „flugartige Geschwindigkeit“ Wirklichkeit zu werden beginnt, das „alte Reisen“ wegen seiner Gemächlichkeit

und Menschlichkeit gepriesen. Dementsprechend ist zum Beispiel eine Vielzahl von Gedichten nostalgisch orientiert: Sehnsucht nach einer „Bewegungsform“ bekundend, bei der die Umwelt vom Individuum, das eben nicht als Ware verpackt werden will, wahr-genommen werden kann.

Schöner war's, da Hörnerton  
Durch die Gassen hallte;  
Da der muntre Postillion  
Mit der Peitsche knallte.

Heute, wie ein Vogelflug,  
Wie ein Schwarm von Bienen  
Eilt's dahin. Am Eisenzug  
Rasseln die Maschinen.

Düstre Tunnel, Berggeröll,  
Flücht'ge Elemente –  
Seh nicht Baum, nicht Wiesenquell,  
Den ich grüßen könnte.“

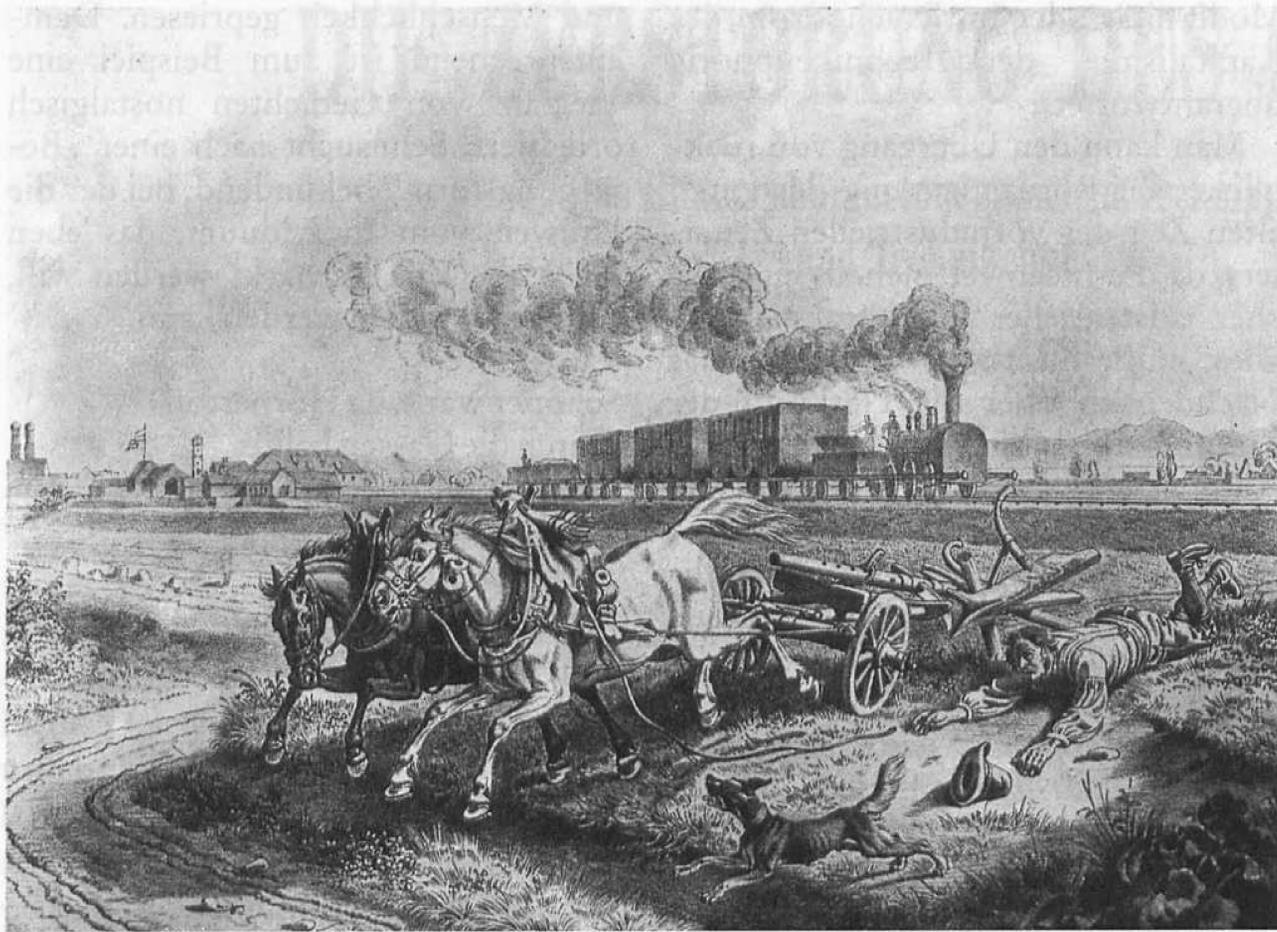
Fr. von Holtzendorff

Der romantische Rückblick hatte auch eine sehr handfeste politische Motivation: Man spürte oder wußte, daß die neue Epoche nicht nur durch Geschwindigkeit, sondern auch durch die „Demokratisierung von Geschwindigkeit“ bestimmt werde. Somit bestand Gefahr, daß die patriarchalisch, hierarchisch, feudal gegliederte Gesellschaftsstruktur eingeebnet werde; die Mobilität der Massen begünstigte den „Aufstand der Massen“.

Was Ortega y Gasset in gleichnamigem Buch 1932 von elitär-bürgerlichem Standpunkt aus beklagt – die Nivellierung: überall trafe man auf Überfüllung, in den Wartezimmern der Ärzte, in den Urlaubshotels, in den Reisezügen –, diese Kritik an der gleichmacherischen Vermassung kann man bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts antreffen. In seinen *Erinnerungsblättern aus der Biedermeierzeit* legt Alexander von Sternberg einem Bekannten, mit dem er zum Bahnhof geht, eine ironische Charakteristik des damals gängigen „Wertekonservatismus“ in den Mund: „Früher hatte man seinen Reisewagen, seine Dienerschaft, alles das hing von dem Befehl des Herrn ab, er ließ stundenlang bei grimmer Kälte oft Postillion und Diener warten, dann bewegte sich der prächtige Wagen so wie der Herr es wollte, langsam oder schnell, und nie konnte es sich ereignen, daß besagter



Die heile Welt des Bildungsbürgertums. Gemälde von Fritz Genutat, veröffentlicht in Die Gartenlaube 43/1912. 1912 sank die Titanic.



Die Ängste des Bürgers vor der Technik fing Johann Adam Klein 1842 ein: Scheuende Pferde an der Münchner Eisenbahn.

Wagen oder sein Inhalt mit der Krapüle in Berührung kam. Das ist anständig, da hatte man doch sichtlich und greifbar etwas vor der Menge voraus, aber jetzt, wenn man auch noch so teuer ein Kupee mietet, das Fatale ist, man muß anhalten, wenn die Menge anhält; das Fatale ist, man muß fahren, wenn die Menge fährt. Wahrlich, der Spaß ist ganz verdorben worden, und es bleibt für unsere Hochtorien nur noch übrig, daß sie ihre Landhäuser oder Schlösser gar nicht mehr verlassen und kleine Hofhaltungen darauf etablieren, wo sie nur ihresgleichen zu sehen bekommen.“

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts entwickelt sich ein für die Kulturgeschichte der Kommunikation signifikanter Antagonismus: auf der einen Seite die romantische Position, die die angestrebte Souveränität des Subjekts durch den Triumph des Rationalismus gefährdet sieht und in ihrer Zivilisationsabwehr beziehungsweise -ablehnung immer wieder regressiven Strömungen anheimfällt; auf der anderen Seite die euphorische Position, die technischen Fortschritt mit dem Fortschritt der Vernunft gleichsetzt und für die „Dialektik der Aufklärung“ – den Umschlag von Aufklärung in ihr Gegenteil – unzugänglich bleibt.

Die Romantik, so Dirk Hoeges, begreife zwar die Gefahr der Zerstörung ihrer Elementar begriffe von Raum und Zeit, die von der Entwicklung der

Technik und insbesondere von der Eisenbahn und ihren Möglichkeiten drohe; sie reduziere aber „reaktiv“, wenn auch sensibel und luzide, die Möglichkeiten der technischen Entwicklung auf die Gefahren, die mit ihr einhergingen. Mit dieser Kritik verbunden, immer gleichzeitig sich regend, sei die Opposition gegen die Entwicklung der Demokratie und Ökonomie.

Befürworter und Anhänger des Fortschritts, der technischen Moderne und der Eisenbahn als ihrem Symbol machten im Gegenzug die romantische Dichtung als eigentlichen und offenbar mächtigen Widersacher der modernen Gesellschaft und der Zukunft der Menschheit, ihrer Gewissheiten und Hoffnungen aus. Selten sei die Kontroverse zwischen beiden Positionen so deutlich zutage getreten wie in dem etwa 120 Seiten langen Artikel *Eisenbahnen* in *Meyers Conversations-Lexicon für die gebildeten Stände* aus dem Jahr 1846: Er enthält eine umfängliche scharfe Kritik und radikale Absage an die Dichtung der Romantik, die als chimärengelagter, hypochondrischer Feind des Fortschritts („dummes Philistertum“) bezeichnet und verdächtigt wird.

Der Lexikon-Artikel attackiert mit Vehemenz die Zweifler und Heuchler, die mit ihren „Jeremiasbildern einer gänzlichen Zerstörung alles Gemütlebens“ in den Werken der Mechanik

nichts weiter zu sehen vorgeben als Faktoren eines krassen Materialismus. Das Postkutschenzeitalter wird abserviert; stattdessen wird die Lokomotive als „schönes Ungeheuer“ gepriesen, das spielend Raum und Zeit überwindet. „Welcher Anblick ist imposanter und zugleich begeisternder, der Anblick eines Wagengauls, der eine Miethkutsche mühselig im Koth langsam fortschleppt, oder der Anblick einer unabsehbaren Bahn, die mitten durch die Felder ihres Weges zieht, Gräben und Flüsse überspringt, durch Wälder fliegt, die Berggelände erklimmt, Brücken über Abgründe schlägt, weiten Thälern das Joch auflegt und die Ebene durch den Bauch der Berge sucht? Dazu denke man sich die im Fluge auf metallenen Geleise daher brausende Maschine, *das schöne Ungeheuer*, mit dem Eingeweide voller Flammen und den Adern voll siedenden Wassers, ungestüm und gewaltig wie der Sturm und doch gehorchend der Hand eines Kindes.“

Bei der Anstrengung des Bildungsbürgertums, Natur und Kultur miteinander zu versöhnen, als dichotomische Beziehung zu begreifen – was einschloß, daß Romantik nicht als Gegensatz zur Aufklärung, sondern als deren Ergänzung verstanden wurde (Schelling sprach sogar in dem ihm zugeschriebenen „Ältesten Systemprogramm des deutschen Idealismus“ von einer notwendigen neuen Mythologie, die im Dienste der Ideen stehe, also eine „Mythologie der Vernunft“ darstelle) –, bei dieser optativischen Harmonisierung war für Technik und Industrialisierung als Ausdruck instrumenteller Vernunft wenig Verständnis vorhanden.

Als Mitte des 19. Jahrhunderts der Begriff der Geisteswissenschaften geläufig wurde, war er dem der Naturwissenschaften entgegengesetzt. Die Debatte über die zwei Kulturen nahm hier ihren Ausgang. Schmerzlich empfand das Bildungsbürgertum, so Rolf Peter Sieferle, die Entzauberung der Welt durch naturwissenschaftliche Theorie und technische Praxis. Sie machte zwar die Wirklichkeit berechenbar, das Leben sicherer, den Kopf freier, aber sie hinterließ eine Lücke.

Beim Übergang des Bürgers zum Bourgeois, des von Technikphobie bestimmten oder zumindest technikkritischen Citoyen zum fortschrittsgläubi-

gen Homo faber, der – vorwiegend in der Gründerzeit – sich zunehmend skrupellos der Technikeuphorie überantwortet, wird der Mythos der Vernunft durch den später auch für Faschismus und Nationalsozialismus charakteristischen gewaltsamen Versuch ersetzt, Natur und Technik zu amalgamieren. Rheingold und Börse, Walhall und Kraftwerk bilden eine unio mystica.

Richard Wagner hat mit seinem *Ring des Nibelungen* die Industriegesellschaft nicht nur mythologisch maskiert oder ihr mythischen Dekor angehängt, sondern die tiefe Übereinstimmung von Archetypus und Modernität zu beweisen versucht. Die Inszenierungen der damaligen Zeit verfehlten diesen Sinn des Gesamtkunstwerkes, gaben keine Antwort auf die Frage, die Friedrich Nietzsche ironisch stellte: „Aber der Gehalt der Wagnerischen Texte! ihr mythischer Gehalt! ihr ewiger Gehalt!“ Frage: wie prüft man diesen Gehalt, diesen ewigen Gehalt? – Der Chemiker antwortet: man übersetzt Wagner ins Reale, ins Moderne – seien wir noch grausamer! ins Bürgerliche! Was wird dabei aus Wagner?“

In unseren Tagen, ein Jahrhundert später, hat Patrice Chéreau in Bayreuth diese „Grausamkeit“ besessen und damit den „Ring“ in seiner einmaligen Verbindung von Realität und Mythos, Gründerzeitpanoptikum und Vorzeitarchaik erschlossen. Denn gerade die im Gesamtkunstwerk aufgehobene Ambivalenz von Mythos und Modernität, also die Einheit von Urzeit und Epochenzeit, stellt die große kulturelle Leistung dieser Opernfolge dar. Sie macht deutlich: Die Götterdämmerung steht dieser Epoche bevor; sie bereitet sich in goldverfallener Tiefe als „Experiment Weltuntergang“ vor, und dieser erfaßt dann auch „das Höchste“, Walhall.

So wie einst das Erdbeben von Lissabon für weite Kreise der Menschheit den aufgeklärten Glauben an die Theodizee, die beste aller Welten, zum Einsturz gebracht hatte, zerschellten die industriekulturellen Hoffnungen an dem Eisberg, mit dem die *Titanic* 1912 kollidierte. Ein technisches Spektakulum endete mit einem furchtbaren Unglück, das von vielen Zeitgenossen des Ereignisses mit Recht als Ankündigung kommenden Verhängnisses emp-

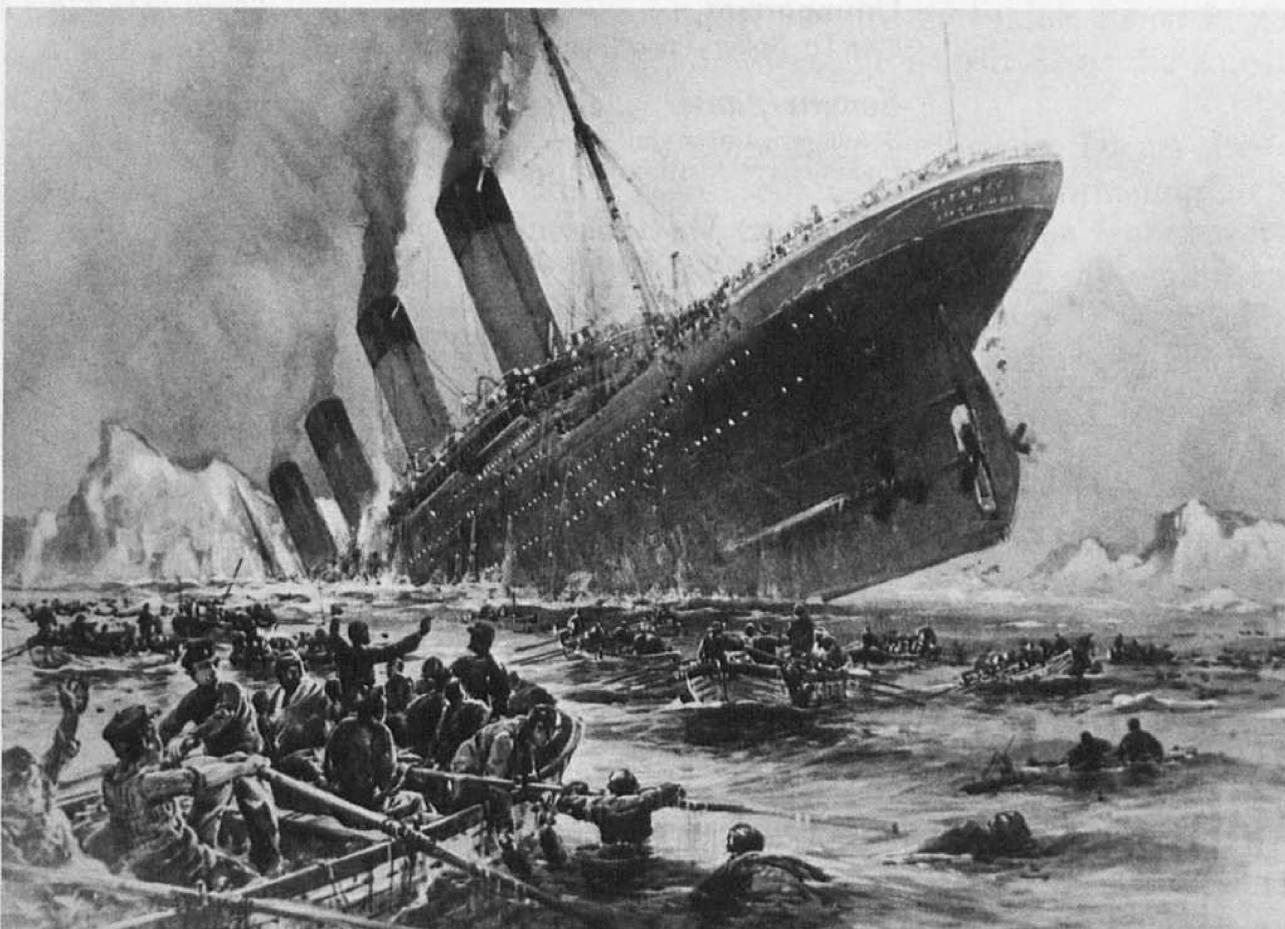
funden wurde. Der Dampfer *Titanic*, 46 329 Bruttoregistertonnen, 1911 vom Stapel gelaufen, war das damals größte Schiff der Welt. Es hatte 900 Mann Besatzung und konnte 2203 Passagiere, 505 in der 1. Klasse, 564 in der 2. Klasse, 1134 in der 3. Klasse, aufnehmen. Es glich einer schwimmenden Stadt mit vielen Palästen und Mietskasernen (samt Hinterhöfen). Einen Geschwindigkeitsrekord wollte es aufstellen, das „Blaue Band“ gewinnen, die Trophäe für die schnellste Atlantiküberquerung.

In ihrer Zeit-Not, vibrierend im Geschwindigkeitsrausch, mißachtet die *Titanic* fünf Eiswarnungen. Mit der vollen Geschwindigkeit von 21 Knoten stößt sie am 14. April 1912, um 23.40 Uhr, bei den Neufundlandbänken gegen einen Eisberg, der das Schiff in fast 90 Meter Länge, von der Vorpiek bis zum vorderen Kesselraum, aufschlitzt. Um 2.18 Uhr gehen die Lichter aus, kurz darauf versinkt das Schiff im Ozean. Die mit äußerster Kesselkraft herbeigeeilte *Carpathia* der Cunard Linie kann 703 Überlebende an Bord nehmen; für 1503 Menschen gibt es keine Rettung mehr.

In *Die gerettete Zunge*, die „Geschichte einer Jugend“, erzählt Elias Canetti von den persönlichen Erschütterungen und der Massentrauer, die der Untergang der *Titanic* hervorrief. „Ich kann mich nicht erinnern, wer zuerst

vom Untergang der *Titanic* sprach. Aber unsere Gouvernante weinte beim Frühstück, ich hatte sie noch nie weinen sehen, und Edith, das Hausmädchen, kam zu uns ins Kinderzimmer, wo wir sie sonst nie sahen, und weinte mit ihr zusammen. Ich erfuhr vom Eisberg, von den furchtbar vielen Menschen, die ertranken, und was mir am meisten Eindruck machte, von der Musikkapelle, die weiterspielte, als das Schiff versank ... Dann gingen wir auch hinunter, die Gouvernante und ich, und da standen schon die Mutter und Edith weinend zusammen. Wir müssen aber dann doch ausgegangen sein, denn ich sehe die Menschen auf der Straße vor mir, es war alles sehr verändert. Die Leute standen in Gruppen beisammen und sprachen aufgeregt, andere traten dazu und hatten etwas zu sagen, mein kleiner Bruder im Kinderwagen, der sonst seiner Schönheit wegen von allen Passanten ein bewunderndes Wort bekam, wurde von niemand beachtet.“

Die großen Dampfschiffe in ihrer Pracht und Sicherheit hatten im ganz besonderen Maße die Identitätsgewißheit des Maschinenzeitalters verkörpert. Die Schnelligkeit, mit der sie Menschen und Waren über die Meere transportierten und die Kontinente miteinander verbanden, evozierte ein Triumphgefühl, das die Herrschaft der Technik über Natur und Welt verlieh.



Der Untergang der *Titanic*, für Die Gartenlaube im Jahr 1912 gemalt von Professor Willy Stöwer. Die Technikeuphorie wurde brüchig.

## VERANSTALTUNGEN

Juli · August · September 1992

### Eröffnungen

seit 7. Mai Abteilung Astronomie

3. und 5. OG

12. Sept. Flugwerft Schleißheim

Effnerstr. 18

Oberschleißheim

11-14 Uhr

14-17 Uhr

Festveranstaltung für geladene Gäste  
Öffnung für das allgemeine Publikum  
*Rahmenprogramm:*  
Ausstellungen, Workshops, Wettbewerbe  
und Vorführungen rund um die Luftfahrt  
in allen Räumen der Flugwerft;  
Flugvorführungen und Ausstellung  
von historischen Flugzeugen auf dem Flugplatz

13. Sept. Tag der offenen Tür in der Flugwerft

9-17 Uhr

*Rahmenprogramm:*  
siehe 12. September

### Sonderausstellungen

bis 23. Aug. Der Dom zu Regensburg

2. OG

Bauforschung und Kunstgeschichte  
Sonderausstellung zusammen mit der Universität  
Bamberg, gefördert von der Carl Haller von Hallerstein  
Gesellschaft

neu:

2. Juli bis

6. Sept.

Vorraum

Bibliothek

if Design Auswahl 1992

Die 10 Besten und die Besten der Branchen  
präsentiert vom Design Zentrum München

*in Planung:*

August bis

November

2. OG

Portugal im Zeitalter der Öffnung der Welt

*in Planung:*

14. Sept.

bis 26. Okt.

Vorraum

Bibliothek

Industriekultur in Böhmen

Photographien und Modelle aus den Jahren 1860 bis 1920  
Eine Ausstellung des Technischen Nationalmuseums Prag  
in Zusammenarbeit mit dem Centrum Industriekultur  
Nürnberg

### Kolloquiumsvorträge

(16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt)

13. Juli

Zippers - the Importance of the History of the  
Unimportant

Prof. Dr. Robert Friedel, University of Maryland (USA)

### Sommerpause

Sonntagamatinee und Orgelkonzerte  
finden erst wieder im nächsten Quartal statt.

### Münchner Volkshochschule im Deutschen Museum

Teilnehmer der VHS-Programme erhalten  
ermäßigten Eintritt (Erwachsene DM 4,-).  
Für die Programme können Sie sich an der  
Volkshochschule einschreiben.  
Information: Tel. (089) 48006-138 oder 230.

Sonntags

11 Uhr

DM 6,-

Attraktionen im Museum

Gang durch das Museum zu besonders  
interessanten Objekten (Treffpunkt Kassenhalle)

Museumswerkstatt -

Mitmachprogramm für Jung und Alt

(Treffpunkt Kassenhalle)

26. Sept.

10-15.30 Uhr

DM 24,-

Materialgeld

ca. DM 25,-

Geheimnisse des Drachens

Drachenbau im Deutschen Museum

Samstagswerkstatt für Eltern und deren Kinder  
ab 5 Jahren

(Kinder bis zu 12 Jahren gebührenfrei,  
Einschreibung an der VHS jedoch erforderlich)

## Deutsches Museum

Museumsinsel 1, 8000 München 22, Tel. (089) 21791

Nun hatten die Naturgewalten sich als stärker, hatte die technische Wunderwelt sich als höchst verletzlich erwiesen.

