Gesch. Bibl.
40Q
2B 7361

B 9797

Kultur & Technik

Oktober bis Dezember 2000

10,80 DM

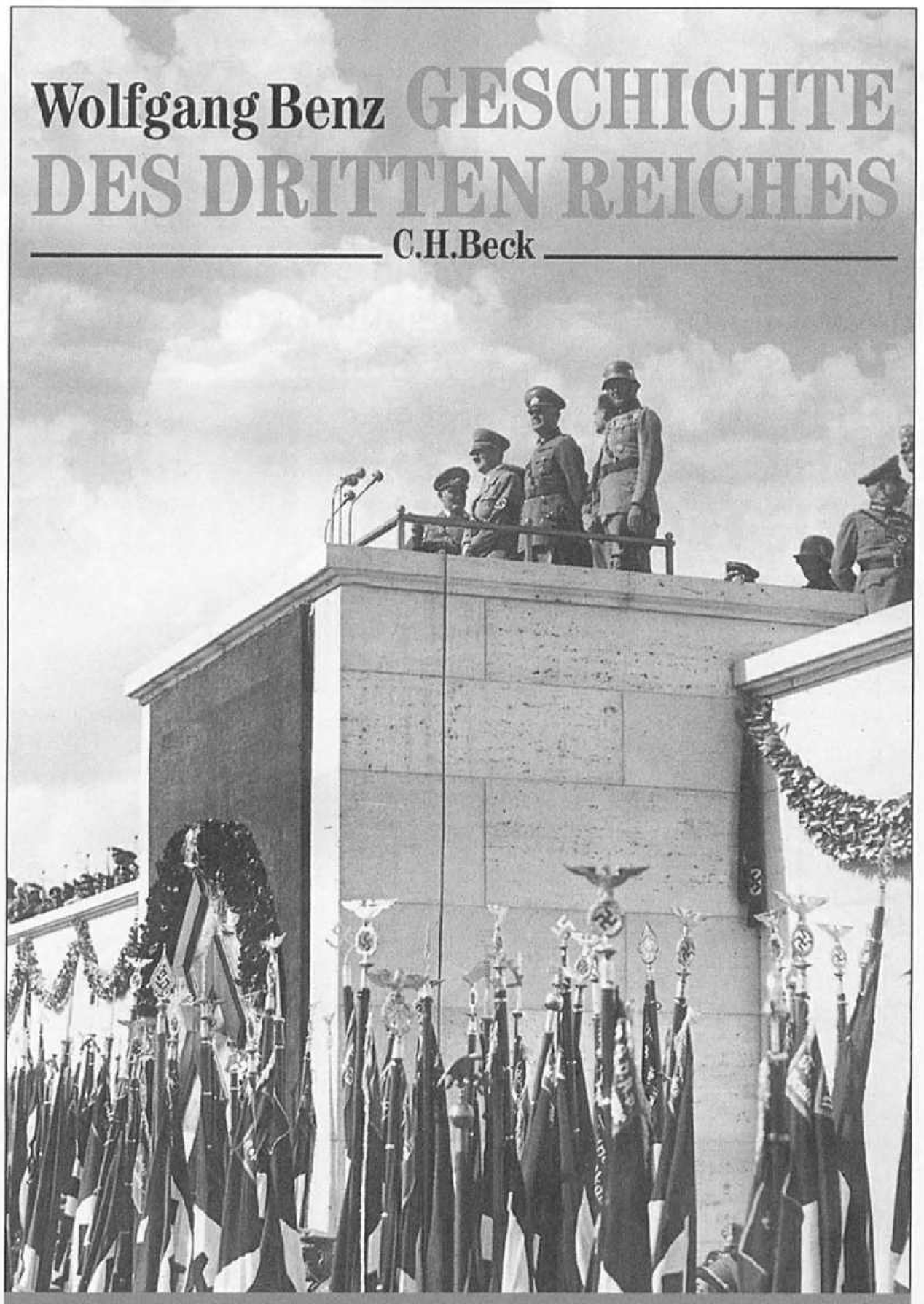
20. JAHRHUNDERT
JAHRHUNDERT DER TECHNIK UND WISSENSCHAFT

Radkau: Schöne neue Technikwelt

Wengenroth: Technik im Alltag

ERNST MACH
und sein Nachlaß im Deutschen Museum

MUSEUM
Deutsches Schiffahrts-Museum



Eine kurze Geschichte des Dritten Reiches

Klar, anschaulich und mit Blick auf das Wesentliche schildert der renommierte Zeithistoriker Wolfgang Benz den Weg der nationalsozialistischen Diktatur von der „Machtergreifung“ am 30. Januar 1933 bis zur deutschen Kapitulation im Mai 1945. Die Errichtung der totalitären Diktatur, Innen- und Außenpolitik des Regimes, Alltag und Terror im nationalsozialistischen Deutschland werden ebenso in ihren Grundzügen geschildert wie der Weg in den Weltkrieg, der Verlauf des Krieges und die Formen des Widerstandes gegen Hitlers Herrschaft. Einen zentralen Platz in der Darstellung nimmt die Verfolgung und Vernichtung der europäischen Juden ein. Zahlreiche, oft ausführlich kommentierte Abbildungen veranschaulichen die Chronik der historischen Ereignisse, stellen die wichtigsten Protagonisten der Nazidiktatur vor und erläutern das Herrschaftssystem sowie seine gesellschaftlichen Bedingungen.