... Das Wasser schießt in die Schotten.  
An dem leuchtenden Rumpf  
gleitet, drei Meter hoch  
über dem Meeresspiegel, schwarz  
und lautlos der Eisberg vorbei  
und bleibt zurück in der Dunkelheit.

Hans Magnus Enzensberger

Wieder einmal waren die Menschen in ihrem nervösen Geschwindigkeitsrausch den Maschinen zum Opfer gefallen, hatten die „eisernen Engel“ sich als „eiserne Teufel“ erwiesen. Der industriekulturelle Stolz, wie er sich seit den Tagen des Biedermeier immer stärker herausgebildet hatte, war erschüttert. □

### ZITIERTE WERKE

Rolf Peter Sieferle: Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart. München 1984, S. 61, S. 143 ff.

Adalbert Stifter: Der Nachsommer. Mit einem Nachwort von Emil Staiger. München 1964, S. 210.

Carl E. Schorske: Wien. Geist und Gesellschaft im Fin de siècle. Frankfurt am Main 1980, S. 286 f.

Alexander von Steinberg nach Werner Pöls (Hrsg.): Deutsche Sozialgeschichte. Dokumente und Skizzen. Band I: 1815-1870. München 1973, S. 384 f.

Dirk Hoeges: Alles veloziferisch. Die Eisenbahn - vom schönen Ungeheuer zur Ästhetik der Geschwindigkeit. Rheinbach-Merzbach 1985, S. 9 ff., S. 12 f.

Elias Canetti: Die gerettete Zunge. Geschichte einer Jugend. München 1977, S. 70 f.

Hans Magnus Enzensberger: Der Untergang der Titanic. Eine Komödie. Frankfurt am Main 1978, S. 9.

### DER AUTOR

Hermann Glaser, geboren 1928, Dr. phil., Honorarprofessor an der TU Berlin, war von 1964 bis 1990 Kulturdezernent der Stadt Nürnberg. Von seinen weit über 30 Büchern seien erwähnt: „Die Wiedergewinnung des Ästhetischen“ (1974), „Maschinenwelt und Alltagsleben“ (1980), „Von der Kultur der Leute“ (1984), „Kulturgeschichte der Bundesrepublik Deutschland“ (3 Bände, 1985, 1986, 1989), „Das Verschwinden der Arbeit“ (1988).

# LUFT, ERDE, WASSER, FEUER

## Die klassischen vier Elemente in der Sicht eines Nobelpreisträgers und einer Künstlerin

ROALD HOFFMANN UND VIVIAN TORRENCE

Vor mehr als 400 Jahren veröffentlichte der italienische Renaissance-Gelehrte Andrea Alciato seine *Emblemata Flumen Abundans*. Das war eine Sammlung symbolischer Bilder mit begleitenden Aphorismen, Prosatexten und Versen. Noch bis weit ins 19. Jahrhundert hinein waren vergleichbare Bücher beliebt. Auf jeder Seite dieser „Emblembücher“ war zu einem epigrammatischen Stichwort ein Holzschnitt oder ein Stich abgebildet, kommentiert durch Prosatexte oder Verse.

Was geschieht, wenn sich heute eine Künstlerin und ein Chemienobelpreisträger zusammenfinden – wenn die Bildwelt der Künstlerin dem Weltbild des Naturwissenschaftlers Ausdruck verleiht und ihn reizt, die Bilder in Worte zurückzuübersetzen? In den USA ist daraus eine vielbeachtete Ausstellung entstanden, die nach der *National Academy of Sciences* in Washington, D. C., nun in New York zu sehen ist. Zum Abdruck in *Kultur & Technik* wurden aus der Fülle der Arbeiten die vier griechischen Elemente ausgewählt. Die Texte, die hier zum erstenmal in deutscher Übersetzung erscheinen, wechseln zwischen Sachinformation, philosophischer Deutung und Poesie – und gerade dadurch erhalten sie ihren eigentümlichen Reiz.

Roald Hoffmann wurde 1937 im polnischen Zloczow geboren. Die Zeit des Nationalsozialismus hat er in Verstecken überlebt; 1949 kam er in die USA. Nach seinem Chemie- und Physik-Studium in Harvard lehrte er seit 1965 Chemie an der Cornell University, seit 1974 hat er den Lehrstuhl für Physikwissenschaften inne. Roald Hoffmann erhielt zahlreiche nationale und internationale Auszeichnungen;



er ist der einzige Wissenschaftler, dem die *American Chemical Society* sowohl den Preis für Anorganische Chemie als auch den für Organische Chemie verliehen hat. Zusammen mit Kenichi Fukui erhielt er 1981 den Nobelpreis für Chemie.

In über 300 wissenschaftlichen Arbeiten hat er neue Wege zum Verständnis der Geometrie und Reaktivität von Molekülen bis hin zu unendlich erweiterbaren Molekularstrukturen gezeigt – als habe er selbst die Fähigkeit des Schamanen, von der er in dem Beitrag „Erde“ spricht: ins Innere der Materie hineinzublicken. Im Fernsehen präsentiert er das Kolleg „Die Welt der Chemie“, die *University of Central Florida Press* hat zwei Gedichtbände von ihm veröffentlicht.

Vivian Florig Torrence wurde 1945 in Chicago Heights, Illinois, geboren. Sie studierte an der Drake University Malerei und lehrte danach Zeichnen und Malen außer an der Drake University auch an der Iowa State University und an der University of California in Berkeley. Heute ist die Künstlerin in St. Petersburg, Florida, und München gleichermaßen zuhause. Sie ist Gastdozentin an der Cornell University, an der Roald Hoffmann lehrt.

Über ihre Arbeit sagt Vivian Florig Torrence: „Im weitesten Sinne beschäf-

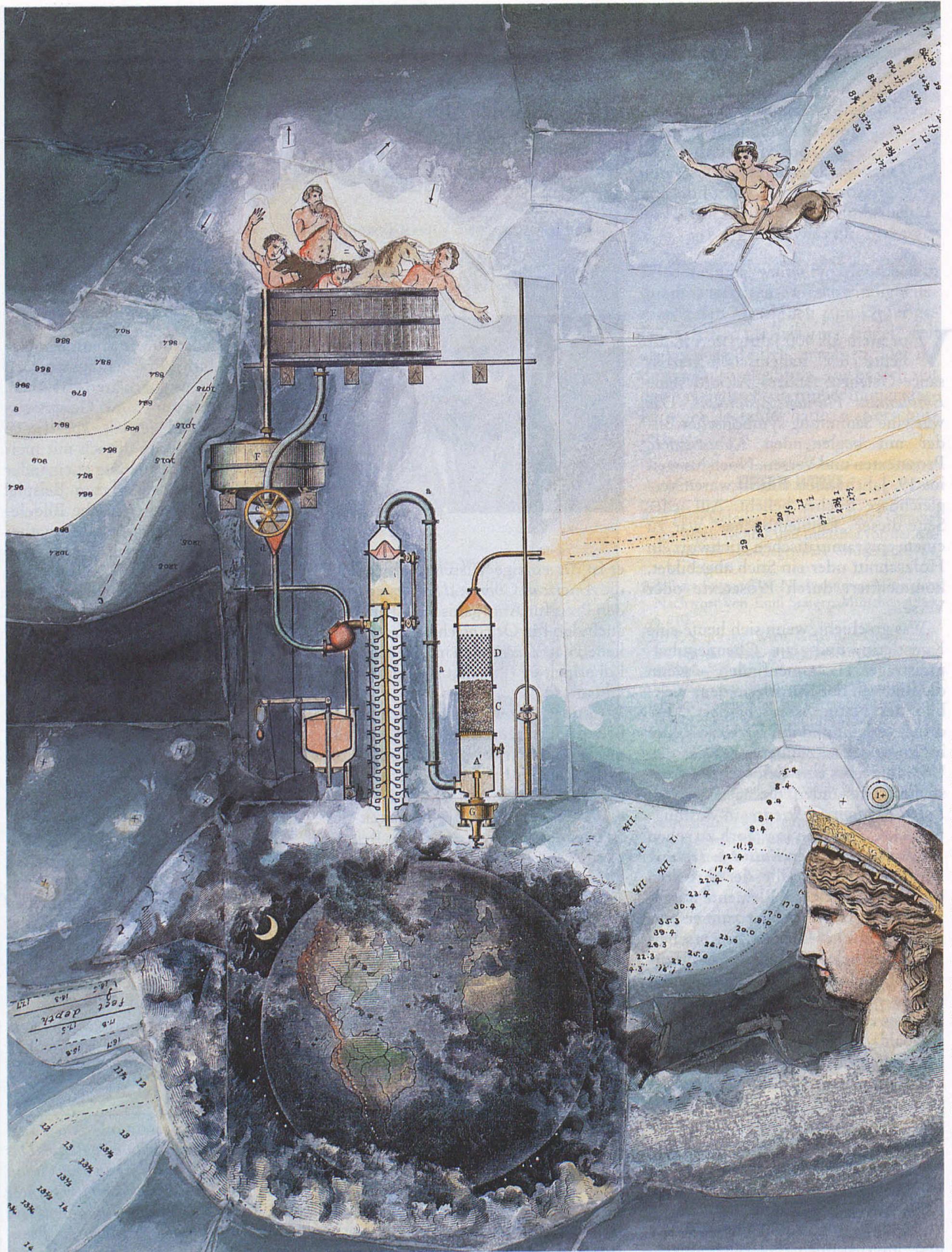
tige ich mich damit, wie Menschen Natur und ihre Erscheinungsformen wahrnehmen und erklären. Mythen, Religionen, Natur- und Geisteswissenschaften sind jeweils spezifische Annäherungsweisen, die ich mit meinen Arbeiten in Beziehung zueinander setze. Das drückt sich zum Beispiel darin aus, daß ich mythische Bildelemente mit Laborgeräten oder mathematischen Symbolen verschmelze. So entstehen puzzleartige Collagen davon, wie Menschen zu verschiedenen Zeiten, in verschiedenen Kulturen und mit ganz unterschiedlichen Sichtweisen die Welt, die sie wahrnehmen, verstanden haben beziehungsweise heute verstehen.“

In den USA ist die Künstlerin Vivian Florig Torrence anerkannt: In sehr vielen Kunstmuseen und -galerien sind Bilder von ihr zu finden. Es ist keine kommerzielle Kunst. Es ist die Kunst des Sehens.

In seinem Beitrag zum Thema „Feuer“ schreibt Roald Hoffmann: „Ich möchte, daß wir wachen Sinnes werden, uns als Teil des unvollkommenen Universums begreifen und mit der herrschenden Unordnung Frieden schließen. Das Sternenlicht hat Zeit, sehr viel Zeit, in den Wirbelströmen des Zufalls zu verblassen.“

Bilder und Texte zum Nachdenken. Modisch wohlfeile Antworten wollen sie nicht sein. D.B.

*Autorisierte Übersetzung aus dem Amerikanischen von Dieter Beisel. Das Werk von Roald Hoffmann und Vivian Torrence wird im Frühjahr 1993 unter dem Titel „Chemistry Imagined“ im Verlag Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., erscheinen.*



Sämtliche Bilder von Vivian Torrence mit freundlicher Genehmigung der Douglas Drake Gallery, New York

Als der holländische Naturforscher und Alchemist Jan Baptista van Helmont (1577 bis 1644) den Ausdruck „Gas“ prägte, leitete er ihn fast hellseherisch von dem griechischen Wort *chaos* ab, wobei die unachtsame Umschrift ins Holländische eine Rolle gespielt haben mag. In der griechischen Mythologie bezeichnet das Wort die gestaltlose Masse des Universums, bevor die Götter es schufen. Diese ursprüngliche Bedeutung des Wortes – Unordnung und Wirresein – ist gleichfalls in vielen modernen Sprachen erhalten.

Genau das ist der Zustand von Gasen, auch wenn dies erst 250 Jahre nach Helmont begriffen wurde. Der Reichtum einer Sprache besteht nicht zuletzt darin, daß die ursprüngliche und die gewandelte Bedeutung eines Wortes nicht völlig getrennt nebeneinander bestehen. In der Wissenschaft ist der Begriff Unordnung nicht mit negativem Vorzeichen versehen. Tatsächlich ist die sich vergrößernde Unordnung des Universums, seine zunehmende Entropie, die Wirkkraft, die spontane chemische Reaktionen möglich macht. Wenn man von Gasen spricht: Sie sind wirklich der Zustand des Chaos – Moleküle in unablässiger Bewegung, auf zufälligen Bahnen mit völlig unterschiedlichen Geschwindigkeiten, beständig auf Kollisionskurs:

Mittendrin  
sind sie, sind es immer,  
unaufhörlich. Ein Entrinnen  
aus dem heißen Kampf der Moleküle gibt es nicht.  
Wenn sie aufeinandertreffen, klingt es hart wie baskisches Ballspiel.  
Blitzt man auf dem Tanzboden ab, ist man für neue Verbindungen offen.  
Der Rhythmus des Scheiterns erklingt zu neuem Techtelmechtel.  
Und je stärker die hinterhältige Verletzung, umso  
planloser die Suche nach einer wärmeren Welt.  
Doch auch die Frühlingsnächte in Ithaka  
sind kalt geworden. Hauswände, Glas  
und Metall sind Klüfte und Furchen,  
die nur dazu dienen, das Universum  
in Fesseln zu legen. Die Materie  
zuckt noch, doch seltener.  
Ohne Chaos erkaltet sie.  
Etwas ist noch da,  
ganz mittendrin,  
verborgen.

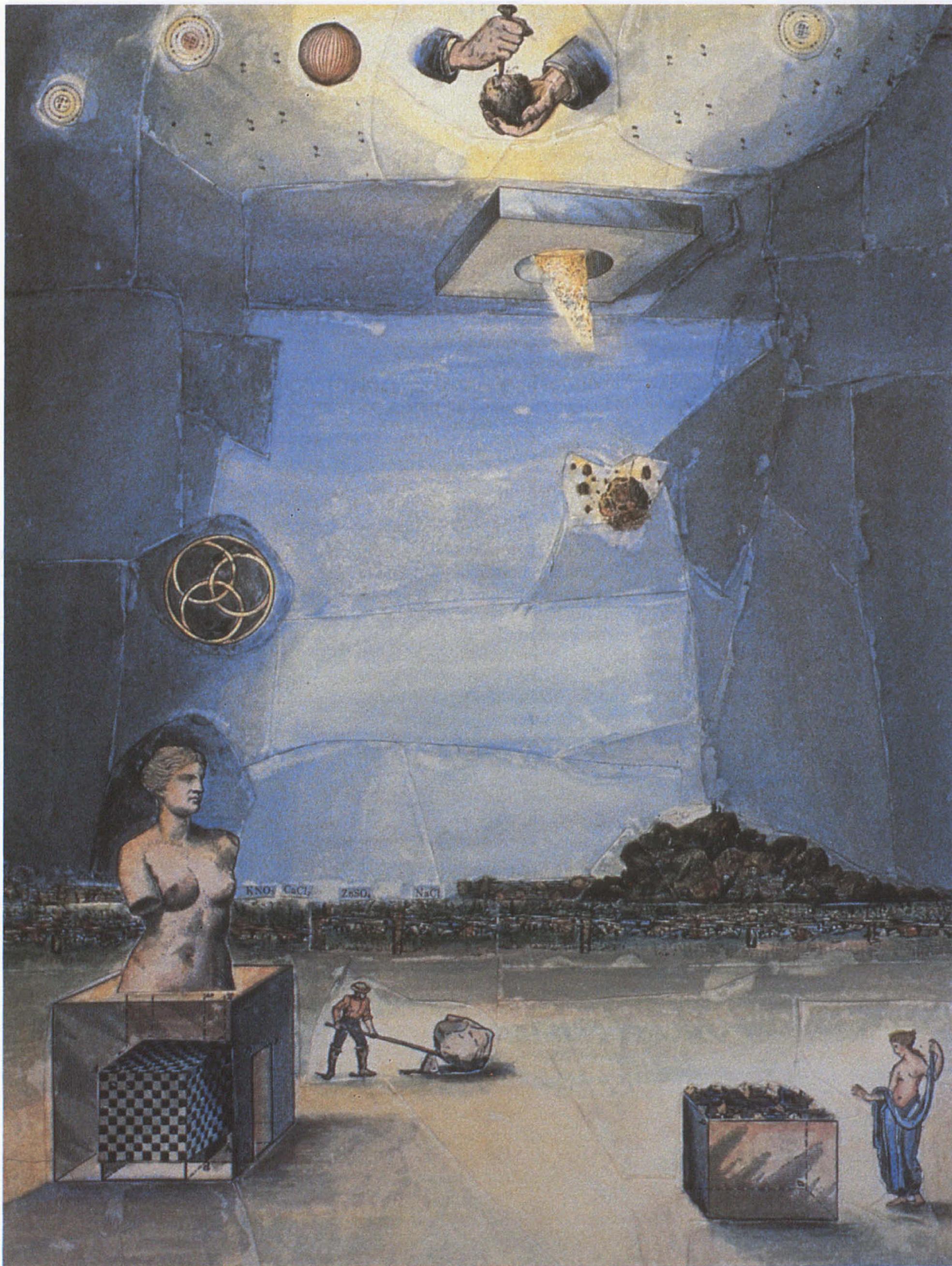
Molekulare Bewegung ist Wärme. Die durchschnittliche Bewegungsgeschwindigkeit der Gasmoleküle ist sehr hoch. Sie beträgt rund 1600 Kilometer pro Stunde und ist damit etwas größer als die Schallgeschwindigkeit. Daß zwischen Molekularbewegung und Schallgeschwindigkeit ein Zusammenhang besteht, kann nicht überraschen. Denn die Schallübertragung hat etwas mit dem Medium zu tun, auf das sie angewiesen ist. Die durchschnittliche Molekulargeschwindigkeit – je größer die Wärme, je größer die Geschwindigkeit, bei der auch noch das Molekulargewicht zu berücksichtigen ist – ist sehr verschieden: Die leichten Wasserstoffmoleküle erreichen bei Zimmertemperaturen einen Spitzenwert von 6000 Kilometern pro Stunde.

Eine Alltagserfahrung scheint der Behauptung zu widersprechen, Moleküle bewegen sich im Bereich der Schallgeschwindigkeit. Angenehmer oder unangenehmer Duft, der in unserer Nähe freigesetzt wird, braucht recht lange, bis er unsere Nase erreicht. Aber das ist es ja eben: Unter irdischen Bedingungen trifft ein Molekül schon rasch auf ein anderes – und wird von ihm abgelenkt. Auch wenn ein Parfum-Molekül eine Spitzengeschwindigkeit von 800 Kilometern pro Stunde hat, so kann es unsere Nase doch nur in einem zeitverzögerten Zickzackkurs errei-

chen: Es prallt zwischen vielen anderen Molekülen hin und her. Der Fachterminus dafür ist Diffusion.

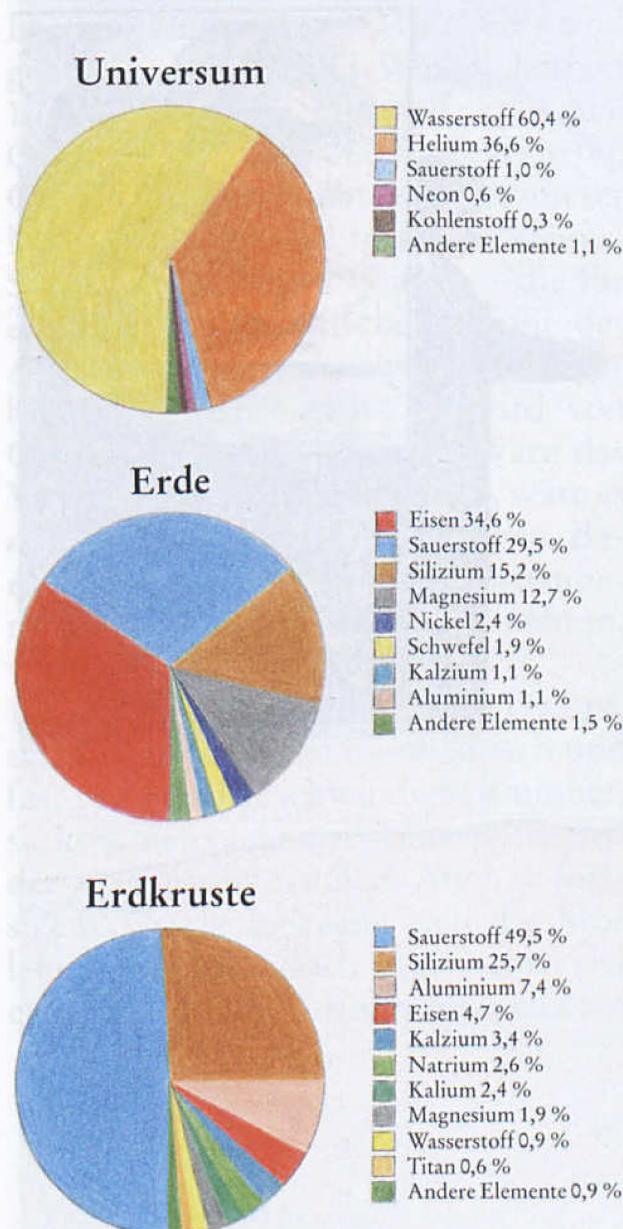
Und im Weltall, in dem kaum Hindernisse vorhanden sind? Die Frage ist offen...

Zu erwähnen wäre der Titel des Gedichts in diesem Beitrag. Er lautet: „Wärme: Warm wie?: Kalt“.



**A**us Staub seid ihr gemacht, zu Staub sollt ihr wieder werden.“ Oder bei optimistischerer Gemütslage: Der ganze Reichtum der uns umgebenden Welt – alle Tiere, Pflanzen und die Fülle an künstlichen Dingen, die unsere Hände und unser Denken hervorgebracht haben – entstammt der Erde und ihrer Atmosphäre. In Bezug auf die Materie ist das „System“, das manche Gaia nennen, nahezu vollständig geschlossen, doch der Zustrom an Sonnenenergie ist groß, groß auch die Strahlungswärme, die von der Erde abgegeben wird.

Doch woraus besteht denn die Erde? Nun, das hängt davon ab, welches hübsche Fleckchen man sich für sein Grundstück ausgesucht hat. Die abgebildeten Zeichnungen zeigen die Zusammensetzung des Universums, der Erde insgesamt und der oberen 20 Kilometer der Erdkruste:



Wie sehr unterscheidet sich doch die Erde vom Universum! Wasserstoff, der nukleare Brennstoff der Sterne wie unsere Sonne einer ist, und Helium, das Ergebnis dieses gewaltigen Brandes, stellen den überwiegenden Anteil an der Materie des Universums. Einst waren beide Elemente auch auf der Erde häufig, doch schon vor langer Zeit sind sie aus der Atmosphäre verschwunden. Der noch vorhandene Wasserstoff ist in einem lebenswichtigen Molekül gebunden, im Wasser.

Bemerkenswert ist der große Anteil des Eisens, wenn man die Erde insgesamt betrachtet. Es befindet sich zum größten Teil im geschmolzenen Erdkern, zu dem es keinen Zugang gibt. In der Erdkruste finden wir vor allem steinige Minerale, die große Mengen von Siliziumoxiden oder Silikaten enthalten, desgleichen eine große Zahl aluminiumhaltiger Minerale. Ein großer Teil des auf der Erde vorhandenen Sauerstoffs ist in Mineralen gebunden, nicht in der Atmosphäre.

Und wir selbst? Wir haben dazu keine Grafik abgebildet, doch wir wissen, daß der lebende Mensch zu 70 Prozent aus Wasser besteht, der Rest ist überwiegend eine Mischung aus einfachen bis komplizierten organischen Molekülen, die alle Kohlenstoff enthalten. In der Erdkruste dagegen ist bemerkenswert wenig Kohlenstoff zu finden – er versteckt sich unter den 0,9 Prozent „andere Elemente“. Das legt Zeugnis davon ab, wie außerordentlich erfolgreich Kohlenstoffverbindungen an der Entstehung des Lebens beteiligt waren.

Auf der ganzen Welt scheint sich uns die Fülle der Elemente in amorpher Form zu zeigen: Gesteine, Erde, pflanzliche und tierische Biomasse. Doch zuweilen stoßen Bergleute auf etwas anderes: auf Kristalle. Welch ein Anblick, wenn man mit der Lampe in einen neuentdeckten Hohlraum voller Quarzkristalle hineinleuchtet, mit mattgrauem Galenit, mit Spaten in den Farbtönen purpur bis gelb, dazwischen einige rubinrote Kristalle, die wie Edelsteine schimmern! Wer hat ihre Form und Farbe geschaffen? Die Frage ist

verständlich, denn in der Natur sind chaotische Strukturen die Regel.

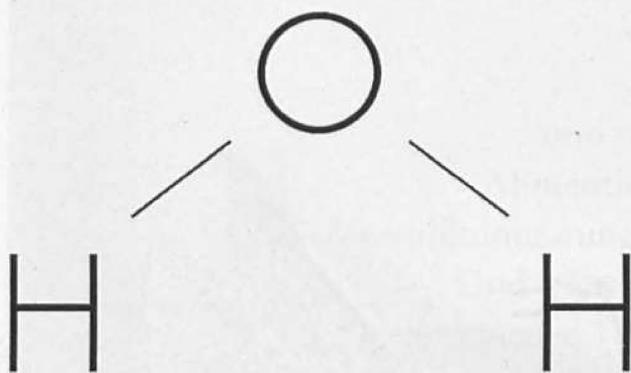
Stellen wir uns vor, aus der Luft soll erkundet werden, ob es auf einem Planeten – es kann unsere Erde sein – intelligentes Leben gibt. Der rascheste Anhaltspunkt für menschenähnliches Wirken ist gegeben, wenn im Kampf gegen die natürliche Unordnung das Gestalten von Ordnung gelingt. Die Zeichen einzelner Siege sind zu sehen – ein gepflügeltes Feld, Gebäude, eine Vivaldi-Oper. So könnte man sich auch vorstellen, daß die schimmernden geometrischen Kristalle auf ein absichtsvolles Wirken hinweisen. Man mag dabei an die Hypothese denken, die Arthur Clarke in seinem Werk 2001 ausgelotet hat.

Sie sind tatsächlich hochorganisiert, diese nahezu vollkommenen Gitterwerke aus Atomen, die sich fast unendlich aneinanderreihen lassen. Doch auch sie sind völlig natürlich, sie zeugen von der Symmetrie der ihnen innewohnenden Kräfte; ungewöhnlich ist nur, daß sich ihre mikroskopische Ordnung in ihrer makroskopischen Gestalt ausdrückt. Auch alle anderen, scheinbar so willkürlich geformten Dinge auf dieser Erde – ein Granitblock, ein Farn – haben eine innere Ordnung. Kristalle zeigen sie unmittelbar und fordern uns heraus, ihre innere Ordnung zu erkunden.

Mircea Eliade hat über den Brauch australischer Aborigines berichtet, Schamanen bei ihrer Initiation Quarzkristalle zu essen zu geben. Diese „Steine des Lichts“ sind Splitter, die vom Himmelsthron abgebrochen sind. Sie befähigen den Schamanen zu sehen: ins Weltall, in die Seele, in das Innere der Materie.



**W**asser ist in unserer Umwelt die bei weitem häufigste Flüssigkeit. Auch Alkohol und Essig sind Flüssigkeiten, beide meist stark mit Wasser verdünnt, aber es gibt auch Quecksilber und . . . Im übrigen Universum kommt Wasser selten vor, der Anteil des Wassers in unseren Körpern aber entspricht ziemlich genau dem der dünnen Außenhaut der Erde – 70 Prozent.



□ Wasser besteht aus H<sub>2</sub>O-Molekülen. Bis weit ins 19. Jahrhundert hinein dachte man, die Formel sei OH. Die winzigen H<sub>2</sub>O-Moleküle sind geknickt. Der HOH-Winkel beträgt 104,5 Grad, der Abstand zwischen O und H 0,0000000097 Zentimeter. Glücklicherweise gibt es viele dieser Moleküle:  $6,02 \times 10^{23}$  in einem kleinen Schlückchen von 18 Gramm – die für ein Element spezifische Anzahl der Atome, auf ein paar mehr oder weniger kommt es dabei nicht an, wird von Chemikern 1 mol genannt. Wäre das Wassermolekül nicht geknickt, wäre es nach theoretisch glaubwürdigen Berechnungen schon bei Zimmertemperatur ein Gas. Das Leben wäre nicht so, wie wir es kennen.

□ Im gasförmigen Wasser, im Dampf, schwirren die Moleküle chaotisch und fast mit Schallgeschwindigkeit umher; sie kommen nicht weit, ohne miteinander zusammenzustoßen. Auch in flüssigem Wasser bewegen sich die Moleküle ziellos, doch auf sehr viel engerem Raum, zusammengehalten

von starken Kräften. Im festen Zustand des Wassers, im Eis, bilden diese Kräfte ein regelmäßiges Kristallgitter. Merkwürdigerweise hat Eis eine etwas geringere Dichte als Wasser. Das widerspricht der Erwartung. Diese Merkwürdigkeit macht es möglich, daß es bei winterlichen Temperaturen Leben im Wasser geben kann, denn hätte Eis eine größere Dichte als Wasser, würden Seen vom Boden aufwärts gefrieren.

□ Der Kreislauf des Wassers: Die Wassermenge auf der Erde ist gewaltig, doch der größte Teil kann von Menschen nicht genutzt werden. 97 Prozent des Wassers befinden sich in den salzigen Meeren, vier Fünftel des restlichen Wassers sind in den polaren Eiskappen eingeschlossen. Wieviel Trinkwasser wir zur Verfügung haben, hängt davon ab, wieviel Meerwasser verdunstet und als Regen über den Landflächen niedergeht. Schätzungsweise nutzen wir von den jährlich 40 000 Kubikmetern Wasser, die wir verwenden können, weil Regen und Schnee Wasserläufe entstehen ließen, nur 3000 Kubikmeter, mehr als 80 Prozent davon in der Landwirtschaft, der Rest verteilt sich auf Haushalte und Industrie.

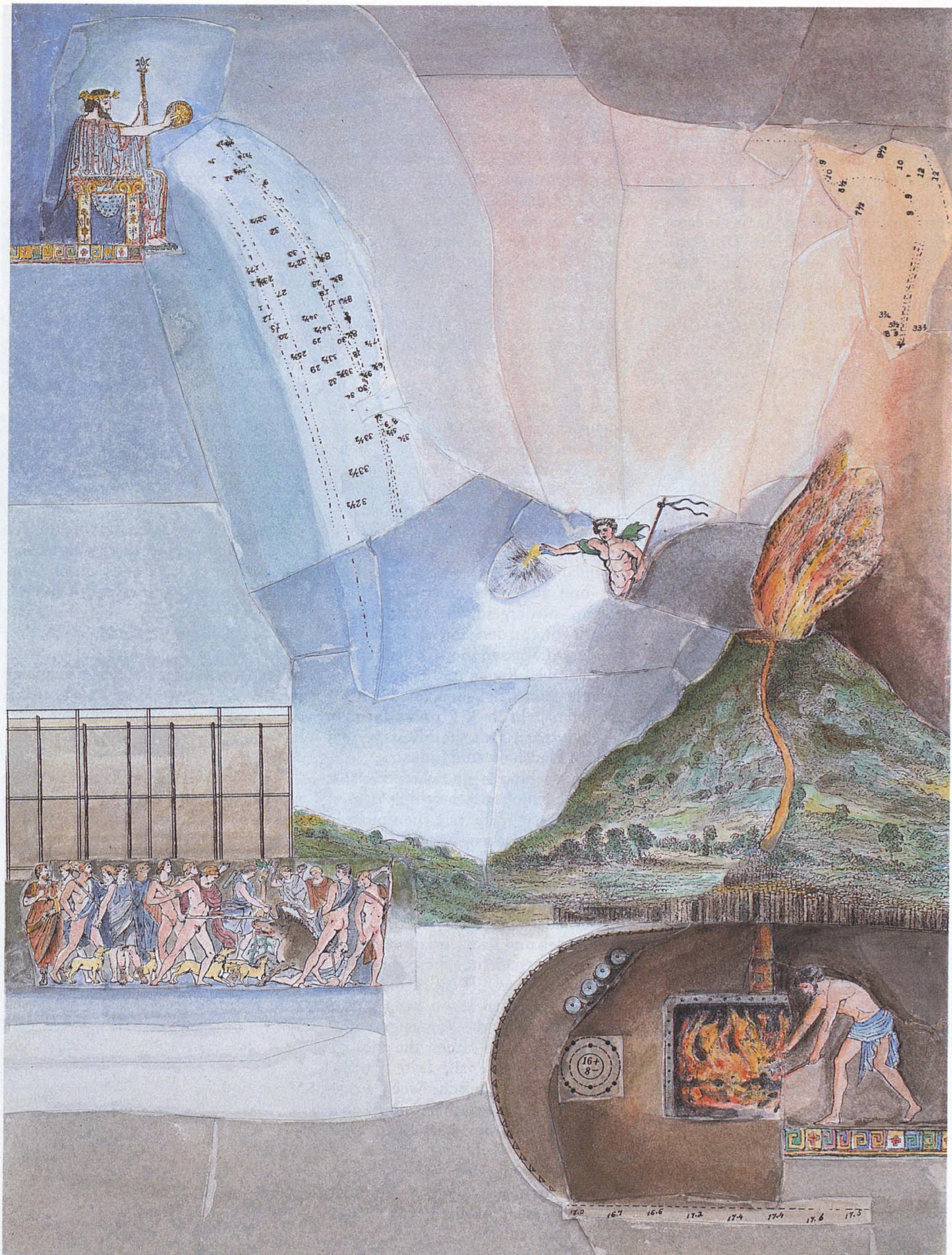
□ Der Gebrauch undichter Gefäße: Wäre die Erdoberfläche völlig wasserundurchlässig, gäbe es Leben nicht in der uns bekannten Form. Aber die Erde ist porös; Grundwasser, das Böden und Gesteinsschichten durchnäßt, deckt einen großen Teil unseres Trinkwasserbedarfs. Wasser sickert durch Sandböden und Kies, entlang an massiven Gesteinsschichten, bestrebt, an tieferer Stelle aus Quellen, Brunnen und in Feuchtgebieten auszuströmen. Auf seinem Weg wird das Wasser gereinigt, Mikroorganismen bauen die biologischen Schadstoffe ab, feste Partikel werden auf mechanische Weise ausgesiebt. Die Landwirtschaft, alles Leben ist auf den Fluß des Wassers angewiesen.

Die Reinigung des Wassers, besonders bei den aufwendigen Aufbereitungssystemen unserer Großstädte, macht von dem Mittel des Filterns Gebrauch: Im modernen chemischen La-

bor ist der Filtriertrichter erhalten, der für den Alchemisten kennzeichnend war. Kontrolliertes Durchsickern – genau dies bedeutet Filtern – spielt eine wichtige Rolle beim Durchgang von Wasser- und anderen Molekülen durch biologische Membranen. Bei der Dialyse strömt das Blut durch eine künstliche Niere. Eine halbdurchlässige Membrane befindet sich zwischen dem Blut und einer Lösung: Die Giftstoffe im Blut sickern durch die Membrane in die Lösung, so daß sie aus dem Blut ausgeschieden werden. Die Poren der Membrane sind gerade so groß, daß sie die Moleküle der Giftstoffe durchlassen, nicht aber die Blutzellen und andere organische Großmoleküle.

Ein allgemeines Arbeitsprinzip – das gilt für die Gesellschaft wie für die menschliche Zelle – besteht darin, daß der ökonomische Zweck durch Aufgliederung und Informationsfluß erreicht wird. Zerlegung in Teilbereiche und Spezialisierung dienen dazu, eine Aufgabe zu erfüllen; doch die verschiedenen Abteilungen müssen durchlässig sein, genau in dem Maße, das notwendig ist, um den kommerziellen oder molekularen Handel möglich zu machen.

In der griechischen Mythologie wurden die Danaiden, die entgegen den Gesetzen der Natur ihre Gatten getötet hatten, dazu verurteilt, unablässig undichte Gefäße zu füllen. Vielleicht war die Danaiden-Strafe ein Symbol für die Wiedereingliederung in den Kreislauf des Wassers – das Wasser in den heiligen Gefäßen der Natur.



# FEUER

## Der Teufel lehrt Thermodynamik

Mein zweites Gesetz, euer zweites Gesetz,  
bestimmt, daß alle Ordnungen an einem Ort,  
Strukturen in Raum und Zeit, in einem nicht zu gewinnenden Wettstreit  
mit der Unordnung, die diesem wohlgestalteten,  
doch zunehmend durcheinander geratenden Universum eingepflanzt ist,  
überlistet werden. Und wir, die wir über die komplizierte Maschinerie unserer  
gesunden Körper und über Lebenserhaltungssysteme verfügen, erklären durch das  
geschriebene und das vom Fernsehen gesendete Wort ausdrücklich,  
daß wir die majestätische Unantastbarkeit der durch dieses Gesetz  
verfügten Bestimmungen anerkennen. Doch wir halten uns für gefeit,  
wir glauben, daß wir keine Dinge wie Unkraut,  
Rost oder banale Felsbrocken sind,  
und so ersinnen wir einen Grund für die immerwährende  
Alimentierung unserer Vollkommenheit oder zumindest unserer  
Vervollkommnungsfähigkeit, möge der Grund Gott oder unsterbliche Seele heißen.  
Und während wir den Zerfall zugeben, der sich nicht verbergen läßt,  
etwa den Tod oder auch – in literarischen Versen – das Ende der Liebe,  
erklären wir andere Gründe der Zerstörung kurzerhand zum Übel:  
Ärger, Begierde, Stolz – die ganze Menge der Pickel des Geistes.  
Krankheiten werden übertragen,  
der alte Ruf nach mir,  
dem Teufel, der ausgetrieben werden soll, erklingt immer noch.  
Aber das Schönste ist, daß die Tragepfeiler von Gottes strafender Kirche,  
diese hübschen sieben, eine so verkrampfte und verklemmte Hilfsmannschaft abgeben,  
daß man, wenn sie vorbeikommen, gar nicht anders kann als  
etwas Magma abzulassen. Der Glaube dient schwachen Gemütern,  
den Rekruten der Kulte, ein trügerisches Gefühl der Sicherheit an,  
und ein Zuviel davon macht jene andere grandiose Erfindung  
von euch zunichte, den Gesellschaftsvertrag.  
Langweilige Klügelei gibt sich den Anschein des Bewahrens – und Liebe,  
ihr sagt, man soll lieben! Liebst du einen, vergißt du die anderen. Liebst du alle,  
wird niemand dich lieben. Ich sage euch, Freunde,  
Liebe ist das vortrefflichste Instrument, das Gott erschuf,  
um die Entropie größer werden zu lassen. Liebe ist der Schutzpatron meines Gesetzes.  
Und was Gott selbst betrifft, nun, daß es in seiner Einzigartigkeit nur  
Einen geben kann, das scheint den Erdenmenschen zum Lieben zu unbegreiflich,  
so verfallen sie auf ihre  
Nordirlands und Libanons.

*Es kann, mein Durchschnittsmensch, nicht darum gehen,  
das tagtägliche Fortschreiten der Degeneration vor Augen zu führen.  
Nein, ich möchte, daß wir wachen Sinnes werden, uns als Teil des unvollkommenen  
Universums begreifen und mit der herrschenden Unordnung Frieden schließen.  
Der Kältetod kommt langsam, das Sternenlicht hat Zeit, sehr viel Zeit,  
in den Wirbelströmen des Zufalls zu verblassen, auch in unseren Köpfen,  
mit denen wir die Liebe vervollkommen, unsichtbare Städte errichten  
und so unseren Standort bestimmen.*



# DAS SCHIFF DER KAUFLEUTE

Nachbau der Bremer Hansekogge  
aus dem Jahr 1380

VON WOLF-DIETER HOHEISEL

Die Ära der Hanse wird wie kaum ein anderer historischer Zeitabschnitt mit einem Verkehrsmittel in Verbindung gebracht: Sie selbst hat sich auf den vielen Siegeln der Hansestädte mit der „Hansekogge“ identifiziert. Diese Siegel mit ihren oft nur symbolhaften Darstellungen waren dann überwiegend die einzigen Zeugen, die der Nachwelt über diesen wichtigen Schiffstyp Auskunft gaben. Dies hin-

derte einige Geschichtsschreiber in jüngerer Vergangenheit nicht, es ermöglichte ihnen vielmehr, Geschichtsbilder und Rekonstruktionen von gewaltigen und „wehrhaften“ Koggen zu zeichnen und damit den Anspruch auf „Seegelung“ nordischer Länder herzustellen – die Kogge geriet immer mehr in den Bereich der Sage. Nun wurde die Legende von der Wirklichkeit eingeholt.

Als glücklicher Umstand und Sensation war es anzusehen, daß Wrackteile, die im Oktober 1962 bei Bremen gefunden wurden, als Überreste einer Kogge erkannt und sichergestellt werden konnten. Die dendrochronologische Altersbestimmung, die auf dem Vergleich von Jahrringkurven der beim Bau verwendeten Hölzer mit einer Standardkurve beruht, datierte das Baujahr des Schiffes auf etwa 1380. Die Bergung der Fundstücke mußte

Die Bremer Hansekogge von 1380, wie sie im Deutschen Schiffahrtsmuseum in Bremerhaven zu sehen ist.

des bevorstehenden Winters wegen sehr schnell erfolgen. Es dauerte danach jedoch zehn Jahre, bis mit der Rekonstruktion dieses einzigartigen Fundes im *Deutschen Schiffahrtsmuseum* in Bremerhaven begonnen werden konnte. Von 1972 bis 1981 wurde der Schiffsrumpf aus der Vielzahl der geborgenen Einzelteile zusammengefügt.

schon klassischen Themas der Technikgeschichte, schließlich zum Bau einer Triere geführt, aus dem Erkenntnisse über die mögliche Sitzposition und die körperlichen Anforderungen an die Mannschaft gewonnen werden konnten.

Im Falle der Kogge waren, was die Rumpfdetails betraf, genügend Daten

den, einer Planke ähnlich, niedrig und breit verlief. Neben ihm bildeten vier weitere, auf jeder Seite flach angelegte Planken den Schiffsboden. Dieser Karweelbauweise, bei der die Planken glatt nebeneinander liegen, folgte an den aufsteigenden Schiffsseiten ein Bereich, bei dem die folgenden Plankengänge dachziegelartig, in Klinkerbauweise übereinandergriffen.

Wie erhielten diese Planken nun die charakteristische, trogartige Form des Frachtschiffes? Vordere und hintere Begrenzung des Rumpfes bildeten die steil aufgerichteten Stevenbalken, der Vor- und der Hintersteven. Dazwischen aber, in Querrichtung, waren höchstwahrscheinlich Formstücke, sogenannte Mallen, verwendet worden, die den Rumpf als behelfsartiges Baugerüst in Form hielten. So wurde nun auch beim Nachbau verfahren. Allerdings beschränkte man sich auf eine einheitliche Plankendicke und verzichtete auch darauf, die „Beulen“, die am Original durch nicht ganz fachgerechte Verarbeitung entstanden waren, zu wiederholen.

Im Mittelalter waren die Planken wahrscheinlich über einem offenen Feuer in ihre spätere Form gebogen worden: Abweichend dazu erhielten sie jetzt eine Wärmebehandlung in einer „Dampfkiste“, wie sie sich inzwischen im Bootsbau eingebürgert hatte. Auch bei den Plankennägeln ließ man Zugeständnisse an neuere Entwicklungen zu, denn man versprach sich von der Verwendung rostfreien Stahles eine größere Lebensdauer als bei dem ursprünglichen Schmiedeeisen. Die Herstellung der etwa 16 000 Nägel erfolgte allerdings wie früher in Handarbeit durch einen Schmied, der auch die übrigen Eisenbeschläge, die Ruderösen und den Anker nach altem Vorbild anzufertigen hatte.

Als die Außenhaut, die von den untereinander vernagelten Planken gebildet wurde, fertig gezimmert war, konnten das innere Formgerüst und die Mallen wieder entfernt werden. Innerhalb der Rumpfschale lagen nun alle Plankennähte zum Abdichten, dem Kalfatern, frei. Die Bezeichnung „Kalfatern“, die von einem arabischen Wort für Asphalt stammt, gibt gleichzeitig mit ihrem Anklang an „Kalfaktor“ die überlieferte Arbeit des Abdichtens wieder: Erhitztes Pech wurde zwischen die Nähte der Planken gegossen



Fundsituation der Kogge am 8./9. Oktober 1962 in Bremen.

Um die Schrumpfung des über 600 Jahre alten wassergesättigten Eichenholzes zu vermeiden, mußte es in ein großes Edelstahlbecken getaucht werden, dessen Polyäthylenglykolfüllung den Rumpf bis zum Jahre 2000 festigen soll. Währenddessen können die Besucher des Museums die Kogge durch ein umlaufendes Fensterband im Becken betrachten und einen Eindruck von der Schiffsform und den schweren Holzverbänden erhalten.

Bei der Untersuchung der erhaltenen Teile stellte sich heraus, daß die gefundene Kogge ursprünglich noch gar nicht fertiggebaut, sondern bei einer Flut von der Werft abgetrieben worden war. Der Mast und die anderen Teile der Takelage fehlten daher noch, so daß es keine Anhaltspunkte für die Größe und die Handhabung des Segels geben konnte. So entstand schon 1971 der Gedanke, die Kogge in Originalgröße nachzubauen, um die noch ungeklärten Fragen in der Praxis zu erforschen.

Diese Art des Vorgehens, aus mangelnden oder spärlichen historischen Quellen abgeleitete, vage und daher auch umstrittene Rekonstruktionen durch Versuche und Erprobungen mit einem Nachbau zu überprüfen, ist bisher auch am Beispiel der griechischen Triere erprobt worden. Hier hatte die immer wieder umstrittene Frage der Sitzanordnung der Ruderer, eines

vorhanden. Wertvolle Hilfe bei der Erarbeitung von Zeichnungen hatte die photogrammetrische Vermessung des Schiffsrumpfes geliefert, die vom Institut für Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen unter Leitung von Professor B. Wrobel vorgenommen worden war. Die Abweichungen von den Originalmaßen lagen dabei nur im Zentimeterbereich. Die Veröffentlichung der Zeichnungen und einer detaillierten Baubeschreibung erfolgt im Jahre 1992.

### DAS HANDWERK DER MITTELALTERLICHEN SCHIFFSBAUER

Der Nachbau der Kogge verlangte von allen Mitarbeitern, die mittelalterliche Bauweise zu begreifen und ihre Ausführung zu erlernen. Das Projekt wurde auf einer Kieler Bootswerft vom Verein *Jugend in Arbeit* unter der Bauaufsicht des *Deutschen Schiffahrtsmuseums* durchgeführt. Vier Jahre arbeiteten arbeitslose Bootsbauer und Jugendliche ohne Ausbildung unter der Anleitung des jungen Bootsbau-meisters Uwe Baykowski an der Nachbildung des Schiffsrumpfes.

Rückgrat und sozusagen „Grundstein“ des Rumpfes bildete der Kiel, der nicht, wie bei den Schiffen der Wikingers zuvor, hoch und schmal, son-

und diese mit Werg oder Tauresten verstopft.

Beim Koggenachbau deckte man die mit teergetränktem Werg abgedichteten Nähte mit Eichenholzleisten ab, die ihrerseits mit insgesamt 14 000 handgeschmiedeten Kalfatklammern gesichert wurden. Diese Arbeiten mußten sehr sorgfältig ausgeführt werden, da die Kalfaterung nach dem Einsetzen der Spanten und der inneren Beplankung nicht mehr zugänglich ist.