2000. 288 Seiten mit 150 Abbildungen, davon 30 in Farbe. Gebunden DM 44,–

VERLAG C.H.BECK

INHALT

TITEL: 20. JAHRHUNDERT

4 **Editorial: 20. Jahrhundert: Jahrhundert der Wissenschaft und Technik**
von Eva A. Mayring

10 **Schöne neue Technikwelt** ▶
Einige Überraschungen mit der Technik des 20. Jahrhunderts
von Joachim Radkau

18 **Theorien, die die Welt bewegen**
Wie die Physik zur „Jahrhundertwissenschaft" wurde
von Michael Eckert

24 **„Wir wissen noch nicht, was Bewußtsein ist"**
Gespräch mit Chemie-Nobelpreisträger *Manfred Eigen*

26 **Wider die große Erschöpfung** ▶
Bewegungen gegen Naturzerstörung und Verbrauch der Ressourcen
von Matthias Heymann

31 **Du sollst Dir ein Bildnis machen**
Bausteine für das „Global House"
von Oskar Blumtritt, Hartmut Petzold, Cornelia Kemp und Jobst Broelmann

36 **Visionen**
Das Römer-Archiv im Deutschen Museum
von Eva A. Mayring

38 **Wir Cyborgs**
Die Technisierung des Alltags
von Ulrich Wengenroth

MAGAZIN

46 **Ankerplatz der Geschichte** ▶
Das Deutsche Schiffahrtsmuseum in Bremerhaven
von Jobst Broelmann

DEUTSCHES MUSEUM

52 **„... etwas Seltsames um diesen Mann"**
Ernst Mach und sein Nachlaß im Deutschen Museum
von Wilhelm Füßl und Ivo Schneider

RUBRIKEN

6 Kultur & Technik Rundschau

44 Merkwürdig: Auf Walzen walzen

50 Dr. Profs Technodrom

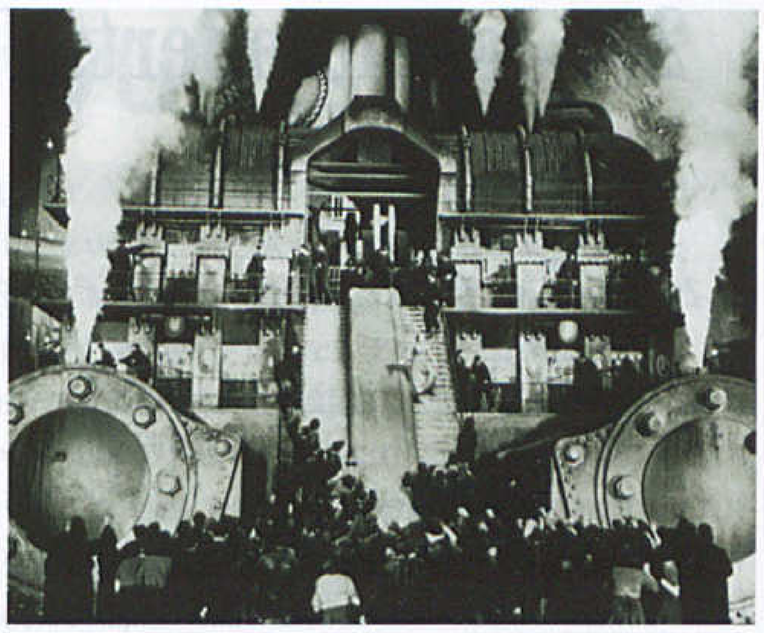
59 Gedenktage technischer Kultur

63 Nachrichten und Veranstaltungen

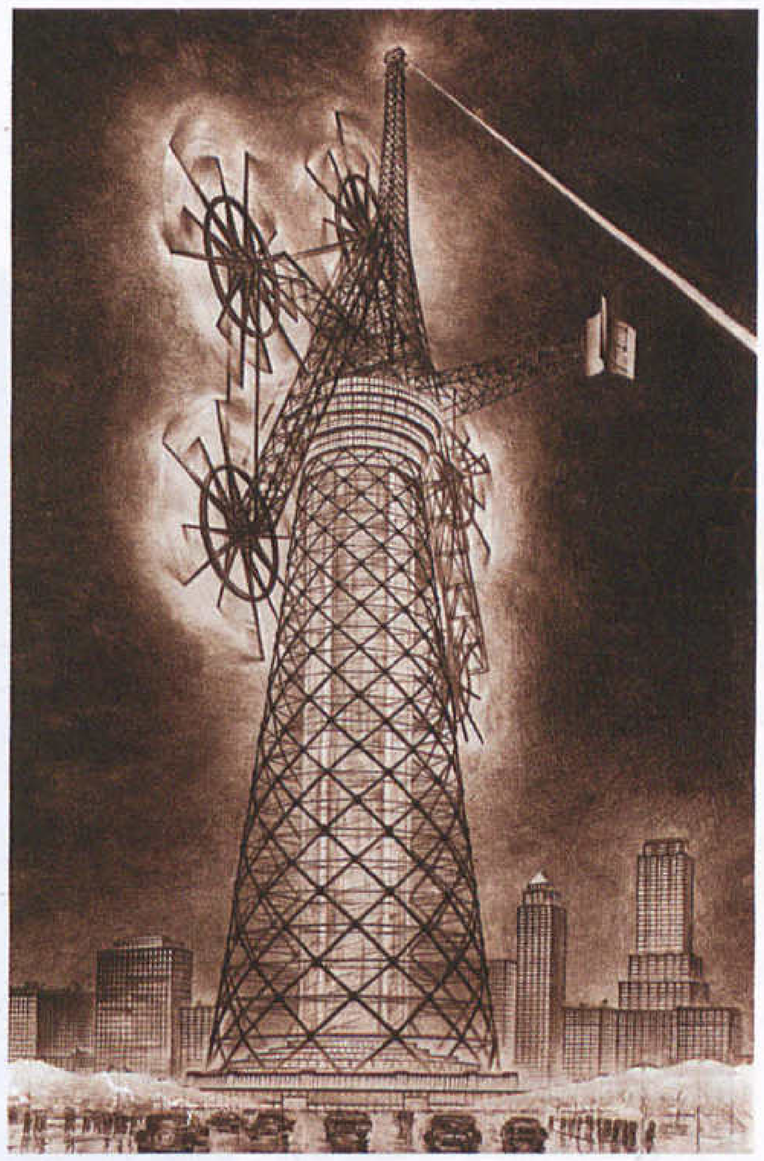
65 Schlußpunkt: Die Jahrhundertformel

66 Vorschau/Impressum

Zum Titelfoto: Johnny Mnemonic alias Keanu Reeves
Foto: Stiftung Deutsche Kinemathek Berlin



10 Fritz Langs Film *Metropolis* setze 1925 visionär ein von Technik bestimmtes Zeitalter in Szene.



26 Die drohende Erschöpfung der Energie-Ressourcen brachte Hermann Honnef in den 20er Jahren dazu, ein 400 Meter hohes Windkraftwerk für Städte zu entwerfen.

46 Das Hafenbecken für Museumsschiffe – darunter der Großsegler *Seute Deern* – beim Deutschen Schiffahrtsmuseum in Bremerhaven.

Abb.: Deutsches Filmmuseum Frankfurt a.M. (o.); Deutsches Museum München (M.); Jobst Broelmann, München (u.)

20. Jahrhundert: Jahrhundert der Wissenschaft und Technik

Liebe Leserin, lieber Leser,

moderne Transportmittel wie Auto und Flugzeug, die permanente Energieversorgung und eine medizinische Grundversorgung gelten heute nicht mehr allein nur als Zeichen des Fortschritts, sondern sind Alltag und Selbstverständlichkeit geworden. Die technisch-wissenschaftlichen Entwicklungen der vergangenen 100 Jahre haben mehr denn je unsere Kultur und Lebenswelt geprägt und bestimmt. Das heranrückende Jahresende 2000, das gleichzeitig auch das Ende des 20. Jahrhunderts markiert, ist für *Kultur & Technik* Anlaß, auf ein, vielleicht sogar *das* Jahrhundert der Technik und Wissenschaft zurückzublicken.

Die neuen technischen Industrien, die chemisch-pharmazeutische Industrie, die Elektroindustrie, Maschinenbau, Kraftfahrzeugindustrie, Flugzeugtechnik, die sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts herausbildeten, gaben die wesentlichen Impulse für die Technisierung der modernen Industriegesellschaft; sie bauten jedoch noch auf Innovationen des späten 19. Jahrhunderts auf. Ein Novum war die Entstehung netzwerkartig zusammenhängender, mit- und untereinander verbundener großtechnischer Systeme, wie es sich als eines der frühesten Beispiele bei der elektrischen Energieversorgung entfaltet hatte.

Ziel der großtechnischen Netze war eine stärkere technische und ökonomische Effizienz. Rationalisierungsmaßnahmen der Automobilindustrie, wie sie Henry Ford in seinem „Highland Park" einführte, wurden zum Motor neuer Produktionsmethoden und auch auf andere Industrie- und Beschäftigungszweige übertragen. Gegenüber der entstehenden Großtechnik leiteten in der zweiten Jahrhunderthälfte die Mikroelektronik, Informatik, Datentechnik und Nanotechnik eine fortschreitende Miniaturisierung ein, die sich in anderen Gebieten wie der Medizintechnik fortsetzte.

Die Beiträge in diesem Heft können nur Ausschnitte der Entwicklungen im 20. Jahrhundert zeigen und sollen wichtige komplexe Fragen aufgreifen. In seinem einleitenden Beitrag lenkt Joachim Radkau den Blick auf eine Vielfalt von Zukunftsphantasien und Visionen technischer Innovationen, die zur Zeit der Jahrhundertwende um 1900 existierten. Aus der Rückschau betrachtet erwiesen sich jedoch einige Prognosen als falsch beziehungsweise wurden nur zum Teil oder anders als ursprünglich angenommen erfüllt.

Michael Eckerts Beitrag betont die besondere Stellung der Physik, oft als „Jahrhundertwissenschaft" bezeichnet, und eröffnet ein Spannungsfeld von weltbildstiftender Tradition und „Macht-Tradition" der Physik. Aufbauend auf der Entdeckung der Röntgenstrahlen erhoffte man sich nähere Kenntnisse über das Innerste der Materie. Ein entscheidender Bruch mit früheren Vorstellungen erfolgte nach 1925 durch die Quantenmechanik. Quanten- und Relativitätstheorie weckten neue Erwartungen der Welterklärung. Das ausgehende 20. Jahrhundert ist geprägt durch weitreichende Erkenntnisse im Bereich der Biowissenschaften, der Molekular- und Neurobiologie (siehe das Interview mit Manfred Eigen).

Im Deutschen Museum: Einblicke in Naturwissenschaft und Technik.

Foto: Deutsches Museum München

Charakteristisch für die technisch-wissenschaftlichen Veränderungen des 20. Jahrhunderts war jedoch nicht allein die Tatsache der Veränderung. Neu ist die Geschwindigkeit des Wandels. Dieser sich selbst beschleunigende Prozeß wird besonders manifest durch die Neuerungen der Verkehrstechnik, der Kommunikations- und Informationstechnologie. Sie ermöglichen eine größtmögliche individuelle und Massenmobilität. Moderne Gesellschaftsentwürfe der Wissens- und Informationsgesellschaft gründen sich auf der rasanten Entwicklung der neuen Technologien. Visionen der 70er und 80er Jahre, die mit Begriffen wie Telearbeit, Telelearning und Teleshopping umschrieben wurden, sind Wirklichkeit geworden.

Der Beitrag von Ulrich Wengenroth thematisiert die fortschreitende Technisierung des Alltags, im privaten Zuhause, auf dem Weg zur Arbeit und am Arbeitsplatz, die heute selbstverständlicher Bestandteil unserer Lebenswelt ist und kaum noch als besonderes Phänomen wahrgenommen wird.