Der Innenausbau der fertiggestellten Rumpfschale folgte nun Stück für Stück der vorgegebenen Rumpfform. Hierfür mußten die Bodenspanten und die rippenförmigen Auflanger, die sich seitlich anschließen, aus passendem Krummholz gearbeitet werden. Ein zusätzlicher Innenkiel, das sogenannte Kielschwein, und eine Innenbeplankung, die die Fracht der Kogge vor Nässe schützen sollte, verliehen dem Rumpf zusammen mit fünf großen Querbalken, die in die Außenhaut ein-

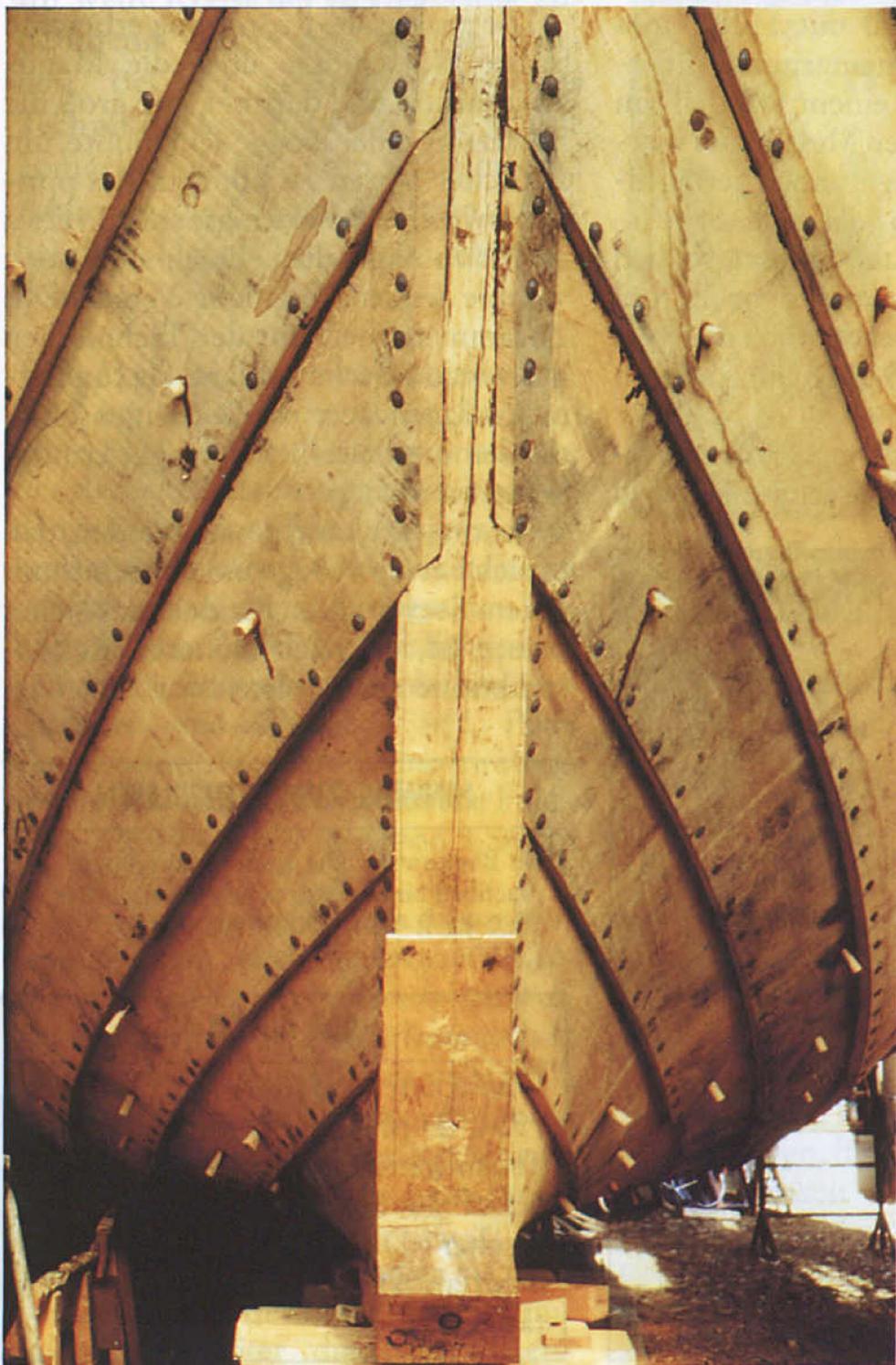


gelassen wurden, eine außerordentlich hohe Festigkeit. Dies zeigte sich bereits beim „Stapelhub“, bei dem der Rumpf am 26. Oktober 1989, an zwei Gurten hängend, von den unterstützenden Sta-

peln von einem Kran ins Wasser gehoben wurde.

Für diesen Teil des Nachbaues der Kogge hatte der Wrackfund konkrete Hinweise geben können. Für die nötige Rekonstruktion der Takelage wurden nun an der Technischen Universität Berlin und am Institut für Schiffbau in Hamburg alle verfügbaren modernen wissenschaftlichen Methoden angewandt, um die Besegelung als eine plausible Ergänzung des Rumpfes zu rekonstruieren. Grundlage für alle Berechnungen war zunächst die Erarbeitung eines idealisierten Linienrisses mit Hilfe eines Computerprogramms, wie es heute allgemein für den Schiffsentwurf benutzt wird und das die Grundlage für die Beurteilung für die Schwimmfähigkeit der Kogge unter verschiedener Beladung liefern sollte.

Blick in den Rumpf mit eingesetzten Spanten. Beim Nachbau war es wichtig, sich das Geschick der mittelalterlichen Handwerker anzueignen.



Ansicht des Nachbaus der Bremer Hansekogge von vorne. Da der Nachbau auf einer Werft in Kiel erfolgte, wird er in der Literatur meist als Kieler Hansekogge bezeichnet.

### WIE „SCHWIMMSTABIL“ WAR DIE KOGGE?

Die Beladungszustände bestanden zunächst aus dem Eigengewicht des Schiffsrumpfes selbst, für die Bestimmung des Gewichts und des Schwerpunktes einer möglichen Ladung ging man von Faßgrößen aus, wie sie in mittelalterlichen Zollbüchern beschrieben worden sind. Als Grenzfälle sind eine Beladung mit Fässern kleinster Abmessungen und auch Fässer unterschiedlicher Größe untersucht worden, die jeweils Roggen enthalten sollten. Bei einer gemischten Ladung, zum Beispiel mit tiefliegenden Kupferplatten und Bündeln von Eisenrohlingen zum Schmieden von Schwertern,

# HANSEKOGGE

Foto: Ziermann/Kiel



Lohn der Mühe: Die nachgebaute Hansekogge unter Segeln.

wie sie in einem mittelalterlichen Schiff in Danzig gefunden worden waren, wäre die Fähigkeit, Segel zu tragen, noch größer gewesen.

Für alle durchgespielten Beladungsfälle erwies sich die Kogge rechnerisch als „schwimmstabil“. Nur im Falle, daß der Mast eingesetzt ist, sich aber kein Ballast an Bord befindet, droht das Schiff zu kentern. Vielleicht war dies der Grund, weshalb das Schiff seinerzeit, als es unfertig vom Werftplatz abtrieb, offensichtlich fluchtartig von den Zimmerleuten verlassen worden war. Darauf deutete das zurückgelassene Werkzeug hin, das im Rumpf der Kogge gefunden und sicher nicht freiwillig zurückgelassen wurde.

Für die Rekonstruktion des Mastes und des Segels wurde eine Takelvor-

schrift des Italieners Giorgio Timbotta aus dem Jahre 1444 zugrunde gelegt. Ihr zufolge sollte der Mast einer Kogge viermal so lang sein wie ihre Schiffsbreite, die Rah, an der das Segel geführt wurde, vier Fünftel der Masthöhe betragen. Auch diese Längenverhältnisse wurden noch einmal mit Hilfe eines modernen Instrumentariums überprüft, diesmal an einem Modell im Windkanal. Nach den Messungen wurden die Maße des Segels noch geringfügig verkleinert, so daß die Schiffsführung bei den ersten Segelversuchen des Nachbaus der Hansekogge im Juni des Jahres 1991 zuversichtlich die volle Segelfläche von 192 Quadratmetern setzen konnte.

Jetzt mußte sich zeigen, ob im praktischen Einsatz die Berechnungen und

Messungen im Windkanal bestätigt wurden, vor allem aber, welche Segel-eigenschaften und welches Seeverhalten eine mittelalterliche Kogge tatsächlich aufwies. Schon eine unerfahrene Mannschaft konnte feststellen, daß die Kogge bei „Backstagsbrise“, bei Wind schräg von hinten, schneller lief als vermutet, und zwar 7 Knoten (ca. 13 Kilometer pro Stunde) statt der vorherberechneten 6,5 Knoten. Diese Zahl erscheint uns heute recht gering, man muß sich jedoch vor Augen halten, welche Transportleistung es im Mittelalter darstellte, Ladungsmengen von 70 bis 80 Tonnen mit solchen Geschwindigkeiten zu bewegen.

Beim Versuch allerdings, nur mit Ballast beladen gegen den Wind zu kreuzen, gelang der Kogge keine Fahrt direkt in die Windrichtung: Ihr flacher Rumpf bot bei dem geringsten Tiefgang zuwenig seitlichen Widerstand, seine Abdrift war zu groß. Hier stehen Versuche mit dem vollbeladenen Schiff noch aus.

Die praktische Erprobung erbrachte bisher Aufschlüsse über die Manövrierbarkeit und darüber, wie groß die Besatzung einer Kogge sein mußte, um sie sicher fahren zu können. Als optimal wird eine Besatzungszahl von etwa 16 Mann angesehen. Doch sind noch weitere wissenschaftliche Versuche in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin geplant, die fundierte Aussagen über die Segeleigenschaften der mittelalterlichen Kogge ermöglichen werden.

Schon jetzt kann gesagt werden, daß es sich bei der Kogge um ein Schiff mit gutem Seeverhalten handelt, das sicher besser ist, als nach früheren Rekonstruktionen zu erwarten war. □

## MASSE UND GEWICHTE DER BREMER HANSEKOGGE

Länge mit Kastelldeck (Mittschiffslinie)	23,27 m
Länge über Steven	22,65 m
Kiellänge	15,60 m
Überhang vorn	4,81 m
Überhang hinten	2,37 m
Größte Breite über Rüstbalken	7,62 m
Größte Decksbreite zwischen den Innenplanken	6,45 m
Seitenhöhe Unterkante Kiel bis einschl. Setzbord	4,26 m
Seitenhöhe bis Oberkante Deck	3,14 m
Höhe Unterkante Kiel bis Oberkante Gangspill	7,04 m
Höhe Unterkante Kiel bis Oberkante Vordersteven	7,23 m
Mastlänge	22,00 m
Segelfläche	192,00 qm
Schiffsgewicht mit 26 t Ballast	81,00 t
Tiefgang mit Ballast	1,53 m
Laderaumgröße	143–160 cbm
Ladung 38–42 Roggenlasten à 2000 kg	76–84 t
Tiefgang mit Ladung	ca. 2,25 m

### HINWEIS ZUM WEITERLESEN

Uwe Baykowski: Die Kieler Hansekogge. Der Nachbau eines historischen Segelschiffes von 1380. RKE-Verlag, Kiel 1991.

### DER AUTOR

*Wolf-Dieter Hoheisel*, geboren 1934, Dipl.-Ing., studierte an der Technischen Universität Berlin Schiffbau. Seit 1971 ist er als Technischer Direktor am Deutschen Schifffahrtsmuseum in Bremerhaven tätig.

# VOM SCHAUEN UND ANFASSEN

## Der Besucher als Mitspieler – Technische Museen und ihr Wandel

VON OTTO LÜHRS

Schon früh im 19. Jahrhundert wurde erkannt, daß die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und die mit ihnen verknüpften technischen Entwicklungen nicht nur die Spezialisten beschäftigen sollten, sondern für weite Kreise der Bevölkerung zunehmend bedeutsam werden würden. Bei der Gründung späterer Technikmuseen hat eine Idee Schule gemacht: Die Idee vom Schauen und Anfassen, die Eugen Goldstein zuerst bei der „Urania“ in Berlin verwirklichte.

Das erste öffentliche Technikmuseum der Welt wurde in Paris im Jahre 1894 eröffnet. Das *Conservatoire des Arts et Métiers* zeigt noch heute in den teils düsteren Räumen einer säkularisierten Abtei seine einzigartigen Schätze einem meist dünnbesetzten Publikum. Man findet dort die Schöpfungen der berühmten französischen Mechaniker und Physiker wie Pixii, Gay-Lussac, Arago und Ampère ebenso wie das erste motorgetriebene Fahrzeug, den Dampfwagen von Cugnot aus dem Jahre 1770.

Jahrzehnte später bekam dieses Museum mit dem *South Kensington Museum* in London ein Schwesterinstitut. Hier hütete man die Hinterlassenschaft der ersten Weltausstellung von 1851, deren Wahrzeichen der erste Palast aus Stahl und Glas war; dort ist noch heute die Originaldampfmaschine von James Watt zu bestaunen.

Beide Häuser hatten Folgen auch für Deutschland. Alexander von Humboldt, der später die naturwissen-



Gebäude der Urania in der Taubenstraße in Berlin, aufgenommen im Jahre 1896. Der Name war Wilhelm Foerster eingefallen.

schaftliche Volksbildung in Deutschland begründete, weilte im Pariser Technikmuseum. Wilhelm Foerster, der Humboldts volksbildnerische Ideen weiterführte, nahm als deutsches Mitglied der Internationalen Organisation für Maße und Gewichte an den Sitzungen seit 1872 teil, die die Einführung des metrischen Systems in ganz Europa vorbereiteten; das *Conservatoire* diente als Tagungsort. Hier sah der junge Rudolf Diesel Cugnots Dampfwagen, hier war er „glücklich in der Einsamkeit zwischen lauter Maschinen und Apparaten“. Besonders nachhaltig war die Wirkung des Pariser Museums auf Oskar von Miller, den es während der ersten Elektrizitätsaus-

stellung im Jahre 1881 immer wieder in die alten, umgewidmeten Klostermauern zog.

Als Datum für den Beginn der naturwissenschaftlichen Volksbildung in Deutschland wird der 12. Mai 1827 betrachtet. An diesem Tage kehrte Alexander von Humboldt nach langen Jahren der Abwesenheit auf Geheiß des preußischen Königs aus Paris nach Berlin zurück. Noch im selben Jahr begann er mit Vorlesungen „Über die Weltphysik“ an der Berliner Universität und wiederholte sie wegen des allgemeinen Interesses in der Singakademie. Ganz Berlin vom König bis zum Maurermeister nahm daran teil, auch die elegante Damenwelt, die damals der Physik ferner stand als heute. Der Zulauf war gewaltig und von Schleiermacher stammt der boshafte Ausspruch: „Der Saal faßte nicht die Zuhörer und die Zuhörerinnen nicht den Vortrag.“

Humboldt bewirkte maßgeblich die Errichtung einer neuen Sternwarte, die 1835 eröffnet wurde. Dem ersten Direktor dieses Observatoriums, Johann Franz Encke, machte er zur Auflage, daß die Sternwarte nicht nur wissenschaftlichen Zwecken dienen sollte, sondern auch dem allgemeinen Publikum mehrmals im Monat zu öffnen sei.

Im Jahre 1855 trat der junge Astronom Wilhelm Foerster als Assistent Enckes in den Dienst der Sternwarte. Ihm oblag unter anderem die Organisation und Durchführung der Laienveranstaltungen. Außerdem leistete er Alexander von Humboldt rechnerische Hilfsdienste bei der Vollendung seines naturwissenschaftlichen Sam-



melwerks *Kosmos*. Seit dieser Zeit fühlte sich Foerster dem Volksbildungsauftrag Alexander von Humboldts ständig verpflichtet. Ab 1863 leitete Foerster die Sternwarte vorerst kommissarisch und bald als Direktor. Die Laienabende bereiteten ihm zunehmend Sorgen: Durch das Publikum wurde die Arbeit der Berufsastronomen erheblich beeinträchtigt.

Foerster kam die Idee einer eigenen Volkssternwarte. Doch so sehr die zahlreichen Besucher den wissenschaftlichen Betrieb auch gestört haben mochten, ihre Anzahl würde kaum hinreichen, eine Volkssternwarte rentabel zu betreiben. So stellte Foerster den Plan zunächst zurück, sicherte sich aber immerhin die Zusage des zuständigen Ministers von Goßler zur Überlassung eines geeigneten Grundstücks für sein Vorhaben.

#### THEATER IM DIENSTE DER WISSENSCHAFT

Im Winter 1885 fand der Wissenschaftsjournalist Max Wilhelm Meyer eine Anstellung als Redakteur beim *Berliner Tageblatt*. In seiner Eigenschaft als Zeitungsmann suchte er eines Tages den Direktor der Sternwarte auf. Auch Meyer trug sich seit langem mit volksbildnerischen Absichten. Er hatte sich autodidaktisch der Astronomie genähert, doch dann wurde ihm auch noch das Studium der Astronomie in Göttingen ermöglicht. Aus ärmlichen Verhältnissen stammend, hatte er als Junge die Möglichkeit vermißt, sich angemessen zu bilden. Hier ist die Wurzel für seine späteren Laienbildungsbestrebungen zu suchen. Seine Idee war nun, naturwissenschaftliches Gedankengut mit Hilfe der Theatertechnik in die Bevölkerung zu tragen.

Nun war eine zweite Komponente für ein Volksbildungsinstitut gegeben. Foersters Idee „Volkssternwarte“ und Meyers „Wissenschaftliches Theater“ ließen sich sinnvoll vereinigen, so daß sich die ökonomischen Bedingungen für die Einrichtung verbesserten. Doch dabei sollte es nicht bleiben. Foerster war ein kontaktfreudiger und stadtbekannter Mann mit besten Beziehungen. Er gewann Werner von Siemens als Förderer und besprach sein Vorhaben

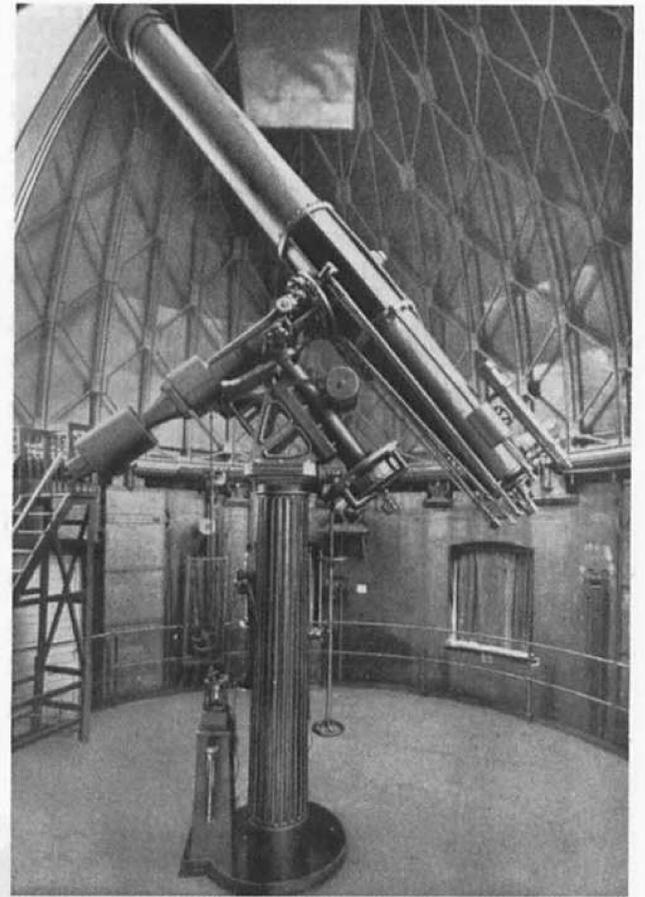
Bühnenbild des Wissenschaftlichen Theaters.

auch mit Hermann von Helmholtz, der Leiter der gerade entstandenen *Physikalischen Technischen Reichsanstalt* war. In Helmholtz' Institut arbeitete der Physiker Eugen Goldstein, der von ihm für die Mitarbeit an der neuen Volksbildungseinrichtung empfohlen wurde. Goldstein sollte einen Saal mit physikalischen Experimenten einrichten, die vom Besucher betätigt werden konnten.

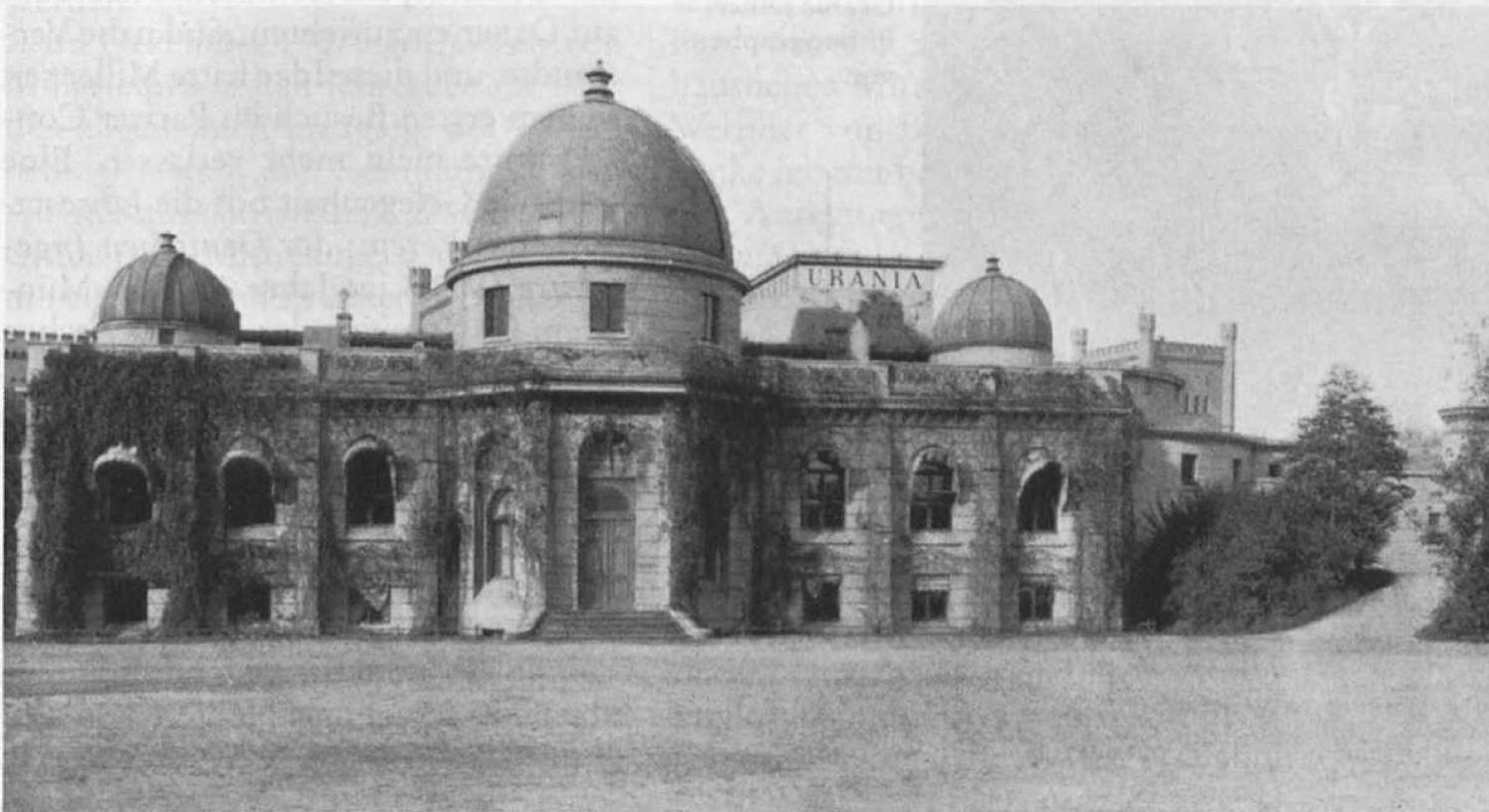
Das Unternehmen ruhte nun auf drei Säulen, und sie alle waren Neuheiten für die damalige Welt: die erste Volkssternwarte der Welt, das erste Wissenschaftliche Theater, der erste Laienexperimentiersaal. Sie bildeten das Fundament der *Urania*. *Urania* – die griechische Muse der Sternkunde: Dieser Name war Wilhelm Foerster eingefallen.

bildungsveranstaltungen durch, aber auch der Kaiser und Mitglieder seiner Familie ließen sich regelmäßig blicken. Fünf Abteilungen boten sich dem interessierten Publikum dar: die astronomische Abteilung mit ihren Fernrohren und einem Saal für Himmelsprojektionen, die physikalische Abteilung mit den Experimenten zur Selbstbetätigung, eine Abteilung mit etwa 50 Mikroskopen samt Präparaten, eine Ausstellungsabteilung für Meisterwerke der Präzisionsmechanik – und das Wissenschaftliche Theater. Gewissermaßen als sechste Abteilung arbeitete die Redaktion der Hauszeitschrift *Himmel und Erde* unter der Leitung von Direktor Meyer.