Eine zentrale Frage des 20. Jahrhunderts war die Frage nach der Endlichkeit der natürlichen Ressourcen und nach den Möglichkeiten, diese Quellen zu schonen und optimiert zu nutzen. Matthias Heymann schildert die Reaktionen und Konsequenzen aus der verstärkten Nutzung der Energieressourcen, die technischer Wandel und industrielle Produktion bewirkt hatten.

Einen umfassenderen Einblick in die Zusammenhänge und Entwicklungen von Technik und Naturwissenschaft im 20. Jahrhundert bietet Ihnen das Deutsche Museum, in das wir Sie gleichzeitig einladen möchten. Einen Vorgeschmack geben die hier vorgestellten Objekte aus den Bereichen der Fernsehtechnik, Informatik, Fotografie und des Verkehrs. *Eva A. Mayring*

Innenansichten des Bewußtseins

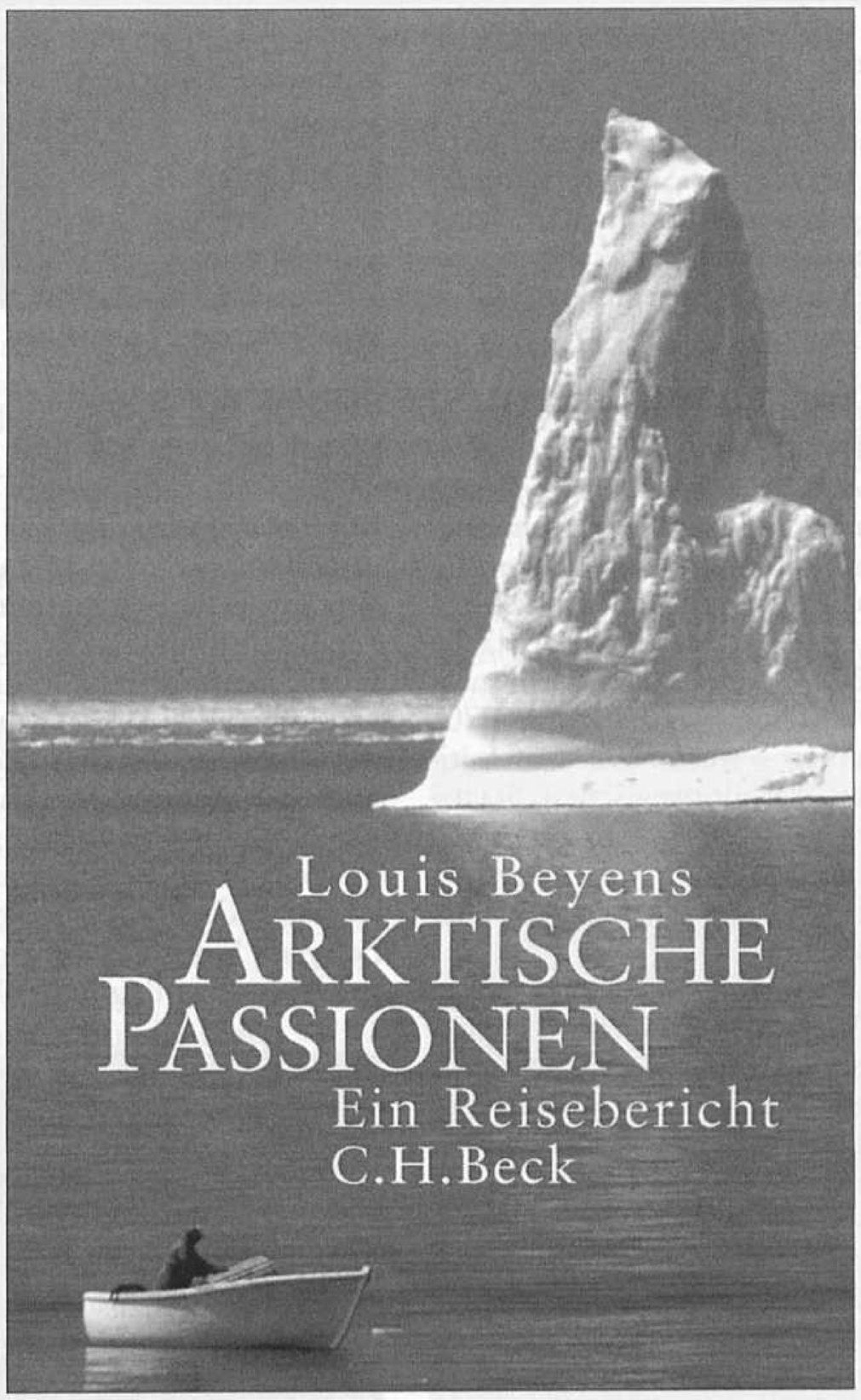
Welchen Platz nimmt der Mensch in der Natur, zwischen Pflanze, Tier und Stein, zwischen Belebtem und Unbelebtem ein? Was ist eigentlich der Geist und sein Zusammenhang mit dem Körper? In seinem neuen Buch umkreist Detlef Linke auf ungewöhnliche und eigenwillige Weise die sehr alte wie auch – vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Hirnforschung – wiederum ganz aktuelle Frage nach dem Zusammenhang von Gehirn und Erkenntnis, nach der Verbindung von Geist, Körper und Selbstbewußtsein.

2000. 160 Seiten. Klappenbroschur DM 28,–

Expeditionen ins Reich der Arktis

In einer Mischung aus Tagebuch und Erzählung berichtet der Biologe und Arktisforscher Louis Beyens von eigenen und fremden Abenteuern in der Arktis, vom Leben zwischen Gletscherspalten und neugierigen Eisbären und von den erstaunlichen Überlebensstrategien der Tiere und Pflanzen in einer lebensfeindlichen Umgebung. Vor allem aber ist dies der Bericht über eine große Leidenschaft für eine grandiose Landschaft.