Wenige Wochen nach der Eröffnung brachte Siemens den amerikanischen Dauererfinder Thomas Alpha Edison



Die Volkssternwarte bildete eines der Fundamente der *Urania*.

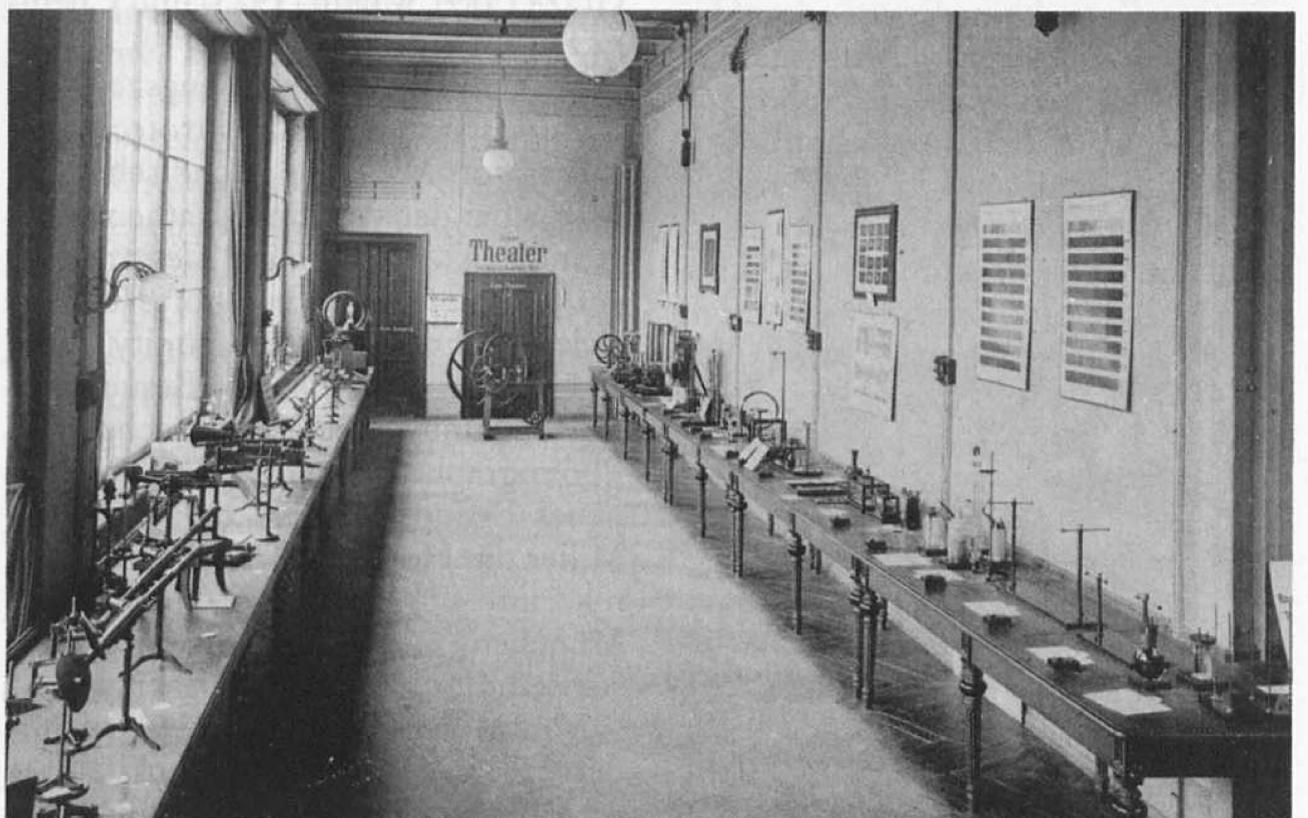


Das Gebäude im Ausstellungspark Moabit, das die *Urania* 1889 beziehen konnte.

Physik-Saal der *Urania* mit Druckknopfexperimenten im Jahre 1889.

Neben Werner von Siemens fanden sich weitere Sponsoren vor allem aus dem wohlhabenden Bürgertum. Eine Aktiengesellschaft wurde gegründet, so daß die notwendigen Mittel in kurzer Zeit zusammenkamen. Minister Goßler machte seine Zusage wahr, mit dem Bau eines geeigneten Hauses im Landesausstellungspark Moabit konnte begonnen werden. Im Frühsommer 1889 war das Gebäude fertiggestellt, und am 1. Juni wurde die *Urania* eröffnet. Erster Direktor der *Urania* war Max Wilhelm Meyer.

Vom ersten Tage an war sie ein Erfolg. Bald verzeichnete man 200 000 Besucher jährlich, und diese Zahl blieb dann jahrzehntelang konstant. An Sonntagen führte die *Urania* Arbeiter-



ins Haus, und dieser schenkte der *Urania* zwei seiner neuen Phonographen. Edison war von der Konzeption des Unternehmens beeindruckt, und die Reaktion ließ nicht lange auf sich warten. Finanziert von dem amerikanischen Industriellen und Mäzen Andrew Carnegie absolvierte das Wissenschaftliche Theater der *Urania* eine erfolgreiche Tournee durch die großen Städte der Ostküste Nordamerikas. Das *Urania*-Stück „Die Geschichte der Urwelt“ wurde unter dem englischen Titel „From Chaos to Men“, die Weltraumbetrachtung „Von der Erde zum Mond“ als „A Trip to the Moon“ in New York und an anderen Orten aufgeführt.

Belegt ist auch eine Anfrage aus New York an Werner von Siemens, die er an die *Urania* weiterleitete: „Can you make entire apparatus for electrical exhibits at Urania at what cost and in what time?“ Ein Funke war nach Amerika hinübergesprungen; aber ein Feuer wurde erst später entfacht.

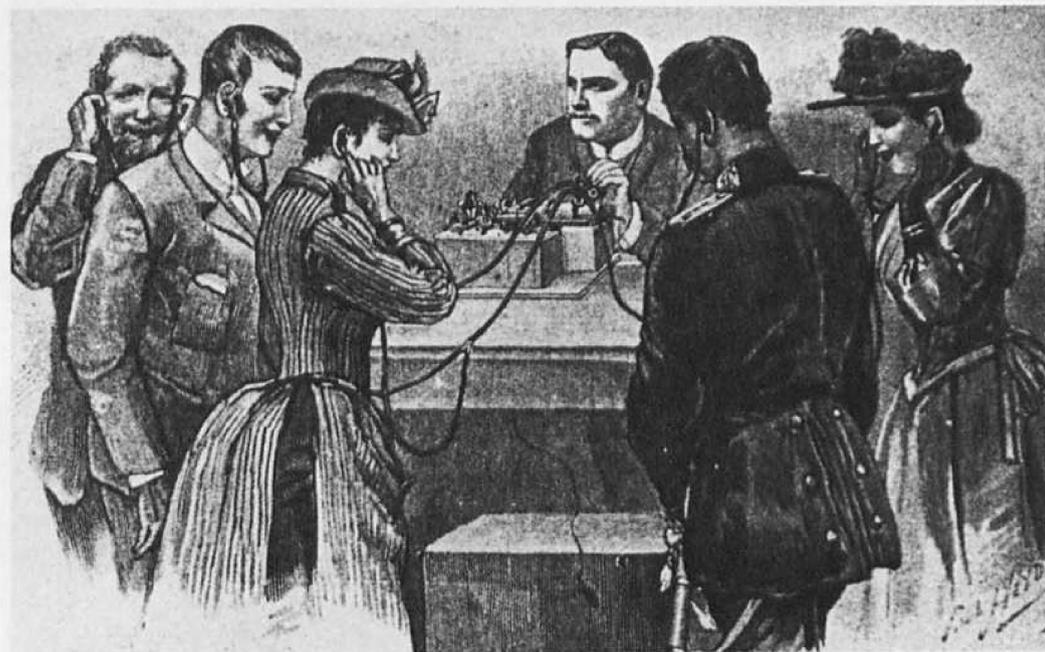
Die amerikanischen Erlebnisse schlugen sich in der weiteren *Urania*-Arbeit nieder: Meyer dichtete nach seiner Rückkehr die neuen Stücke „Wunderland der neuen Welt“ und „Amerikareise 1492 und 1892“, die im Wissenschaftlichen Theater aufgeführt wurden. Doch auch anderswo wurde die *Urania*-Idee häufig nachgeahmt. 1897 entstand die *Urania* in Wien, 1898

Ausstellung der Elektrotechnik in Deutschland organisiert. Gemeinsam mit dem Franzosen Deprez bewies er, daß Fernübertragung elektrischer Energie möglich sei. Bald danach kam er der Aufforderung Rathenaus nach, beim Aufbau der AEG und auch der Berliner Elektrizitätswerke mitzuwirken. Mit der ihm eigenen Energie und wohlgerüstet durch die Erfahrung der Berliner Jahre machte er in München nun beides: Er plante zahlreiche Kraftstationen für Kommunen, und er organisierte die Elektrizitätsausstellung in Frankfurt am Main im Jahre 1891. Auf dieser Ausstellung bewies er die Überlegenheit der Wechselstromtechnik gegenüber der bislang vorherrschenden Gleichstromtechnik.

Zeitlich begrenzte technische Ausstellungen auf die Beine zu stellen und der Gedanke, ein technisches Museum auf Dauer einzurichten, sind nahe Verwandte, und diese Idee hatte Miller seit seinem ersten Besuch im Pariser Conservatoire nicht mehr verlassen. Eine günstige Gelegenheit bot die Jahrestagung des *Vereins der Deutschen Ingenieure* (VDI) im Jahre 1903 in München. Als Vorsitzender des bayerischen Landesverbandes war Miller federführend an den Vorbereitungen dieses Kongresses beteiligt. Hier verkündete er die Absicht, in München ein „Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik“ zu errichten. Sein Freund und immer aber auch heimlicher Konkurrent Rudolf Diesel, ebenfalls seit jungen Jahren von den Eindrücken in den Technikmuseen in Paris und London geprägt, nahm an der Gründungsversammlung teil und machte den Vorschlag, die nationale Institution einfach *Deutsches Museum* zu nennen.

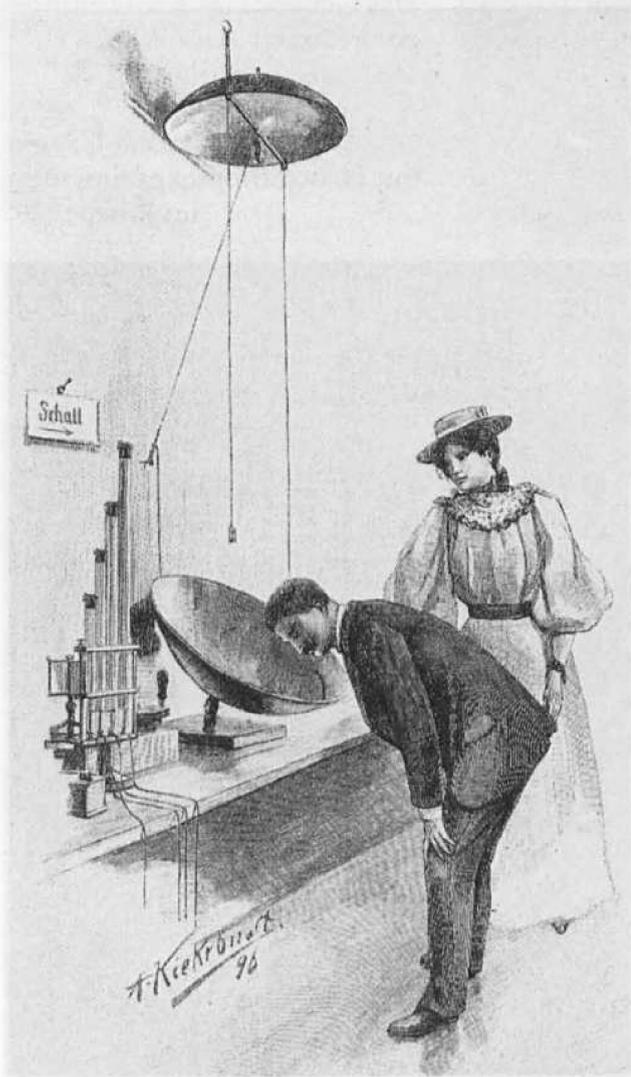
### DAS URANIA-PRINZIP AN DER ISAR

Schon im Herbst 1905 war es möglich geworden, in den Räumen des alten Nationalmuseums mit der ersten Präsentation einer eindrucksvollen Sammlung zu beginnen. Hier und zusätzlich in den Räumen der alten Isarkasernen wurden wichtige Erfahrungen gesammelt, die dem Neubauprojekt auf der Kohleninsel in der Isar zugute kamen. Die Grundsteinlegung für den Museumsneubau erfolgte im November 1906, und es hatte den Anschein, daß



Thomas A. Edison führte 1889 in der *Urania* seinen Phonographen vor.

Experiment Parabolspiegel, Zeichnung von 1869.



die *Urania* in Budapest und 1907 die *Urania*-Volkssternwarte in Zürich. Weitere *Urania*-Gründungen folgten in Jena (1909), Breslau und Magdeburg (1913), Stettin (1914), Prag (1917), Graz (1919), Meran (1923) und Chemnitz (1926).

Während der Gründungszeit der *Urania* arbeitete der Elektrotechniker Oskar von Miller als Technischer Direktor bei der von Emil Rathenau gegründeten *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* (AEG). Er gehörte hier zur elektrotechnischen Community. Auch er bekam in jenen Tagen Besuch von Edison, und gemeinsam machten sie Phonographenaufnahmen mit Edisons neuer Erfindung. Bald darauf verließ Miller die Hochburg der Elektrotechnik, um sich in seiner Heimatstadt München mit einem Ingenieurbüro selbständig zu machen.

Von Miller hatte nach dem Beispiel der Pariser Elektrizitätsausstellung in München im Jahre 1882 die erste

das Unternehmen zügig voranschreiten würde. Nachdem die Baupläne durch immer neue Ideen mehrfach modifiziert worden waren, rechnete man damit, den Neubau im Herbst 1915 eröffnen zu können.

Der Ausbruch des Ersten Weltkriegs unterbrach die Bauarbeiten; auf Veranlassung Oskar von Millers wendeten sich die Mitarbeiter des Museums kriegserforderlichen Arbeiten zu, unter anderem wurde ein vollständiger Lazarettzug mit technischen Einrichtungen zusammengestellt und bei seinen Einsätzen von Museumsbeamten betreut. Der Krieg selbst und die ökonomischen Wirren danach führten zu einer Verschiebung der Eröffnung um etwa zehn Jahre. Am 7. Mai 1925, es war von Millers 70. Geburtstag, konnte der Sammlungsbau endlich eröffnet werden.

Im Dezember 1907 hatte Oskar von Miller einen ersten Jahresbericht über den allgemeinen Fortgang des Unternehmens und die Sammlungs- und Ausstellungsaktivitäten erstattet. Er enthielt die Mitteilung, daß „zur Demonstration und Erläuterung von physikalischen Vorgängen Einrichtungen getroffen seien, welche es den Besuchern ermöglichen, dieselben vor ihren Augen abspielen zu lassen“. Das Goldsteinsche *Urania*-Prinzip fand so in München seine Fortsetzung. Diese didaktische Vermittlungsmethode hatte es in den beiden Museen in Paris und London, die als Vorbild dienten, nicht gegeben.

Die Volksbildungsstätte *Urania* litt auf andere Weise unter der Wirkung des Ersten Weltkrieges und seinen Folgen. Ihr langerprobtes Vortragswesen wurde nun den Kriegszielen verpflichtet: Die „Wissenschaftlichen Vorträge“ wandelten sich zu „Vaterländischen Vorträgen“, die allerdings nahezu ausschließlich von Gastrednern getragen wurden. Die meisten festangestellten *Urania*-Mitarbeiter traten erst wieder beim zivilen Vortragsprogramm nach Kriegsende auf den Plan. Doch fehlte der *Urania* die innere Kraft und Dynamik für einen Neubeginn. Sie vegetierte durch die ökonomisch schwierigen 20er Jahre dahin, und als die Anteilseigner ihre Einlagen flüssig machen wollten, war die *Urania* am Ende. Sie verkaufte ihr eigenes Haus und hielt lediglich ihre Vortragstätigkeit in fremden Sälen bis 1945 aufrecht.

Das didaktische *Urania*-Konzept des „Museums zum Anfassen“ hat in der *Urania* selbst und später im *Deutschen Museum* nachweisliche Wirkung gehabt: „Man brauchte nur nach beigegebenen Erläuterungen auf einen Knopf zu drücken und beobachtete einen lehrreichen Vorgang. Erst viel später, 1930 auf der Physikertagung erfuhr ich, daß ich diese sehr eindrucksvolle Art der Belehrung Eugen Goldstein verdanke“, beschrieb der Nobelpreisträger Max von Laue später seine *Urania*-Erlebnisse als Schüler. Das war in den Anfangsjahren der *Urania*.

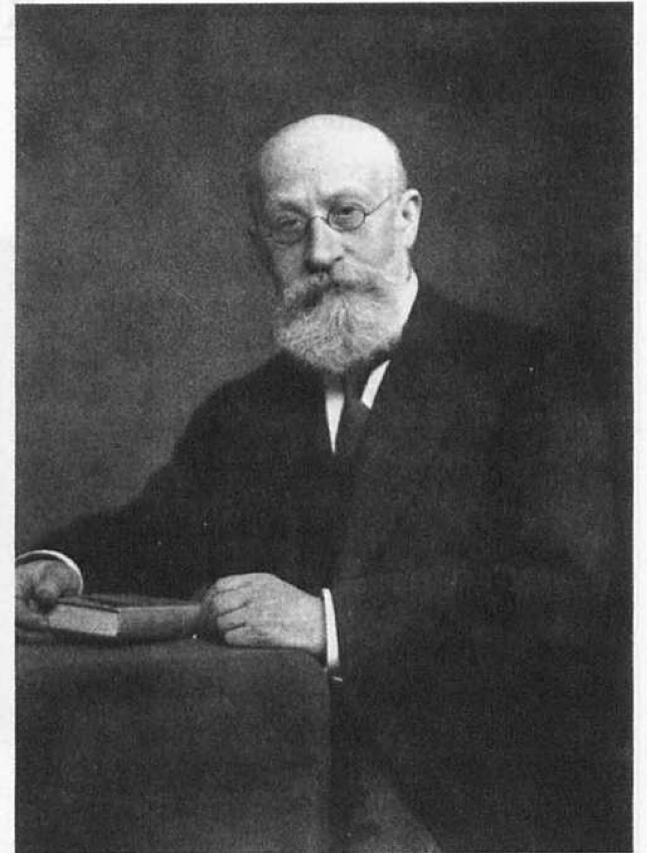
Das Zeugnis Manfred von Ardennes weist aus, daß die *Urania*-Didaktik auch in den 20er Jahren noch fruchtbar war: „Jahre hindurch bin ich mit einigen Schulfreunden ein- bis zweimal in der Woche Gast der alten *Urania* gewesen. Die Experimente, die wir dort sahen, wurden nach Möglichkeit mit häuslichen Mitteln wiederholt.“ Auch Wernher von Braun bekennt: „So gedenke ich mit besonderer Dankbarkeit der Anregungen, die mir durch die *Urania* auf dem Gebiet der Astronomie zuteil wurden und einen erheblichen Anteil daran hatten, daß ich mich diesem Gebiet und später der Raketentwicklung und der Astronautik verschrieb.“

## MUSEEN ZUM ANFASSEN FANDEN ÜBERALL GROSSEN ANKLANG

Als im Jahre 1930 Eugen Goldsteins 80. Geburtstag gefeiert wurde, sagte der Königsberger Physiker Walter Kaufmann in seiner Laudatio: „Ihr Name verdiente, am Eingang der physikalischen Experimentiersäle des *Deutschen Museums* eingegraben zu werden.“

Die *Urania* mußte 1928 die Tore ihres eigenen Hauses schließen; deshalb ist es bald still um sie geworden, und seither gilt das *Deutsche Museum* in aller Welt als Urheber der „Experimente zum Anfassen“. Doch diese Idee entstand in den Köpfen der *Urania*-Gründer Max Wilhelm Meyer, Wilhelm Foerster und Eugen Goldstein, und an der *Urania* wurde sie erstmals erfolgreich umgesetzt.

Dem *Deutschen Museum* kommt das Verdienst zu, diese didaktische Methode nach dem Niedergang der *Urania* ausgebaut und weiter populär gemacht zu haben. Amerikanische



Eugen Goldstein (1850–1930) wollte die Museumsbesucher aktiv in die Experimente einbeziehen.

Museen in Chicago oder Philadelphia wurden nach dem Vorbild des *Deutschen Museums* konzipiert – und damit wurde das *Urania*-Prinzip ein zweites Mal über den Ozean getragen.

Mit den Jahren setzte die Ausführungsform Staub an, nicht aber die Idee. Ausgehend von den USA entstanden Science-Centers besonders auch in der Dritten Welt. Noch mehr Eingriffsmöglichkeiten in das Experiment sollen dem Museumsbesucher vertiefte Einsicht verschaffen. Prototypen dieser neuartigen Bestrebungen sind das *Exploratorium* in San Francisco und das *Ontario Science Center* in Toronto.

Durch amerikanischen Pragmatismus aufgefrischt, hat die alte *Urania*-Methode den Weg zurück in ihren Gründungsort gefunden. Im Berliner *Museum für Verkehr und Technik* ist sie seit 1982 im „Versuchsfeld“ als bewährte Dauereinrichtung installiert, die ab 1990 erheblich ausgeweitet wurde und nun als *Spectrum* ein eigenes Haus bezogen hat. □

### DER AUTOR

Otto Lührs, geboren 1939, Diplom-Physiker, leitet seit 1982 die Abteilung Naturwissenschaftliche Grundlagen/Spektrum der Technik am Museum für Verkehr und Technik in Berlin.

VON HANS-LIUDGER DIENEL

## DER ABBRUCH FÜR DEN NEUBEGINN

Über 300 betriebliche Beschäftigungsgesellschaften gibt es in den fünf neuen Bundesländern. Ihre Zahl nimmt weiter zu. Rund 150 000 Männer und Frauen verdienen als ABM-Kräfte in diesen Unternehmen ihr Geld. Ein Beispiel ist der Personaleinsatzbetrieb (PEB) im Henningsdorfer Stahlwerk, das kürzlich an den italienischen Riva-Konzern verkauft wurde. Der PEB beschäftigt 1500 alte Stahlkocher, die nun zumeist in Abrißkommandos ihren alten Arbeitsplatz vernichten. Abbruch für den Neubeginn, so lauten das Planziel – und die Hoffnungssparole der ABM-Mannschaften.