2000. 352 Seiten mit 31 Karten und Graphiken sowie 40 Farbabbildungen. Gebunden DM 48,–



VERLAG C.H.BECK

www.beck.de

VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL

WIE VOR 100 JAHREN I: SEGELN AUF WINDJAMMERN

Über 6.000 Menschen haben bereits einmal eine Reise auf einer der letzten Windjammer bei den *Tall-Ship Friends* gebucht. Eine Woche Törn ist ab 350 DM zu haben. Einzige Voraussetzung: Gesundheit und Fitness; Mindestalter 15 Jahre, eine obere Altersgrenze besteht nicht.

Alle Trainees können zusammen mit der Mannschaft an den Bordroutinen teilnehmen: Ausguck, Ruderwache, Segelmanöver. Sie sind wie Kadetten in Räumen mit 6-20 Etagenbetten oder Hängematten untergebracht. Die Mahlzeiten werden in der Kadettenmesse eingenommen. Das Segelsetzen im Rigg ist schwindelfreien Freiwilligen vorbehalten. Unterwiesen wird in praktischer Seemannskunde, Segeltechnik und Sicherheit an Bord. Während eines Törns werden in der Regel keine Häfen angelaufen.

Eines der neun derzeit bei *Tall-Ship Friends* angebotenen Segelschiffe ist die *Statsraad Lehmkuhl*, die 1914 als *Großherzog Friedrich-August* in Bremerhaven vom Stapel lief. Die größte noch segelnde Bark der Welt – Länge 98 Meter, Segelfläche 2.200 Quadratmeter, Großmast 50 Meter, Verdrängung 1701 Tonnen – wurde 1923 auf Initiative des norwegischen Staatsrates Lehmkuhl für die Seefahrtschule Bergen erworben und hat dort seither ihren Heimathafen.

Neben der Stammcrew von 24 Seeleuten können bis zu 135 Trainees mitfahren. Diese Kapazität bewog die Deutsche Marine zur „Besetzung" des Schiffs für einen Lehrgang von August bis Dezember 2000, weil ihr eigenes Schulschiff, die *Gorch Fock*, in dieser Zeit zur Überholung in die Werft muß. Danach sind wieder alle friedlichen Abenteurer an Bord der *Statsraad Lehmkuhl* willkommen.

Informationen bei Tall-Ship Friends Hamburg e.V., Schweriner Straße 17, 22143 Hamburg, Telefon (040) 67563597, Fax: 67563599. www.tallship-friends.de

Die *Statsraad Lehmkuhl* ist die größte noch auf den Meeren segelnde Bark der Welt.

WIE VOR 100 JAHREN II: KLEINE BAHNEN AUF DEM LAND

Mit der Privatisierung der Bahn orientiert sich der öffentliche Verkehr an den Strukturen aus der Wachstumszeit der Schiene im 19. Jahrhundert. Ob die Privatisierung den Umschwung bei der Bahn nachhaltig fördert, muß die Zukunft zeigen. Die Dynamik und Kundenfreundlichkeit kleiner Privatbahnen läßt sich dagegen schon heute belegen. Eines der besten Beispiele ist die Prignitzer Eisenbahn GmbH (PEG), ein junges, brandenburgisches Eisenbahnverkehrsunternehmen mit Sitz in Putlitz.

Die PEG startete vor vier Jahren, am 29. September 1996, mit einem Schienenbus, vier Mitarbeitern und viel Elan auf der Nebenstrecke Putlitz-Pritzwalk, die von der Deutschen Bahn eingestellt werden sollte. Sie hat sich seither zu einem regional durchaus bedeutenden Arbeitgeber mit knapp 100 Angestellten entwickelt und fährt heute auf den Strecken Putlitz-Pritzwalk, Meyenburg-Neustadt, Neustadt-Rathenow und Neustadt/Dosse-Rathenow.

Das Hauptfeld der Unternehmenstätigkeit liegt derzeit im Personennahverkehr in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, doch inzwischen bietet die PEG bundesweit bei Streckenkonzessionen mit. Der zweite bedeutende Unternehmenszweig ist der Güterverkehr. Mit eigenen Lokomotiven und Güterwagen sowie im Bedarfsfall angemieteten Fahrzeugen ist die PEG inzwischen deutschlandweit tätig. Neben diesen Leistungen bietet die PEG Sonderfahrten mit Triebwagen und dampfbespannten Zügen an.

Kundennähe, ungewöhnlich guter Service und kostengünstige Angebote kennzeichnen das hochmotivierte Unternehmen, das versucht, den Verkehrsträger Eisenbahn in der Fläche zu stärken und verlorengeglaubtes Terrain zurückzuerobern. In den Schienenbussen werden heiße und kalte Getränke, kleine Snacks sowie die aktuellen Ta-

Der Schienenomnibus *Laaske* auf dem Bahnhof Pritzwalk.

Abb.: © Ulrich Grün/Tall-Ship Friends (o.); Putlitz-Pritzwalker Eisenbahnförderungsverein e.V./Radke-Verlag, Schwerin/© M. Kley, Berlin

geszeitungen der Region angeboten. Die PEG möchte die Fahrt mit der Bahn zu touristisch lohnenden Zielen attraktiv machen und offeriert speziell für Gruppenfahrten Angebote, bei denen der Lokführer zum Reiseführer avanciert.

Informationen: Prignitzer Eisenbahn GmbH, Pritzwalker Straße 2, 16949 Putlitz, Telefon: (033981) 80506, Fax: 80617. www.prignitzer-eisenbahn.de

GELIEBT UND GETRETEN: TRETAUTOS FÜR KINDER

Kurz nach der Erfindung des Automobils hatten auch die Spielzeughersteller eine neue Produktidee: Ab 1902 gab es die ersten Tretautos für Kinder. Anfangs nur in Frankreich und England gefertigt, fanden sie bald auch in Deutschland einen festen Platz im Angebot der Versandkataloge und Kaufhäuser. Bis in die 1920er Jahre handelte es sich meist um in

Die Idee zu Tretautos ist fast 100 Jahre alt.

Handarbeit gefertigte, sehr aufwendig gestaltete Einzelstücke für Kinder reicher Eltern. Die fortschreitende Automatisierung der Produktion machte diese begehrte Ware jedoch preisgünstiger, weil nunmehr in großen Stückzahlen produziert wurde. Das führte zu einem großen Boom. Tretautomobile wurden Jungen wie Mädchen zum Geschenk gemacht und von den Herstellern immer detailgetreuer den großen Vorbildern nachempfunden. In den 1950er Jahren revolutionierten die neuen Kunststoffe auch die Herstellung der Tretautomobile, die jedoch anfangs in der Formgebung den älteren, aus Blech oder Holz gefertigten ähnlich blieben.

Erst in den 70er Jahren wagte es die niederbayerische *BIG Spielwarenfabrik*, dem neuen Werkstoff konsequent auch eine neue, ergonomische Form zu geben, und entwickelte das berühmte „Bobby-Car". Dieses Rutschauto für Kleinst- und Kleinkinder ist bis heute das mit großem Abstand meistverkaufte Kinderspielfahrzeug. Es erfreut sich so gleichbleibend großer Beliebtheit, daß die großen Automarken ihrerseits in den letzten Jahren Markenmodelle in Bobby-Car-Annäherung fertigen ließen und damit die möglichst vorbildgetreue Nachahmung aktueller Automodel-le auf dem Spielfahrzeugmarkt verdrängten.

Eine große Auswahl historischer Kindertretautos ist im Deutschen Technikmuseum Berlin zu besichtigen, Trebbiner Straße 9, 10963 Berlin, Telefon (030) 25484-0, www.dtmb.de. Öffnungszeiten: Di-Fr 9-17.30 Uhr, Sa, So und feiertags 10-18 Uhr.

Abb.: BIG-Spielwarenfabrik, Fürth (o.); Förderverein Science- und Technologie-Center Freiburg e.V./Joachim Lerch (r.o.); Wolfgang Becker-Brüser, Berlin (r.u.)

SCIENCE FESTIVAL IN FREIBURG

Science Festivals, wie sie im angloamerikanischen Raum schon länger bekannt sind, können das Interesse der Öffentlichkeit, insbesondere von Schülern, an der Naturwissenschaft fördern. Nachwuchssorgen und Bildungsstudien sind aktuelle Indikatoren, die solch ein Unterfangen fördern.

In Freiburg fand im Sommer 2000 auf Initiative und organisiert von Joachim Lerch und Charlotte Willmer-Klumpp ein Science Festival statt. Die beiden Lehrer sind zugleich Vorsitzende des Fördervereins Science- und Technologie-Center; sie konnten durch das Festival auch die Bekanntheit und Akzeptanz für ein in Freiburg geplantes Science Center erhöhen.

Science Festival: Demonstration einer Mehlverpuffung.

Geboten wurden am Auftaktwochenende 24./25. Juni 2000 in der Messe und an den beiden folgenden Wochen an Schulen, der Universität und anderen Orten in Freiburg 500 Veranstaltungen, die Einblicke in die Wissenschaft und die Forschungslandschaft der Region erlaubten. Es gab Workshops, Exkursionen, Vorführungen und Experimente zum Selbermachen. So beteiligte sich die Pädagogische Hochschule Freiburg mit 30 Experimenten aus der Physik, Kinder konnten Zahnpasta herstellen, und die Universität Freiburg bot Informationen zur aktuellen Forschung in der Biologie und anderen Disziplinen.

Informationen: www.science-festival.de *M.-D. Weitze*

PERSPEKTIVEN FÜR EINEN WASSERLOSEN WASSERTURM

Ein technikgeschichtliches Kuriosum, der Wasserturm im Berliner Bezirk Steglitz, hat endlich einen Nutzer gefunden. 1919 wurde dieser Wasserturm vom Architekten Hans Heinrich Müller für die Versorgung der damaligen Landgemeinde Steglitz konstruiert. Doch schon ein Jahr später wurde er ein Opfer der Gründung von Groß-Berlin. Der Bezirk wurde eingemeindet und an das Berliner Wassernetz angeschlossen. Schon in den 20er Jahren gab es Versuche, für den überflüssig gewordenen Turm neue Nutzungen zu erschließen, und zwar zunächst in Verbindung mit einem direkt benachbarten Friedhof. Auf drei Galeriegeschossen des Turmes sollte eine Urnenhalle nach Plänen von Stadtbaurat Fritz Freymüller entstehen. Aus immer neuen Gründen scheiterte dieser Plan, so daß der Turm dauerhaft leerstand.

1993 wurde er unter Denkmalschutz gestellt, was die Nutzung nicht erleichterte. Aber

Die Heimat des *arznei-telegramms*: ein Wasserturm.

kurz vor dem 80. Geburtstag des Turmes fand sich ein engagierter Investor, der Berliner Arzt und Verleger Wolfgang Becker-Brüser, Herausgeber des *arznei-telegramms*. Er investierte zwei Millionen Mark in den Turm, um ihn zu seinem neuen Unternehmenssitz zu machen, der Bezirk Steglitz und der Berliner Senat zahlten zusammen rund 2,2 Millionen Mark. Die für die Urnenhalle vorgesehenen drei Galeriegeschosse blieben bestehen, wobei aber statt der Urnen die Schreibtische der Verlagsmitarbeiter zwischen den Säulen Platz finden.

Darüber thront immer noch der 2.000 Kubikmeter fassende Wasserkessel. Anfang des Jahres wurde der Wasserturm nach 17-monatiger Bauzeit den neuen Nutzern – 20 Jahre mietfrei – übergeben.