Ein anderes Beispiel ist die EKO Stahl AG in Eisenhüttenstadt, mit dessen Bau am 18. August 1950 begonnen wurde, und mit dem Werk entstand die Stadt. Das Werk beschäftigte früher 12 000 Menschen, jetzt sind es noch 7700, unter ihnen 2000 Umschüler, Kurzarbeiter und ABM-Kräfte. Das Werk steht zum Verkauf – am 15. Januar 1992 schloß die Treuhand die Liste der Bewerber. Wird nur das Kaltwalzwerk verkauft, werden noch 1000 Beschäftigte einen Arbeitsplatz haben.

Im Herbst 1991 begann die Demontage des Hochofens I, ebenfalls ausgeführt von ABM-Kräften. Manche Hüttenwerker verweigerten die Arbeit: Sie wollten ihren Arbeitsplatz nicht verschrotten.

Sind solche Beschäftigungen und die dazugehörigen Gesellschaften sinnvoll? Viele Unternehmerverbände lehnen sie als ordnungspolitischen Sündenfall ab. Sozialpolitiker fordern und fördern sie dagegen, weil sie soziale Spannungen und Unmut in der Bevölkerung abfedern. Denn sie stabilisieren den Arbeitsmarkt: Auch dort, wo noch keine bezahlte Arbeit winkt, bekommt die ABM-Kraft mehr als der Arbeitslose. Aber auch deren Entlohnung liegt deutlich unter den üblichen Tarifen. Erhofft wird, daß so der Übergang zu einer festen Beschäftigung beschleunigt wird. □



Stahlwerk Henningsdorf:  
Verschrottung des  
alten Arbeitsplatzes

Foto: Michael Peter, Berlin

VON JÜRGEN UNFRIED

## Zwischen Fortschritt und Alptraum

Ein historischer Zugang zur  
Abschätzung der Technikfolgen

Der Verkehr – vor allem der Autoverkehr – ist in unserem Alltag allgegenwärtig. Staumeldungen gehören schon zu den Selbstverständlichkeiten einer Nachrichtensendung. Der Verkehr hat eine so bedrückende Bedeutung gewonnen, daß er nicht nur weite Kreise der Öffentlichkeit beschäftigt, sondern auch Wissenschaftler, Politiker, Wirtschaftsfachleute und Industrielle über die zukünftige Entwicklung des Verkehrswesens bei uns nachdenken. Um in die Probleme einzuführen und einen ersten Überblick zu gewinnen, bietet ein historischer Rückblick einen geeigneten Weg.

**W**ie sah der Verkehr in der Antike aus? Galeeren transportierten Waren auf dem Mittelmeer, auf Flüssen und auch schon auf Kanälen. Es gab befestigte Straßen, die das Land über Tausende von Kilometern kerzengerade durchzogen. Neben Ochsenkarren dienten sie vor allem den Legionen: den Fußsoldaten und der Reiterei.

Welche Zielsetzung hatte diese Form des Verkehrs? Wer organisierte ihn? Der Verkehr garantierte damals die Sicherheit des Staates; er diente vor allem militärischen Belangen. Die Versorgung mit Lebensmitteln geschah durch die Region selbst, nur Luxusgüter wurden über weite Entfernungen beschafft. Organisiert wurden die Verkehrsführung und der Straßenbau durch die zentrale Staatsverwaltung.

An die Grenzen dieser Organisation und Logistik stieß man, als die Verkehrssysteme zu langsam und zu schwerfällig wurden, um in angemessener Zeit schnell auf politische Veränderungen an entfernten Orten reagie-

ren zu können. Zum Zeitpunkt der größten Ausdehnung des Römischen Reiches etwa waren die Informationen und auch die Legionen selbst viel zu lange unterwegs, um in plötzliche Überfälle eingreifen zu können.

Das Römische Reich scheiterte in erheblichem Maße an dem Fehlen geeigneter Verkehrsmittel für große Entfernungen. Nach dem Ende des Römischen Imperiums stagnierte die Entwicklung des Verkehrs über mehrere Jahrhunderte. Das Mittelalter kannte fast nur gewundene, schmale Straßen, die Wege waren schlecht befestigt, Waren wurden nur über relativ kurze Strecken transportiert. In manchen Wintern oder nach Mißernten kam es dadurch zu Versorgungsgängen und sogar zu Hungersnöten.

Zentral geplant oder organisiert war der Verkehr in dieser Zeit nicht. Er entwickelte sich nach lokalen Bedürfnissen und durch Kontakte zu den in der Nähe liegenden Siedlungen.

Das änderte sich erst mit dem Aufblühen der Städte und ihrer zunehmenden wirtschaftlichen Bedeutung. Die großen Handelshäuser benötigten nun für ihre Warentransporte besser organisierte Verkehrssysteme und Straßen über weite Strecken. Die Fugger organisierten Staffettenreiter, die Informationen zwischen dem zentralen Handelshaus und den Besitzungen in Spanien in – für die damaligen Verhältnisse – kürzester Zeit vermittelten.

Es waren wiederum wirtschaftliche und politische Verhältnisse, die zu einer Veränderung der Verkehrsperspektiven zu Beginn der Industriellen Revolution führten. Durch den Merkantilismus und die industrielle Entwicklung verschob sich der wirtschaftliche Schwerpunkt von der Landwirtschaft hin zur Industrie. Der entscheidende Schritt zu den neuzeitlichen Verkehrssystemen vollzog sich in England zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Nach heftigen Auseinandersetzungen siegten die Interessen der neu etablierten Industriellen: Verkehrssysteme wurden gezielt verbessert, bald schon die ersten Eisenbahnlinien eröffnet.

Am Anfang des 19. Jahrhunderts glaubte man noch, den Eisenbahnbetrieb dezentral planen zu können, man hatte die Vorstellung, daß jeder die

Schienenwege nach seinem Gusto benutzen könne. Die ersten Unfälle führten zu einem Umdenken. Man begriff, daß es nicht möglich war, ein derart großes und komplexes Verkehrssystem wie die Eisenbahn ohne Planung betreiben zu können. Schon in dieser frühen Phase betrachtete man die Eisenbahn als ein *System*: Man beachtete nicht nur die technischen Aspekte, sondern bezog auch philosophisch-geisteswissenschaftliche und vor allem soziale Gesichtspunkte mit ein.

So machte schon Thomas Grey in seinen frühen Schriften aus den Jahren 1820 bis 1848 auf die Bedeutung der Eisenbahn für den einzelnen, auf das soziale Umfeld und auf die staatliche Verantwortung für dieses neue Verkehrswesen gegenüber dem Bürger aufmerksam. Schon in dieser frühen Form der Verkehrsorganisation wurden Technikfolgen mitberücksichtigt.

Verstärkt kam das am Ende des 19. Jahrhunderts zum Tragen. Bemerkenswert ist die 1899 erschienene Schrift des Freiherrn zu Weichsglon, in der er die Wirkung der Eisenbahn auf das kulturelle Volksleben untersucht und Erkenntnisse über die gesamten Wirkungen des Verkehrs zusammenträgt. Ihn interessierte der Verkehr nicht als Transportmöglichkeit von Waren, sondern er beschrieb die Demokratisierung der Gesellschaft durch die Eisenbahn: Zur Abfahrt eines Zuges müssen *alle* pünktlich erscheinen. Während in früheren Zeiten jeder ankommen konnte, wann er Lust hatte, und im Mittelalter eine Warenladung eben dann das Ziel erreichte, wenn es ihr möglich war, so war es bei der Eisenbahn notwendig geworden, exakte Zeiteinteilungen einzuhalten.

### EIN EISENBAHNUNFALL FÜHRTE ZUR GRÜNDUNG DES TÜV

Einen entscheidenden Schritt der Technikfolgenabschätzung machte die Entwicklung der Eisenbahn bei naturwissenschaftlich-technischen Untersuchungen. Schon in der frühen Entwicklungszeit, aber verstärkt nach dem schweren Unfall auf der Strecke Paris-Versailles 1846, dachte man über die technischen Folgen des Eisenbahnbe-

triebes nach. 1862 wurde sogar in Deutschland ein Verein zur Versicherung und Untersuchung von Dampfkesseln gegründet, der spätere TÜV. Durch gesetzliche Maßnahmen wurde dabei festgelegt, daß Transportunternehmer eine Haftpflicht gegenüber den von ihnen transportierten Personen und Waren haben.

Die Untersuchungen über Technikfolgen waren schon immer interessengeleitet, das heißt: In allen Analysen wird stets die Interessenslage des Untersuchenden die Ziele und den Untersuchungsbereich festlegen. In der Fortschrittseuphorie wurde die Eisenbahn in allen Städten zentral verlegt. Jedoch die Folge, daß durch Eisenbahndämme die Städte zerrissen werden, wurde nicht gesehen. Man hatte damals ein vollkommen anderes Verhältnis zur Eisenbahn als in späterer Zeit. Hier liegt auch die Erklärung dafür, daß viele Dörfer und Städte entlang des Rheins durch Eisenbahntrassen zerschnitten sind.

Eine entscheidende Wende im Bereich der Verkehrsperspektiven bedeutete die Erfindung und Weiterentwicklung des Autos. Ein Verkehrssystem ist zwar auch für das Auto notwendig, aber es kann die bereits vorhandenen Straßen und Wege benutzen und ist nicht an festverlegte Schienenwege gebunden. Der entscheidende Nachteil der Eisenbahn gegenüber dem neuen Verkehrsmittel Auto liegt in der Unmöglichkeit, auf den Schienen auszuweichen. Während auf den Straßen ein Ausweichen leicht möglich ist, kann man bei der Eisenbahn entweder nur zwei parallele Schienen benutzen oder man muß Weichen bauen, die dann aber mit exakter Einhaltung des Fahrplanes angefahren werden müssen. Dadurch ist die Flexibilität des Verkehrssystems Eisenbahn stark eingeschränkt.

Im Gegensatz zum Auto muß der Verkehrsablauf der Eisenbahn zentral geplant und organisiert werden. Mit dem Auto kann man dagegen zu beliebiger Zeit an beliebiger Stelle seine Fahrt beginnen – das ist der entscheidende Vorteil. Dennoch entwickelte sich zu Anfang des Jahrhunderts die Eisenbahn in schnellem Tempo weiter.

In der Bundesrepublik gab die Flexibilität des Verkehrssystems Auto den entscheidenden Ausschlag dafür, daß in den 70er Jahren unseres Jahrhun-

derts viele Eisenbahnstrecken stillgelegt wurden. Hier spielten einerseits wirtschaftliche und industrielle Interessen eine Rolle, da das Auto für Warentransporte schneller zur Verfügung stand, aber auch die individuellen Bedürfnisse nach Mobilität des einzelnen unterstützten diese Entwicklung.

Für die Bewertung einer Technik und ihrer Folgen bekamen die Bedürfnisse des einzelnen Bürgers erst Gewicht, als die Demokratisierung der Gesellschaft in unserem Jahrhundert an Bedeutung gewann. In dem Maße nämlich, in dem eine Demokratie nach utilitaristischen Gesichtspunkten die Befriedigung der größtmöglichen Zahl von Menschen als Ziel sieht, ist es notwendig, die individuellen Bedürfnisse in die politischen Entscheidungen zu integrieren.

Erst durch die zunehmende Berücksichtigung ökologischer Probleme und die drängenden gegenwärtigen Verkehrsprobleme – überfüllte Straßen und Staus von mehreren 100 Kilometern – wurde diese Entscheidung neu überdacht. Alle Entscheidungen und Untersuchungen in diesem Zusammenhang sind, da sie von unterschiedlichen Interessen abhängen, nur von vorübergehender Gültigkeit.

### DER GESELLSCHAFTLICHE DISKURS KANN PROBLEME LÖSEN

Einseitige Positionen für das Auto mit markigen Sprüchen wie „Freie Fahrt für freie Bürger“, „Hubraum statt Wohnraum“ und ähnliches sind genauso blind für die Komplexität der Probleme wie die Forderungen nach „Alle Güter auf die Schiene“, „Nur noch öffentlicher Nahverkehr, keine Privatfahrzeuge in Innenstädten“ und so weiter. Man muß bedenken, daß die Verkehrssysteme, nachdem sie sich parallel entwickelt haben, nicht in beliebig kurzer Zeit ausgebaut oder modifiziert werden können.

Die Untersuchungen über die Technikfolgen der Verkehrssysteme müssen interdisziplinären Charakter haben. Denn es sind ja nicht nur technische Aspekte zu berücksichtigen: Das Auto hat heute nicht nur als Transportmittel, sondern auch in unserem persönlichen Leben eine zentrale Bedeutung. Es dreht sich nicht nur um die Mobilität, die das Auto verschafft, sondern auch

um das Prestige, das mit dem Auto in der heutigen Gesellschaft verknüpft ist. Als psychologischer Aspekt spielt in den Untersuchungen über Verkehrssysteme deren Privatheit für die heutige Gesellschaft eine wichtige Rolle. Sie ist im Auto weit mehr gewährleistet als in öffentlichen Verkehrsmitteln. Die Privatheit ist vor allem für Frauen besonders wichtig, denn Belästigungen und Bedrohungen sind nur in öffentlichen Verkehrsmitteln möglich. Auch Rahmenfaktoren – Bahnsteig und Parkhaus – müssen hier in die Überlegungen miteinbezogen werden.

Rückblickend wird deutlich, daß Verkehrsprobleme und ihre Folgen eine lange Geschichte haben, daß aber die moderne Entwicklung besonders durch die Stellung des Individuums in der Gesellschaft und durch den Anteil der gesamten Gesellschaft an politischen Entscheidungen geprägt ist. Deshalb ist es notwendig, alle Gruppierungen und Interessenssphären mitzubedenken. Man muß also die Folgen, die sich aus einer neuen Technik ergeben, und ihre Bewertung diskursiv unter Einbindung aller möglichen Gruppierungen durchführen.

Das aber bedeutet, daß alle am Thema beteiligten Fachrichtungen in interdisziplinärem Rahmen und unter verschiedenen Gesichtspunkten die Technikfolgen erforschen müssen. Wechselseitig spielen dabei geisteswissenschaftliche Aspekte und technische Betrachtungsweisen mit hinein. In den Bewertungsprozeß müssen alle Interessengruppen einbezogen sein, da die Wertigkeit für eventuelle Folgen von ihnen abhängt.

Als Ergebnis dieser Skizze wäre festzustellen, daß es keine eindimensionale Lösung gibt; es kommt nur zu einer Lösung unter Berücksichtigung aller Konzepte. Nur die Berücksichtigung jedes einzelnen Verkehrssystems führt zu einer sinnvollen und vernünftigen Lösung, die auch noch in den nächsten zehn oder 20 Jahren Bestand hat.

Welchen Einfluß nicht nur Verkehrssysteme, sondern auch andere Entwicklungen modernster Technik auf das Leben des einzelnen und auf die Gesellschaft haben, wird in zahlreichen Beiträgen des Bandes *Technik und Gesellschaft* der Buchreihe *Technik und Kultur* erörtert, die von der *Georg-Agricola-Gesellschaft* herausgegeben wird. □

VON SIGFRID VON WEIHER

## 1.7.1567

Der Zimmermann **Georg Weber** stirbt in Nürnberg. Neuerungen in der **handwerklichen Technik** und Verbesserungen in der Arbeitsmethodik zeichneten ihn aus. So baute er schon um 1550 eiserne Wagenachsen, die mit den Rädern fest verbunden waren und deren Achsen in besonderen Lagern liefen. 1553 konnte er eine Zugbrücke bauen, die so austariert war, daß ein Kind sie mühelos hochhieven konnte.

## 1.7.1742

In Oberramstadt bei Darmstadt wird **Georg Christoph Lichtenberg** geboren. 1772/73 unternahm er die hannoversche Landesvermessung. Nach längerem Aufenthalt in England erhielt er in Göttingen die Professur für Mathematik. In zahlreichen Aufsätzen hat er **physikalische**, besonders auch **elektrische Probleme** behandelt. Daneben hat er auch häufig und äußerst geistreich, mitunter scharf pointierend, zu philosophischen und literarischen Tagesfragen Stellung genommen.



Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799).

## 2.7.1817

In Easton, New York/USA, wird **George Henry Corliss** geboren. Von Beruf Kaufmann, hat er sich früh autodidaktisch an technische Probleme herangewagt und dabei auch konstruktives Talent bewiesen.

1846 gelangen ihm wesentliche Verbesserungen beim Bau von **Dampfmaschinen**, unter anderem auch die später nach ihm benannte **Corliss-Steuerung**. Diese und verbesserte Konstruktionen zur rationelleren Nutzung der Energieleistung ließ er sich in einem umfassenden Patent schützen. Die Maschinenfabrik, die Corliss zur Nutzung seiner eigenen Konstruktionen in Providence/Rhode Island gegründet hatte, zählte 1885 schon über 1000 Mitarbeiter.

## 5.7.1867

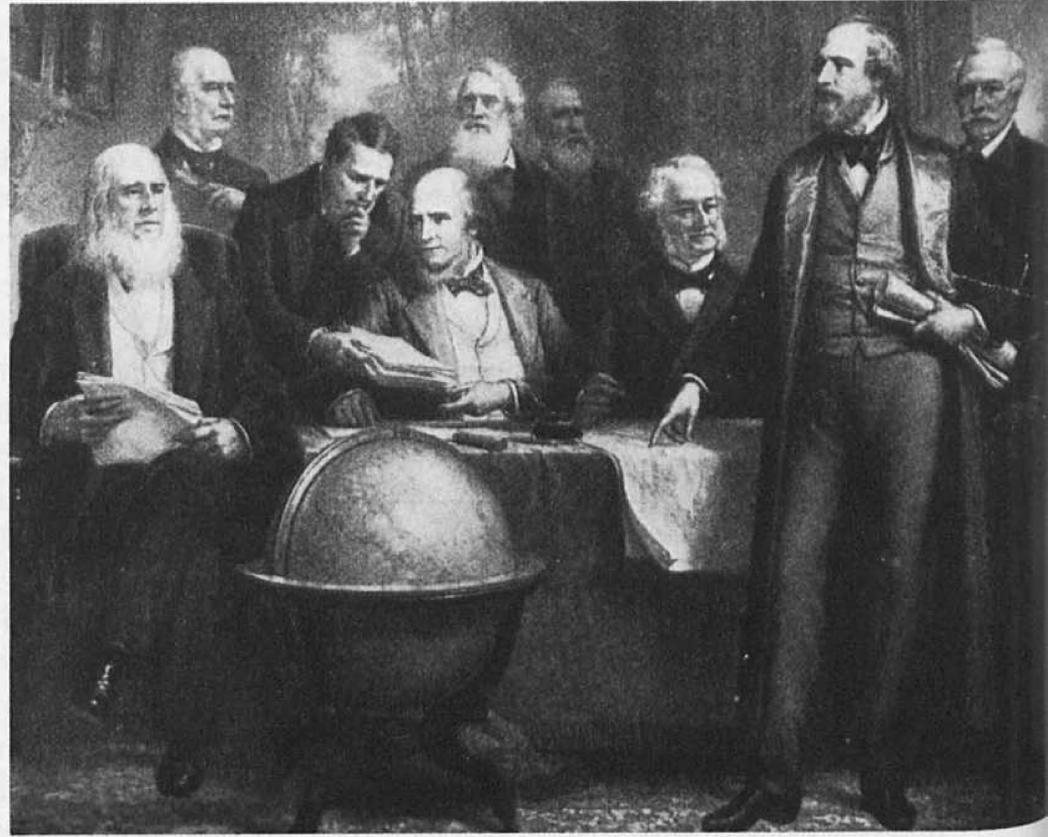
In Annaberg/Sachsen wird **Emil Heyn** geboren. Der Schüler der Freiburger Bergakademie war zunächst als junger Ingenieur im Ruhrgebiet tätig. Dann kam er an die Mathematisch-Technische Versuchsanstalt nach Charlottenburg, wo er sich mit großem Erfolg mikroskopischen Metalluntersuchungen zuwandte. Im Jahre 1901 wurde er Professor für mechanische Technologie an der TH Charlottenburg, und 1919 gründete er die **Deutsche Gesellschaft für Metallkunde**.

## 8.7.1867

In Paris stirbt im 65. Lebensjahr der Ingenieur **Benoit Fourneyron**. Mit 17 Jahren hatte er seine Ingenieur-Laufbahn im Bergbau begonnen. Auf der Grundlage von Segners und Eulers Berechnungen hatte er die nach ihm benannte **Überdruckturbine** konstruiert, deren Fortentwicklung er sich unermüdlich widmete. 1836 errichtete er im Elsaß eine eigene Turbinenfabrik.

## 10.7.1867

Der Gärtner **Joseph Monier** (1823 bis 1906) nimmt das französische Patent Nr. 77165 auf bewegliche Kübel und Behälter für den Gartenbau, die aus Eisen und Zement herzustellen sind. In nachfolgenden Zusatzpatenten erweitert Monier die Anwendungsmöglichkeiten seines neuen Baustoffes, so auch 1873 für **Brückenbauten**. Damit beginnt der Siegeszug der modernen **Eisenbeton-Bauweise**.



Cyrus W. Field (zweiter von rechts) und die übrigen Gründer der Transatlantik-Kabelgesellschaft, 1854. Fünfter von links: Samuel Morse.

## 11.7.1892

In Ardsley, New York/USA, stirbt im 73. Lebensjahr der amerikanische Unternehmer **Cyrus West Field**. Mit außergewöhnlicher Energie und schließlichem Erfolg kämpfte er zwölf Jahre um die Erstellung **transatlantischer submariner Telegraphen**, wie sie 1866 eingerichtet wurden. 1876 war er an der Errichtung der **New Yorker Hochbahn** führend beteiligt. Weiterhin bemühte er sich um eine Telegraphenverbindung von San Francisco nach den Sandwich-Inseln.

## 12.7.1817

Der badische Forstmeister **Karl Christian Ludwig Freiherr Drais von Sauerbronn** unternimmt mit einer selbstkonstruierten **Laufmaschine** eine erste öffentliche Ausfahrt von Mannheim nach Schwetzingen. Beim Drais-Laufrad mußte man sich, da Pedale noch nicht bekannt waren, auf dem einspurigen Fahrzeug sitzend mit rudern den Fußbewegungen vom Boden abstoßen. Damit begann die Entwicklung des umweltfreundlichsten Verkehrsmittels, des **Fahrrades**.



Freiherr von Drais auf seiner Laufmaschine, 1817.

Archiv Jäger (ganz links), Deutsches Museum (r. u.); Sammlung von Weiher (3)

**15.7.1742**

In Little Horten bei Bradford, Grafschaft Yorkshire/England, stirbt 92jährig **Abraham Sharp**. 1677 bis 1690 war er Mitarbeiter Flamsteeds an dessen neuer Sternwarte in Greenwich bei London. Dann lehrte er in London Mathematik und beschäftigte sich mit der präzisen Berechnung und Fertigung **astronomischer und geodätischer Instrumente**. In seiner Heimatstadt errichtete er eine eigene Sternwarte.

Ergebnis von Aktivitäten der bisherigen Otto-Werke, die am 7. 3. 1916 als *Bayerische Flugzeugwerke AG* entstanden waren, und der *Rapp Motorenwerke GmbH*; beide hatten im Bereich des Oberwieselfeldes bei München (heutiges Olympiagelände) ihre Werke. Geschäftsführer und später Generaldirektor der BMW wird **Franz Josef Popp** (1886 bis 1954), der das Unternehmen in den Jahren zwischen den Weltkriegen entwickelte.

nem Stumpf zurückgebliebenen **Muskelkräfte zur Bewegung künstlicher Gliedmaßen** zu aktivieren, was später anderen, insbesondere Sauerbruch, gelang. Über den elektrochemischen Telegraphen seines Münchener Kollegen Samuel Thomas von Sömmerring (1755 bis 1830) berichtete Larrey 1809 der Pariser *Académie des Sciences*.

**27.7.1667**

In Basel wird **Johann Bernoulli** geboren. Nach mathematischen und medizinischen Studien wurde er 1695 in Groningen Professor für Mathematik. Später war er als Professor wieder in Basel. Er pflegte einen wissenschaftlichen Briefwechsel mit Leibniz und war an der Entwicklung der **Integralrechnung** beteiligt.