IN 100 JAHREN: CHINAMED IM CHINESISCHEN EXPO-PAVILLON

Noch bis zum 31. Oktober ist die EXPO in Hannover geöffnet. Danach wird abgebaut. In der zeitlichen Befristung liegt der Reiz. Das war auf allen Weltausstellungen seit 1851 in London so. Einzelne bedeutende Wahrzeichen und Pavillons blieben aber stehen, der Kristallpalast in London, der Eiffelturm in Paris, das Atomium in Brüssel, der deutsche Pavillon von Mies van der Rohe in Barcelona.

In Hannover sind einige Pavillons von vornherein auf Dauer gebaut worden. Der chinesische Pavillon soll auch nach der EXPO ein offenes Tor zum Reich der Mitte sein. Der Bauträger des Pavillons, die *Building Technologies Co.*, wird den Pavillon nach der EXPO übernehmen und mit der Klinik ChinaMed für Traditionelle chinesische Medizin, dem Chinesischen Zentrum Hannover (mit Business Center) und einem Chinarestaurant dauerhaft weiterbetreiben.

Im Pavillon können sich zukünftige Besucher auf ihren Chinaaufenthalt vorbereiten oder sich über Heilkräutertherapie, Akupunktur und Moxibustion, chinesische Diätetik, manuelle Therapie Tuina, Qi Gong und Tai Chi informieren. Der Pavillon soll sich durch die Mieteinnahmen der Beteiligten tragen.

50. LINDAUER TAGUNG DER NOBELPREISTRÄGER

Seit 1951 findet alljährlich eine Tagung von Nobelpreisträgern in Lindau statt. Von den beiden Ärzten Gustav Parade und Franz Karl Hein sowie von Graf Lennart Bernadotte initiiert und nun von Gräfin Sonja Bernadotte als Präsidentin des Tagungskuratoriums geleitet, finden die Laureaten – im Jubiläumsjahr mehr als 50 – immer wieder den Weg an den Bodensee. Rund 700 junge Wissenschaftler und Studenten wurden heuer ausgewählt, um in persönlichem Kontakt zu den Preisträgern von neuen Ergebnissen und Aspekten der Forschung zu hören. Die Jungwissenschaftler kamen, wie die Preisträger, aus dem In- und Ausland.

Vormittags wurden in Podiumsdiskussionen jeweils fachübergreifende Themen behandelt, wobei der Neuigkeitswert der hier gebrachten Inhalte – etwa zu den Themen „Origin and Propagation of Life“ oder „Public Understanding of Science, and Humanity“ – recht beschränkt war. Beispielsweise hat George Olah den Vorschlag, das Treibhausgas Kohlendioxid mit Wasserstoff zu Kohlenwasserstoffen umzuwandeln und bei diesem energieintensivem Prozeß Kernenergie einzusetzen, heuer wie vor zwei Jahren propagiert.

Bei den Fachvorträgen am Nachmittag mußte man sich jeweils für eines der drei parallel laufenden Programme aus Physik, Chemie oder Medizin entscheiden. Das fiel mitunter schwer, etwa wenn gleichzeitig Klaus von Klitzing und Jean-Marie Lehn zur Nanowissenschaft (aus Sicht der Physik zur Nanoelektronik beziehungsweise aus Sicht der Chemie zu supramolekularen Strukturen) vortrugen.

Insgesamt eine Veranstaltung, die Nobelpreisträger zum Anfassen bietet, und bei dem einen oder anderen Nachwuchswissenschaftler vielleicht den Gedanken „Das kann ich auch“ aufkommen läßt. Einen Überblick über die nun 50jährige Geschichte der Lindauer Tagungen bietet der Jubiläumsband *Wissenschaft aus erster Hand* von Ralph Burmester, herausgegeben vom Deutschen Museum, München 2000.