**30.7.1917**

In Darmstadt, seinem Geburtsort, stirbt im 78. Lebensjahr **Theodor Beck**. An der Polytechnischen Schule in Karlsruhe war er begeisterter Schüler Redtenbachers. Nach Jahren technischer Praxis wandte er sich 1886 wissenschaftlichen Arbeiten zu und habilitierte sich an der TH Darmstadt, wo er über Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinen las. Daneben beschäftigten ihn der **antike und der mittelalterliche Maschinenbau**. Seine entsprechenden Vorlesungen legte er 1899 in einem Sammelband vor, der noch heute zur fachlichen Standardliteratur gehört.

**3.8.1492**

Im Hafen von Palos de la Frontera an Südspaniens Atlantikküste laufen unter dem Kommando von **Christoph**

**Columbus** (1451 bis 1506) die Segelschiffe *Santa Maria*, *Pinta* und *Nina* mit 90 Mann Besatzung zur Fahrt **nach Indien über den Westweg** aus. Sie fahren zunächst zu den Canarischen Inseln und halten dann einen relativ gleichbleibenden Westkurs ein. Nach 71 Tagen, am 12. Oktober 1492, erreichen sie San Salvadors Kreideküste, womit sie zunächst die Inselwelt vor dem später so genannten **Amerika** entdecken. Aus dem Irrtum, auf dem Seeweg Indien erreicht zu haben, resultiert die Bezeichnung „Indianer“, die Columbus für die dort angetroffenen Eingeborenen prägt. Das Entdeckungsdatum – wie immer man es auch deuten mag – wird zu einer ganz wesentlichen Zäsur in der Weltgeschichte.

**3.8.1792**

In Cromford, Grafschaft Derby/England, stirbt im 60. Lebensjahr **Sir Richard Arkwright**. Aus bescheidensten Verhältnissen hatte er sich mit ausgeprägter Neigung zur Mechanik zunächst zum Barbier und Perückenmacher, schließlich zum Konstrukteur von **Textilmaschinen** emporgearbeitet. Damit wurde er, wenn auch gegen heftige Widerstände, ein führender Industrieller,



Die 2465 m lange Firth-of-Forth-Bridge wurde 1890 fertiggestellt.

**15.7.1817**

In Sheffield wird **John Fowler** geboren (nicht zu verwechseln mit John Fowler, 1826 bis 1864, dem Pionier des Dampfpfluges!). Früh betätigte er sich im Wasser- und Eisenbahnbau. 1853 begann er den Bau der ersten Untergrundbahn Londons, die 1863 in Betrieb ging. Ab 1866 Präsident der *Institution of Civil Engineers*, nahm er sich besonders der Fragen der Ingenieurausbildung an. Die von ihm geleitete Errichtung der (zweiten) **Firth-of-Forth-Bridge** trug ihm die Erhebung in den Ritterstand ein.

**22.7.1817**

In Blois/Frankreich stirbt im 83. Lebensjahr **François Philippe Charpentier**. Als Kupferstecher-Lehrling bewies er hohes mechanisches Geschick, das er bald in vielfältiger Weise auch anderen technischen Problemen zuwandte. Zur **Metallschmelze** verwendete er einen Spiegel, für die Leuchtturm-Blinkfeuer verbesserte er die **Optik**. Einen Beitrag zur Arbeitsrationalisierung lieferte er mit einer Maschine zum gleichzeitigen Aufbohren von sechs Gewehrläufen.

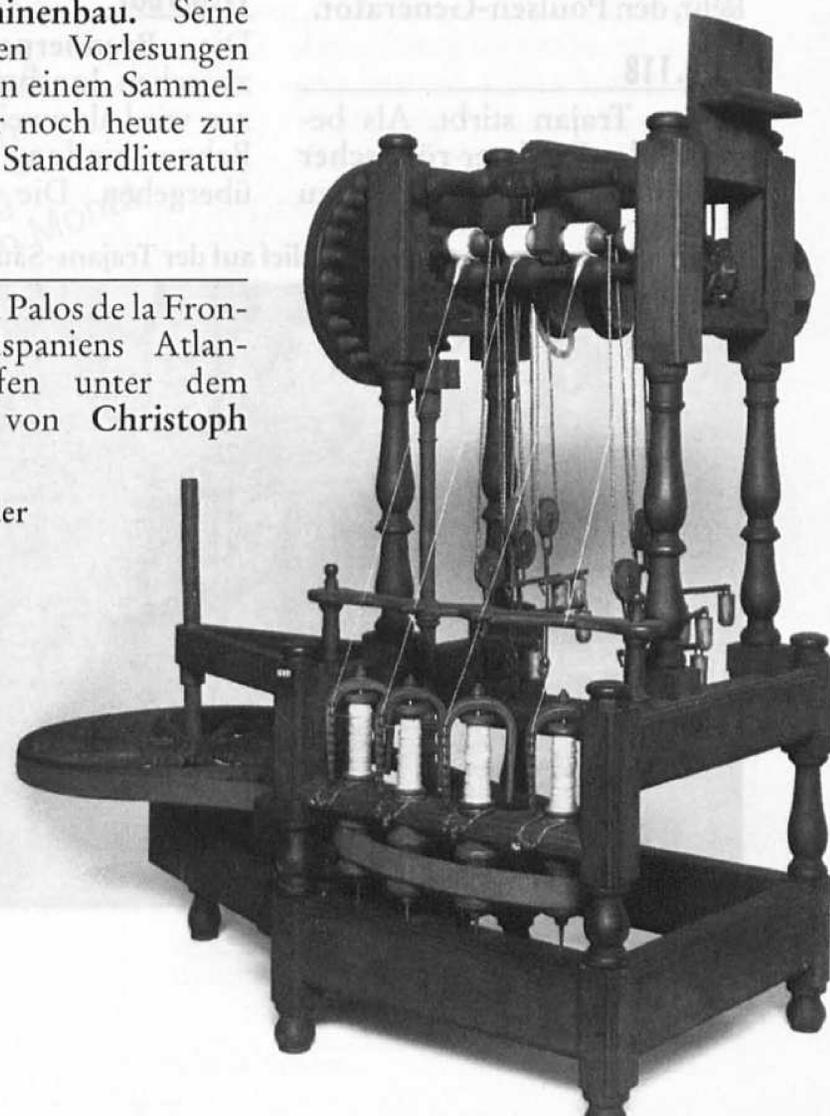
**25.7.1842**

In Lyon stirbt 76jährig der ehemalige Leibarzt Napoleons, **Jean Dominique Larrey**. Seit 1797 in Bonapartes Gefolge, wurde er 1805 Generalinspekteur des französischen Sanitätswesens. 1812, beim Rückzug der Großen Armee aus Russland, amputierte er in einer Nacht 234 erfrorene Arme und Beine. Er wies damals auf die Möglichkeit hin, die in ei-

**21.7.1917**

Ins Münchner Handelsregister wird erstmals der Firmenname **Bayerische Motoren Werke GmbH (BMW)** eingetragen. Aufgabengebiete des Unternehmens sind Herstellung und Vertrieb von Land- und Wasserfahrzeugen, Automobilen und Fahrrädern nebst Zubehör, Fahrzeugteilen und stationären Motoren. Die Gründung ist das

Nachbildung der ersten Spinnmaschine von **Arkwright** aus dem Jahre 1769.



den die englische Krone in den Ritterstand erhob. 1769 nahm Arkwright sein erstes Patent auf eine **Baumwollspinnmaschine** mit automatischer Garnzuführung. 1775 folgte die mit Wasserkraft betriebene und verbesserte Spinnmaschine „Throstle“.

## 5.8.1867

In Breslau wird **Walter Serlo** geboren. Nach Praktikum im schlesischen Steinkohlerevier studierte er 1888/90 in Tübingen und Berlin Bergwissenschaften. Nach verschiedenen Stationen an Bergämtern kam er 1916 als Oberbergat nach Bonn, wo er der Bergbehörde bis 1932 als Direktor angehörte. Zahlreiche **berghistorische Arbeiten**, nicht zuletzt auch sein 1937 erschienenes Werk *Männer des Bergbaues*, bezeugen seinen Sinn für berufliche Traditionspflege.

## 6.8.1942

In New York verstirbt im 73. Lebensjahr der dänische Radiotechniker **Valdemar Poulsen**. 1898 erfand er die **Tonfizierung** auf einem Stahldraht, die er in Gestalt seines **Telegraphons** auf der Pariser Weltausstellung 1900 vorführte. 1902/03 entwickelt er einen Lichtbogensender zur Erzeugung ungedämpfter elektrischer Wellen für den Funkverkehr, den **Poulsen-Generator**.

## 11.8.118

**Kaiser Trajan** stirbt. Als bedeutender Förderer **römischer Baukunst** wurde er schon zu

Lebzeiten anerkannt. 114 ließ der Senat von Rom ihm durch den Architekten und Ingenieur Appolodorus eine fast 30 Meter hohe Säule aus gewaltigen Marmorblöcken errichten, die als **Trajans-Säule** die Jahrhunderte überdauert hat. Auf ihr sind über 2500 Figuren dargestellt, die von **zeitgenössischen technischen Objekten**, so einer Schiffsbrücke, Zeugnis geben.

## 13.8.1917

Im Feldlazarett Foscani in Rumänien stirbt 57-jährig der Agricultur-Chemiker **Eduard Buchner**. Im Jahre 1907 wurde ihm für seine Entdeckung der **zellfreien Gärung** der Nobelpreis zuerkannt. Die alkoholische Gärung des Zuckers wird durch ein Enzym, Zymase, bewirkt.

## 15.8.1892

In Dieppe, Nordfrankreich, wird **Louis Victor Prince de Broglie** geboren. Mit seiner Dissertation von 1924 begründete er die nach ihm benannten **Materiewellen** (Brogliewellen); 1929 erhielt er dafür den Physik-Nobelpreis. Danach beschäftigte ihn die Fortentwicklung der Quantentheorie, für die er ein neues Verfahren der Wellengleichungen, die **Fusionsmethode**, angab.

## 17.8.1867

Die **Brennerpaß-Eisenbahn** zwischen Innsbruck und Brixen wird als zweite transalpine Bahnverbindung dem Verkehr übergeben. Die Paßhöhe am

Brenner liegt bei 1370 Meter über dem Meer. Die erste Bahnlinie über die Alpen wurde bereits im Jahre 1854 über den Semmering in den Ostalpen gebaut.

## 18.8.1692

In Solagna bei Bassano/Italien wird **Bartholomeo Ferracino** geboren. 1757 wurde ihm die Renovierung der 1497 geschaffenen Turmuhr an der Piazza di San Marco in Venedig anvertraut. Ferracino schuf ein **Uhrenwerk**, welches zu jeder vollen Stunde die drei Könige um Maria mit dem Kinde in Umlauf setzte.



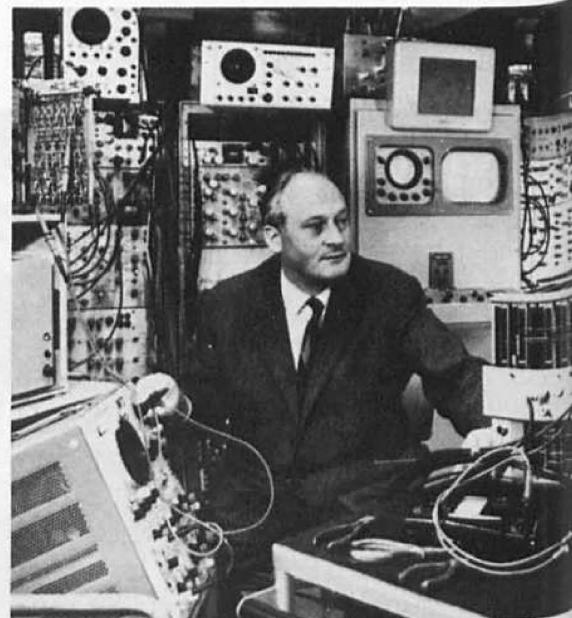
Adolf von Baeyer (1835–1917).

## 20.8.1917

In Starnberg stirbt 82-jährig **Adolf von Baeyer**. In seinem Geburtsort Berlin, sodann in Heidelberg und Gent hatte er Physik und Chemie studiert. 1860 wurde er in Berlin Professor an der Gewerbeakademie. 1875 wurde er, nach kurzer Lehrtätigkeit in Straßburg, **Nachfolger Liebigs** auf dessen Lehrstuhl in München. 1885 wurde er in Anerkennung seiner Verdienste um die organische Chemie und besonders seiner Forschungen über den **Indigo-Farbstoff** in den bayerischen Adelsstand erhoben.

## 24.8.1967

Im Rahmen der **Internationalen Funkausstellung in Berlin** wird das deutsche **Farbfernsehen** eingeschaltet. Es war von dem **Telefunken-Ingenieur**



Walter Bruch in seinem Farbfernseh-Labor, 1965.

**Walter Bruch** (1908 bis 1990) entwickelt worden und hat sich als **PAL-Farbfernsehensystem** (Phase Alternation Line) in der Folge in über 60 Ländern der Erde bewährt.

## 25.8.1867

In Hamptoncourt bei London stirbt im 76. Lebensjahr der Physiker **Michael Faraday**. Er begann als Laufbursche, wurde Buchbinder und entwickelte sich aus eigenem Antrieb zum tiefeschürfenden Gelehrten und Naturforscher. Humphry Davy, dessen Assistent er zeitweilig war, verhalf ihm zur Leitung des Laboratoriums der *Royal Institution* in London. Bald wurde er durch seine Vorlesungen vor der *Royal Society* bekannt. Mit seinem 1831 entdeckten **Gesetz der Induzierung elektrischer Spannung** durch ein magnetisches Wechselfeld war der entscheidende Schritt zur darauf aufbauenden **Elektrizitäts-Erzeugung** mit mechanischen Mitteln getan.

## 29.8.1917

In Waidhofen/Österreich stirbt im 66. Lebensjahr **Gustav Adolf Weyß**. 1884 hatte er die Betonbau-Patente Moniers für Deutschland erworben und die neue **Eisenbeton-Bauweise** durch eigene Entwicklungsbeiträge nachhaltig gefördert und namentlich im deutschen Bauwesen eingeführt.

## 18.9.1892

In Lowell, Massachusetts/USA, stirbt 73-jährig **James Bicheno Francis**. Der Einwanderer aus England ohne fachliche



Schiffsbrücke über die Donau, Relief auf der Trajans-Säule.

# Das Deutsche Museum ist voll von genauen Ideen

Technik erleben  
begreifen  
verstehen



## SiemensMuseum

Elektrotechnik  
Elektronik  
Mikroelektronik

SiemensMuseum  
Prannerstraße 10  
8000 München 2

(10 Minuten  
vom Marienplatz)

Öffnungszeiten:  
Montag bis Freitag  
9 Uhr bis 16 Uhr

Samstag, Sonntag  
10 Uhr bis 14 Uhr

Abendöffnung:  
1. Dienstag im Monat  
bis 21 Uhr

19 Uhr Führung  
Matineeführung:  
1. und 3. Sonntag  
im Monat 11 Uhr

Ferienprogramme  
für Jugendliche

Feiertags geschlossen  
Eintritt frei



Ausbildung, aber mit wachem Sinn für alles Technische, war bald im Eisenbahnwesen und im Wasserbau in führenden Positionen. Sein Name lebt fort in der 1849 von ihm angegebenen radialen Überdruck-Wasserturbine mit Außenaufschlag, der **Francis-Turbine**.

## 19.9.1792

In Brücherhof bei Dortmund wird **Wilhelm Lueg** geboren. Durch Einheirat in die Familie Haniel kam er zur Hüttengewerkschaft **Jacobi, Haniel & Huysen**, der Vorläuferin der **Gutehoffnungshütte**. Von 1823 bis zu seinem Tode im Jahr 1864 war er praktisch der technische Leiter des Betriebes, den er wesentlich erweiterte und durch eine Schiffswerft in Ruhrort ergänzte. Wirtschaftliche Bedeutung für die Hütte erbrachten die sechs von Lueg in Oberhausen errichteten **Hochöfen**, die ihre Steinkohle aus eigenen Lagern am Ort bezogen.

## 19.9.1842

König **Ludwig I. von Bayern** verfügt die Bildung von **Handelskammern** an den wirtschaftswichtigen Punkten Bayerns, um Industrie und Wirtschaft zu fördern. Im darauffolgenden Jahr wird die Handelskammer in München gegründet.

## 19.9.1867

Der schwedische Ingenieur **Alfred Nobel** erhält auf den von ihm entwickelten Sprengstoff **Dynamit** ein erstes, schwedisches Patent. Damit beginnt ein neues Zeitalter der Sprengstofftechnik.

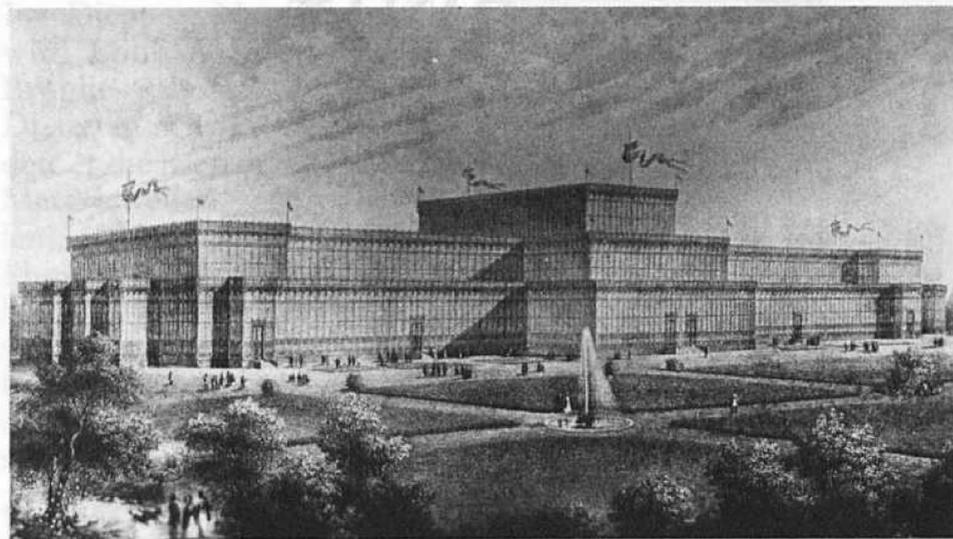
## 20.9.1842

In Kincardine on Forth, Schottland, wird **James Dewar** geboren. Nach chemischen Studien wurde er in Edinburgh Demonstrator und übernahm 1873 in Cambridge die Professur für Experimentalphysik. Für seine Versuche mit Gasgemischen und mit der Verflüssigung von Gasen entwickelte er um 1893 die „**Dewarsche Flasche**“, die doppelte, verspiegelte Glaswandungen hat und mit ihrem luftleeren Zwischenraum die Urform der später

eingeführten **Thermosflasche** darstellt.

## 21.9.1842

In Schöfflisdorf, Kanton Zürich/Schweiz, wird **Andreas Josef Harlacher** geboren. Nach Studium am Zürcher Polytechnikum war er zunächst beim Bau der schweizerischen Nordostbahn tätig. Dann wirkte er in Zürich als Dozent, 1869 folgte er einem Ruf an das Polytechnische Institut in Prag. Zunächst las er dort die gesamten Ingenieurwissenschaften, um sich ab 1878 auf **Wasserbau** und **graphische Statik** zu spezialisieren. Seine vielseitigen hydrographischen Arbeiten, die sich aus praktischen Studien über den Wasserstand und die Wassermenge der Flüsse Böhmens und Sachsens herleiteten, haben seinen Namen international bekannt gemacht.



## 27.9.1817

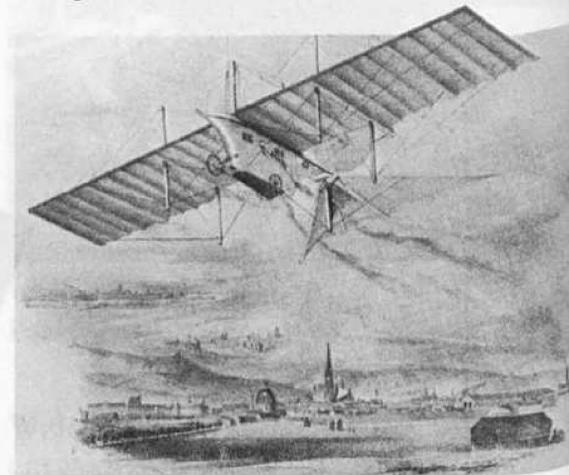
In Nürnberg wird der Kaufmannssohn **Theodor Cramer** geboren. Nach naturwissenschaftlichem Studium wurde er zunächst Verlagsbuchhändler. Durch seine Ehe mit Emilie Klett erhielt er die Möglichkeit, in der Maschinenfabrik seines Schwiegervaters tätig zu werden, deren Leitung er nach dessen Tode übernahm. Er nannte sich nun **Cramer-Klett** und brachte das Unternehmen im Zusammenwirken mit Ludwig Werder zu bemerkenswerten Leistungen. Der **Münchener Glaspalast** (1854), die **Großhesseloher Brücke** (1857) und die **Rheinbrücke** bei Mainz seien hier erwähnt. 1873 machte Cramer-Klett seine Firma zu einer Aktiengesellschaft, in der

er den Aufsichtsrats-Vorsitz übernahm. 1898 wurde das Unternehmen mit anderen Firmen zur **Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg (MAN)** fusioniert.

## 29.9.1842

Der Ingenieur **William Samuel Henson** nimmt ein britisches Patent auf seinen Entwurf eines mit **Dampfkraft** zu betreibenden **Propeller-Flugzeugs**. Die Konstruktion sah eine windschnittig geformte Gondel mit Fahrwerk vor, gut gespannte Tragflächen und das Höhen- und Seitenleitwerk. Am Tragdeck erkennt man zwei **Druckpropeller**. Das Projekt, obgleich erstaunlich gut konzipiert, wurde nicht realisiert – vermutlich wegen der zu schweren Antriebskraft. Nach der 1809 von **Sir John Cayley** angegebenen **Theorie für Flug-**

geräte, die schwerer als Luft sind, war dies einer der ersten ingenieurmäßig berechneten Entwürfe. Was noch fehlte, war die **Kraftmaschine**. Der erste Motorflug gelang den Brüdern **Wright** im Dezember 1903.



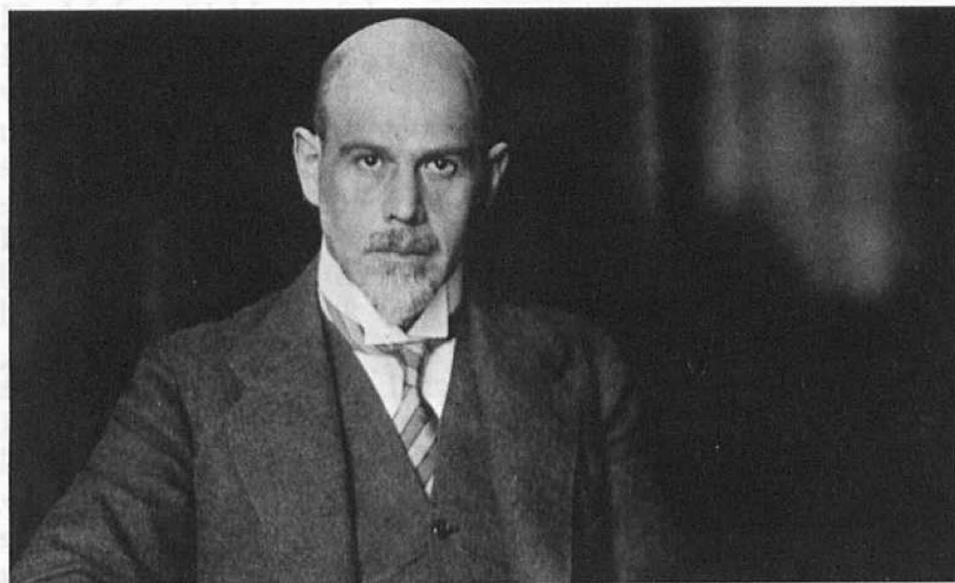
Hensons Flugzeug-Projekt, 1842.

## 29.9.1867

In Berlin wird als Sohn eines Ingenieurs **Walther Rathenau** geboren. Vater **Emil** (1838 bis 1915) hatte sich um die Entstehung der deutschen Elektroindustrie namentlich durch die von ihm 1883 gegründete **Deutsche Edison-Gesellschaft**, ab 1887 **AEG**, große Verdienste erworben. **Walther Rathenau** trat nach naturwissenschaftlichen Studien in Straßburg und Berlin bei der **Aluminium AG** in Neuhausen ein, wo er ein **elektrolytisches Verfahren zur Chlor- und Alkaliengewinnung** entwickelte. Nach dem Tod des Vaters übernahm er den Vorsitz in der **AEG**. Nach dem Ersten Weltkrieg war er als Wiederaufbauminister, 1922 als Reichsaußenminister tätig. Wenig später fiel er einem politischen Mordanschlag zum Opfer.

Der Münchener Glaspalast, 1854.

**Walther Rathenau (1867–1922)** übernahm 1915 als Nachfolger seines Vaters die Leitung der **AEG**.

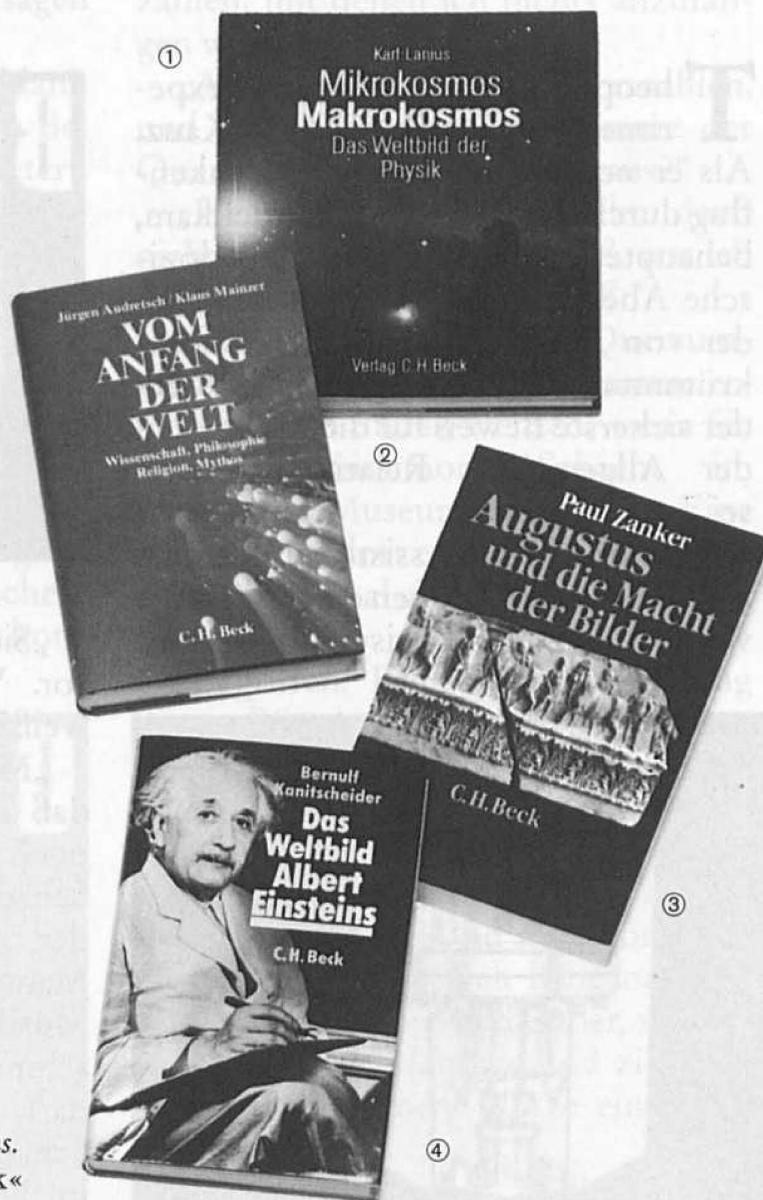


# Das Deutsche Museum ist voll von guten Ideen.

Es ist eine gute Idee, das naturwissenschaftliche und technische Erbe zu bewahren und die kulturelle Leistung deutlich zu machen, die untrennbar mit diesem Erbe verbunden ist. Und es ist eine gute Idee, zum Kreis der Mitglieder des Deutschen Museums zu gehören, die sich seiner Arbeit verbunden fühlen.

## Die Mitglieder des Deutschen Museums haben mehr von ihm:

- **Freien Eintritt (einschl. Planetarium) mit dem Ehegatten oder einer sonstigen Begleitperson und bis zu zwei Kindern (bis 18 Jahre).**  
Beim ermäßigten Beitragssatz für Schüler und Studenten gilt der freie Eintritt nur für das Mitglied.
- **Kostenlosen Bezug der Zeitschrift »Kultur & Technik« mit jährlich vier Ausgaben.**
- **Kostenlose Teilnahme an allen Vorträgen im Deutschen Museum (mit Ausnahme von Fremdveranstaltungen).**
- **Vergünstigungen beim Direktbezug von Publikationen des Deutschen Museums. Darauf wird jeweils in »Kultur & Technik« hingewiesen.**
- **Der Jahresbeitrag wird steuerlich als Spende anerkannt.**



## Haben Sie selbst am Deutschen Museum so viel Freude, daß Sie ein neues Mitglied gewinnen möchten?

Vielleicht finden sich unter Ihren Verwandten, Bekannten oder Geschäftskollegen Menschen, die gerne Mitglied des Deutschen Museums werden? Als Dank für ein neues Mitglied, das Sie geworben haben, werden wir Ihnen eines der abgebildeten Bücher schenken.

Dabei gelten folgende »Spielregeln«:

- Die Mitgliedschaft muß mindestens für die Dauer eines Jahres eingegangen und der Mitgliedsantrag vom künftigen Mitglied eigenhändig unterschrieben werden. (Am einfachsten verwenden Sie die Beitrittserklärung unten auf dieser Seite.)
- Selbst werben dürfen Sie sich nicht – das ist durch das Wettbewerbsrecht ausgeschlossen.
- Die Mitgliedschaft, die durch Sie zustande kommt, muß neu sein. Sie darf also nicht aufgrund einer vorangegangenen Mitgliedschaft bestehen.
- Die Buchprämie senden wir Ihnen unmittelbar nach Eingang der Beitrittserklärung.
- Senden Sie Beitrittserklärung und Prämienanforderung in jedem Falle zusammen in einem ausreichend frankierten Umschlag an: Deutsches Museum, Postfach 260102, 8000 München 26

Besser erst kopieren und dann ausschneiden, wenn Sie das Heft nicht beschädigen wollen.

## Beitrittserklärung

- Ja,** ich möchte zum Kreis der Mitglieder des Deutschen Museums gehören.
- Als Privatperson werde ich das Deutsche Museum mit einem Jahresbeitrag von mindestens DM 58,- fördern.
- Als Firma oder Institution werde ich das Deutsche Museum mit einem Jahresbeitrag von DM 200,- unterstützen.
- Als Schüler oder Student werde ich das Deutsche Museum mit einem Jahresbeitrag von mindestens DM 34,- fördern.  
Den Schüler- oder Studentenausweis füge ich bei.

## Meine Anschrift:

Name, Vorname bzw. Firma

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Gewünschte Zahlungsweise:

- bar an der Hauptkasse des Deutschen Museums im Bibliotheksbau  
oder  
 gegen Rechnung.  
Bitte kein Geld einsenden, sondern Rechnung abwarten.

## Prämienanforderung:

Ich habe nebenstehendes Mitglied für das Deutsche Museum geworben.  
Senden Sie bitte das angekreuzte Buch an meine untenstehende Adresse.

- ① *K. Lanus:*  
*Mikrokosmos – Makrokosmos*
- ② *J. Audretsch/K. Mainzer:*  
*Vom Anfang der Welt*
- ③ *P. Zanker:*  
*Augustus und die Macht der Bilder*
- ④ *B. Kanitscheider:*  
*Das Weltbild Albert Einsteins*

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Datum

Unterschrift

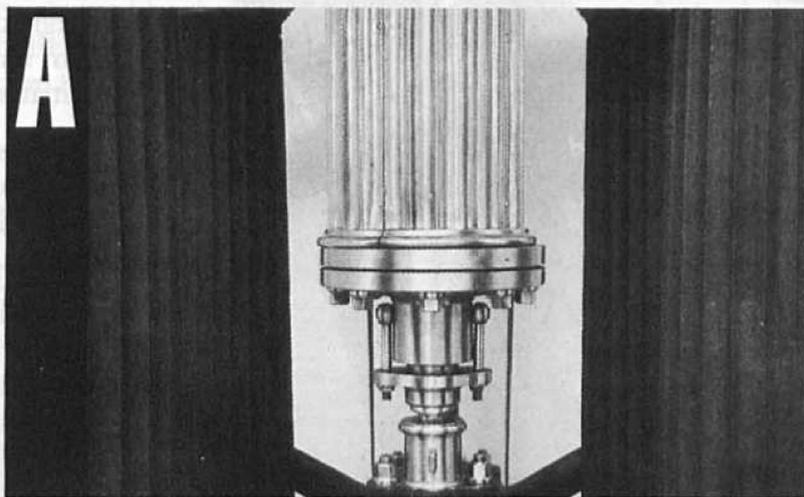
ANONYMUS

# SPAZIERGÄNGE DURCH DAS DEUTSCHE MUSEUM

**Verrätselte  
Technikgeschichte – oder:  
Museumsbesuch  
mit Spaß und Gewinn III**

**T**heophil Troll, Professor für experimentelle Logik, gilt als Kauz. Als er neulich von einem Gedankenflug durch das Universum zurückkam, behauptete er allen Ernstes, jede logische Aberration hänge ursächlich mit der von Einstein postulierten Raumkrümmung zusammen, so daß Unlogik der sicherste Beweis für die Richtigkeit der Allgemeinen Relativitätstheorie sei.

Theophil Trolls Assistent Leberecht Moll ist mit den Launen des Professors vertraut. Sagt Troll beispielsweise, aus



der Zahl vorhandener Eieruhren lasse sich ziemlich exakt errechnen, wann spätestens in der Zukunft das letzte Ei gelegt werden könne, so ist für Moll eine solche Aussage völlig klar.

„Moll“, sagt Troll, „was macht das Columbus-Jahr?“

„Einige Ihrer Bewunderer fanden es doch etwas schwierig.“

„Gut, Moll, dann wollen wir es unseren Bewunderern heute etwas einfacher machen. Was halten Sie von Albanien?“

„Ich sehe das nur teilweise, Professor, doch mehr als die Hälfte.“

„Von diesem Teil, Doktor und Ernst, wurden die in Bild A zu sehenden dorischen Säulen erdacht. Man sieht ihnen nicht an, daß mit ihrer Hilfe die Maschinen einer Tuchfabrik angetrieben wurden. Doch jedermann weiß, in welchem Jahr die Säulen von der Eisen gießerei und Maschinenbauanstalt Güstrow gefertigt wurden.“



„Sicher weiß das jedermann, Professor. Was weiß man, wenn man es weiß?“

„Moll, gerade Sie müßten wissen, daß man bei unserem Rätsel immer noch mehr wissen muß. Kennen Sie die Schauspielerin West? Ihr Vorname ist der zweite Namensbestandteil eines Mannes, der offenbar eine Vorliebe für Musik hatte, sofern man das aus schmückendem Beiwerk schließen darf. Solchen Schmuck zeigt Bild B. Schauen Sie sich das Musikinstrument im Deutschen Museum einmal genau an: Dann kann selbst Ihnen nicht verborgen bleiben, wann es gebaut wurde.“

„Professor, Sie sind ungerecht. Ich habe Ihnen das Bild mit dem Vermerk gebracht, wann das Instrument – vermutlich in Bologna – gebaut wurde.“

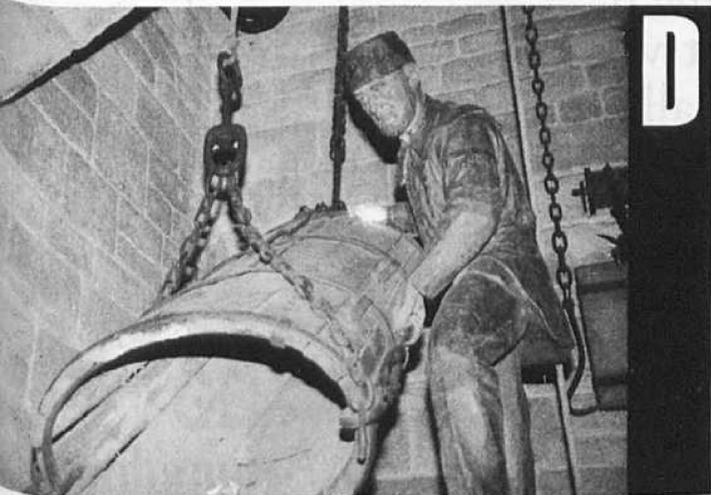
„Verzeihen Sie, Moll, ich war in Gedanken schon weiter. Ich träumte, ich sei das Wasser, das für die Vorarlberger Illwerke 700 Meter hinabstürzen muß, um das in Bild C gezeigte Teil rotieren



zu lassen, das mit seinem Rotieren 24,3 Megawatt elektrischen Stroms erzeugen konnte. Ich war also sozusagen elektrisiert.“

„Verziehen, Professor. Gottseidank sind Sie nicht an das Teil gestoßen. Bei einem Durchmesser von 2,5 Metern wiegt es 15 Tonnen. Hätte es Sie erschlagen, bliebe das Rätsel unvollendet! Da Sie schon zweimal nach Jahreszahlen fragten, nehme ich an, daß Sie auch hier eine Jahreszahl wissen wollen. Vielleicht ab wann die Turbine im Einsatz war?“

„Gut, versuchen wir es mit dieser Jahreszahl. Mir war gar nicht so ganz klar, daß wir nach Jahreszahlen suchen. Doch wenn wir es tun, wollen wir kon-



sequent sein. Was wissen Sie über die in Bild E gezeigte Hand?“

„Sie ist natürlich eine Nachbildung, die vom Gründer des Deutschen Museums veranlaßt und von einem ihm verwandtschaftlich verbundenen Betrieb hergestellt wurde. Die beim Gußverfahren zustandegekommene Form zeigt dem Anschein nach vermutlich eine Hand, bei der mit einiger Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann, daß sie die eines bayerischen Ministerpräsidenten ist.“

„Hören Sie auf, Moll! Wenn Sie von einer Nachbildung sprechen, interessiert mich das Original.“

„Vom Original weiß man, daß es weitgehend aus den Geschützrohren erschmolzen wurde, die bei einer Seeschlacht aus verschiedenen Gründen ihre Funktionstüchtigkeit verloren.“

„Das klingt besser. Denn wir kennen das Jahr, in dem die Seeschlacht stattgefunden hat.“

„Sie verunsichern mich ein wenig, Professor. Wir haben jetzt vier Jahreszahlen, mit denen ich nichts anzufangen weiß.“

„Addieren Sie die vier Jahreszahlen, und ziehen Sie die Quersumme der Quersumme. Was kommt heraus?“

„Heureka! Oder vielleicht doch nicht ganz, weil ich nicht weiß, was ich aus Bild D hinzuaddieren muß.“

„Eben nichts, Moll! Die Quersumme aus der bisherigen Quersumme ergibt, was Sie finden werden, wenn Sie beim Serenissimum-Schacht im Deutschen Museum nachsehen: Eine Zahl, zu der dort erklärt wird, für welches Treibsignal sie im 19. Jahrhundert Code war.“

„Begriffen, Professor. Die Lösung dieses Rätsels ist klar. Das Lösungswort sind die Worte, die bei der so ermittelten Zahl und demgemäß bei der in Bild D dargestellten Situation zu finden sind. Richtig?“

„Richtig, Moll. Und nun stören Sie mich nicht weiter! Ich habe nachzudenken. Zum Beispiel darüber, wie ich Schrödingers entlaufene und ziemlich heruntergekommene Katze einfangen kann.“

Professor Theophil Troll beendete die Unterredung, ging in sein Studier-



zimmer und versuchte, mit Mitteln der experimentellen Logik herauszufinden, was „Heureka“ von „1492“ so fundamental unterscheidet, daß Columbus zwar Segel, aber keinen Hebel an einen archimedischen Punkt setzen konnte. Nun mußte er, Professor Troll, mit Mitteln der experimentellen Logik diesen Punkt ermitteln. Punktum und damit endlich Schluß. □

Senden Sie die Lösungsworte mit Ihrer Adresse an:

Kultur & Technik  
Kennwort „Spaziergänge“  
Wilhelmstraße 9  
8000 München 40

Einsendeschluß ist der 30. September 1992. Unter den Einsendern der richtigen Lösung werden zehn Buchpreise im Wert von insgesamt ca. 500,- DM verlost. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Das „Kultur & Technik Rätsel“ hat vier Folgen. Wer über vier Folgen hinweg alle Fragen richtig beantworten konnte, kann den im Deutschen Museum versteckten Hauptpreis finden.

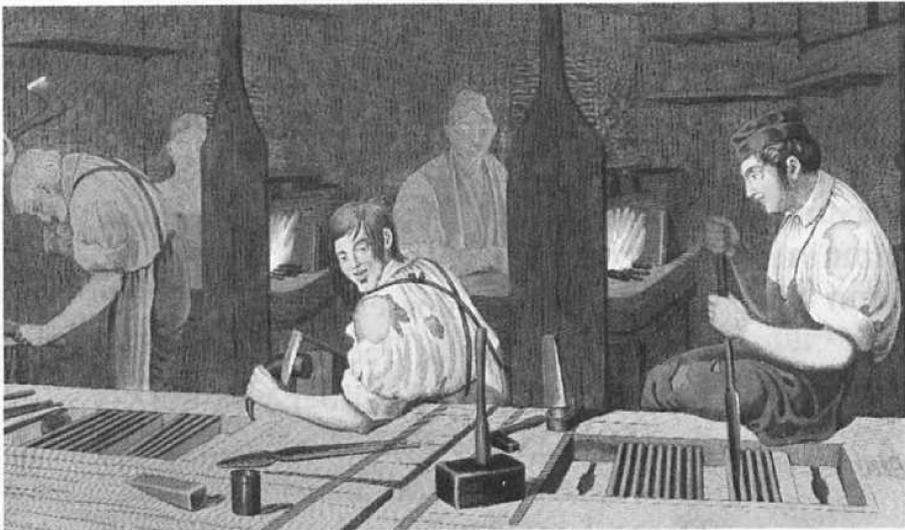
Mitarbeiter des Deutschen Museums und des Verlags C. H. Beck sowie ihre Angehörigen sind von der Teilnahme ausgeschlossen.



Durch die Industrialisierung wurde der handwerklichen Produktion in vielen Bereichen der Boden entzogen. In dieser Situation erwies sich der Nürnberger Gewerbeschullehrer Johann Caspar Beeg als ein vielseitiger Förderer von Handwerk und Gewerbe. □ Im Herbst dieses Jahres wird im Deutschen Museum eine neue Dauerausstellung eröffnet: Unter dem Titel „Mensch und Umwelt“ wird zu sehen sein, wie die natürlichen Ressourcen vom Menschen genutzt werden, in welcher Weise sie gefährdet sind und wie sie geschützt werden



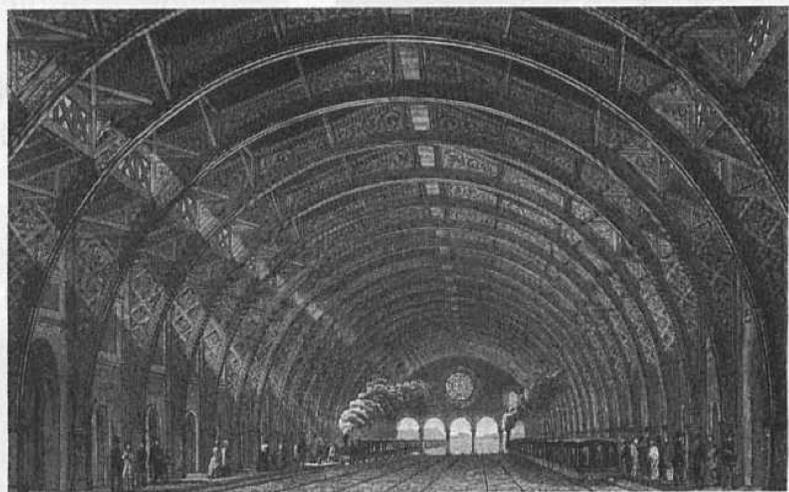
Pflanzenschutz aus der Luft hat vielerorts zwar die Ernten gesichert, doch mehr und mehr wird klar, daß diese Art des Einsatzes von Technik auch unerwünschte Folgen hat. Ein Bild aus der Ausstellung „Mensch und Umwelt“, die die Möglichkeiten der Naturaneignung zeigt.



Zu Beginn des 19. Jahrhunderts gab es in Nürnberg noch keine Industriebetriebe – die Stadt schien aus Hunderten von Werkstätten zu bestehen. Eine besondere Bedeutung hatte die Brillenherstellung.

können. □ Der Ingenieurbau mit Stahlfachwerken wurde im letzten Jahrhundert vor allem für den Bau von Brücken und Hallen entwickelt. Zu Beginn war die Herkunft von traditionellen Holzbauweisen häufig noch spürbar, wie das Bild der ersten Münchener Bahnhofshalle zeigt. □

Die erste Münchener Bahnhofshalle war noch aus Holz gebaut, und als sie abbrannte, wurde wieder eine Holzkonstruktion errichtet. Die Zeichnung von Rudolf Gottgetreu belegt eindrucksvoll, daß die aufkommenden Stahlfachwerke sich durchaus an Holzbauweisen orientieren konnten.



IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums. 16. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-8000 München 22, Telefon (089) 21 79-1

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Peter Kunze (Deutsches Museum), Dr. Ernst-Peter Wieckenberg. Redaktionsassistentin: Angelika Schneider. Redaktionsanschrift: Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40. Telefon: (089) 38 189-331 oder -414. Telefax: (089) 38 189-402

Verlag: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40, Telefon: (089) 38 189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (0 89) 38 18 9-3 98, Postgirokonto: München 6229-802

Ständige Mitarbeiter: Dr. Ernst H. Berninger, Jobst Broelmann, Rolf Gutmann, Dr. Rudolf Heinrich, Dr. Otto Paul Krätz, Dr. Hartmut Petzold, Dr. Jürgen Teichmann, Dr. Helmuth Trischler

Gestaltung: Prof. Uwe Göbel, D-8000 München; Layout: Jorge Schmidt

Herstellung: Ingo Bott, Verlag C.H. Beck

Papier: Phoenogrand chlorarm Bilderdruck der Papierfabrik Scheufelen, D-7318 Lenningen

Anzeigen: Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C.H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1, Postanschrift: Postf. 11 0241, D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (069) 756091-0, Telefax: (069) 748683. – Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 8. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

Satz und Druck: Appl, Gutenbergstr. 3, D-8853 Wemding

Bindearbeit und Versand: R. Oldenbourg, D-8011 Kirchheim bei München

Kultur & Technik ist Publikationsorgan für die Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Tersteegenstr. 28, D-4000 Düsseldorf.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

Bezugspreis 1992: Jährlich DM 39,80 (incl. DM 2,60 MwSt.), Einzelheft DM 10,80 (incl. DM -,71 MwSt.), jeweils zuzüglich Versandkosten.

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene DM 58,-, Schüler und Studenten DM 34,-). Erwerb der Mitgliedschaft im Deutschen Museum: Museumsinsel 1, D-8000 München 22.

Bestellungen über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen: mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

Adressenänderungen: Bei Adressenänderungen wird gebeten, neben dem Titel der Zeitschrift die neue und alte Adresse anzugeben.

Die Zeitschrift 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



Fotos: Peter Menzel/focus, Hamburg (r. o.); Sammlung Jean Louis (r. u.); Stadtgeschichtliche Museen Nürnberg (l. o.)