M.-D. Weitze

EINE REISE WERT: TECHNISCHE DENKMÄLER IN SÜDTIROL

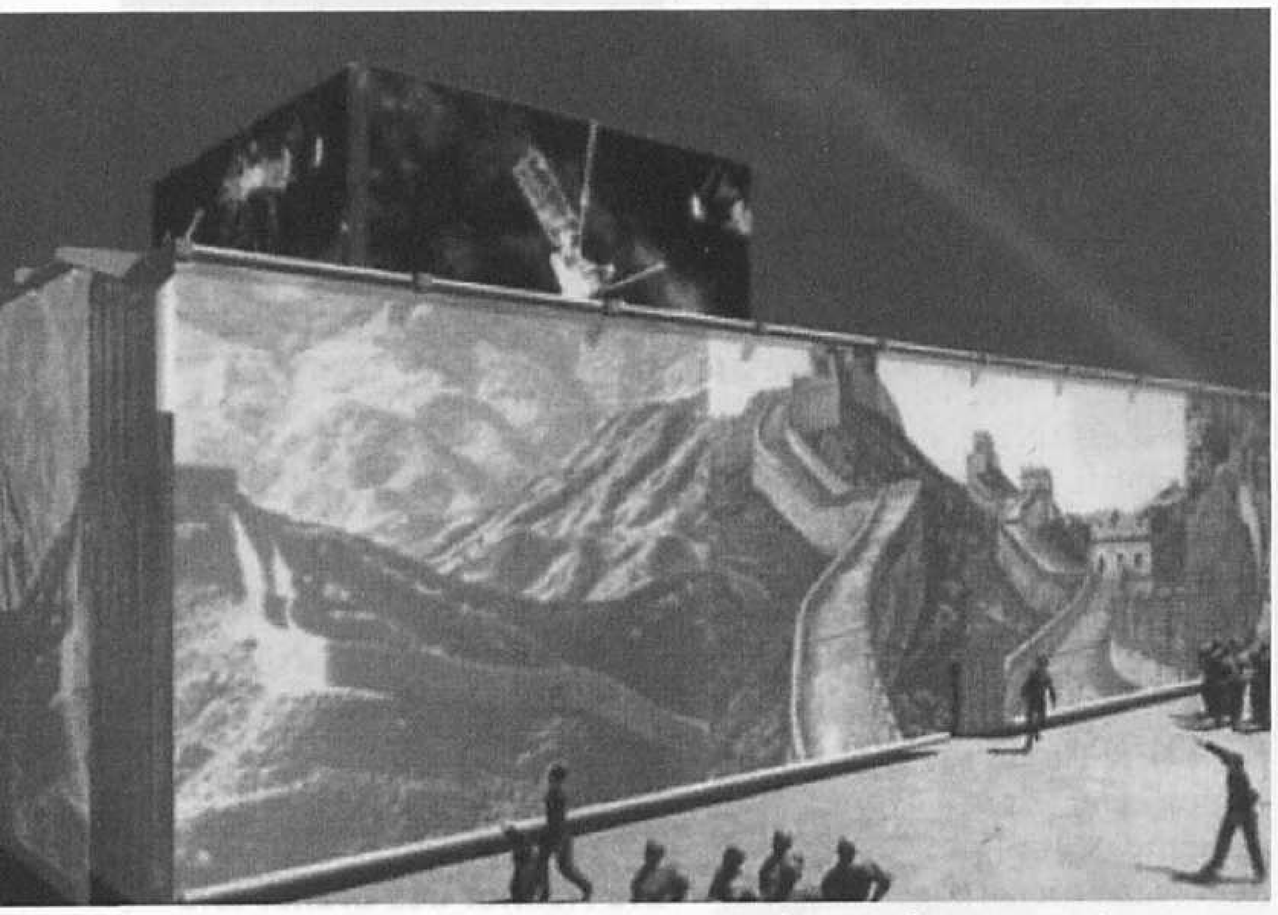
Das „Land an der Etsch und im Gebirg“ bietet nicht nur touristische Anziehungspunkte – Kletterberge, Rebhänge, Obstwiesen, Bergwälder – und wirtliche Ferienquartiere mit Familienanschluß, das Land ist unter Fachleuten auch wegen seiner technischen Denkmäler bekannt. Denkmäler, von denen einige noch in Betrieb sind, andere wenigstens zugänglich. Die Rede ist von Bergwerken und Seilbahnen, genauer: von der Kohlerner Bahn, der Mendelbahn, dem Blei-Zink-Bergwerk am Schneeberg, dem Prettauer Kupferbergwerk und von der Förderanlage für Marmor-Gestein über den größten Bremsberg Europas in Laas im Vinschgau.

Diese Denkmäler sowie die Betriebszentrale einer hochmodernen Zweiseilpendelbahn von Kurzras im Schnalstal (2011 m) hinauf zur Grawand (3250 m) sind die Zielpunkte einer zwölftägigen Studienreise unter der Leitung des Landeskenners Professor Dr. Werner Rutz, der Südtirol seit etwa 40 Jahren bereist und dort auch landeskundlich-technikhistorisch gearbeitet hat.

Die für Ende August 2001 geplante Reise beginnt und endet in München. Die Kosten für die Busfahrten München-Südtirol-München und innerhalb Südtirols, elf Übernachtungen, Eintritte, Führungen und Seilbahnfahrten werden bei etwa 1.550 DM je Person liegen (im Doppelzimmer; Einzelzimmer auf Anfrage), wenn etwa 15 Personen mitfahren.

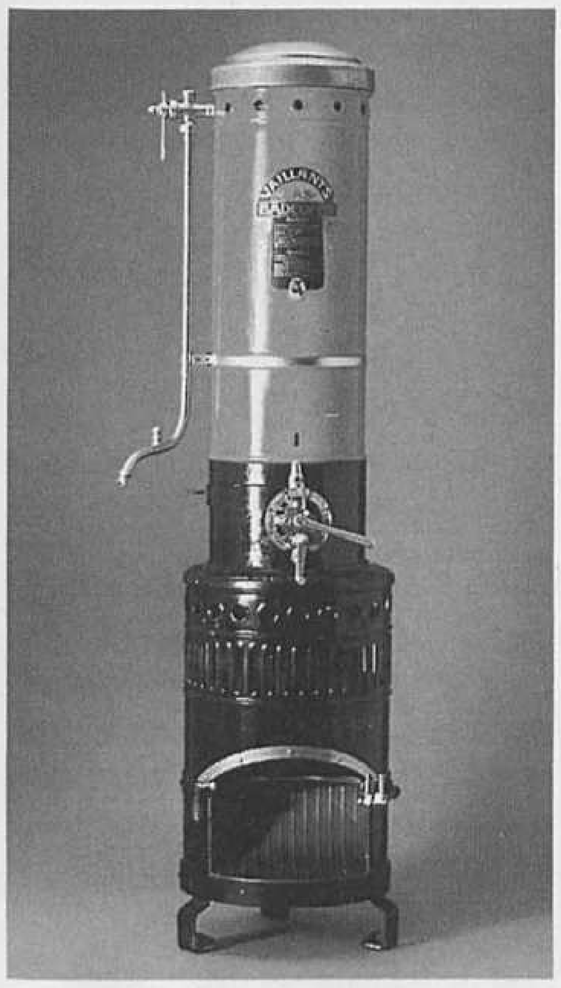
Veranstalter der Reise sind die „Arbeitsgemeinschaft Harzer Bergbau- und Hüttenmuseen“, Sitz Clausthal-Zellerfeld, und die „Auslandsgesellschaft Nordrhein-Westfalen e.V“, Dortmund; letzterer Verein wickelt als nicht-kommerzieller Reiselizenzinhaber die gesetzlichen Versicherungsleistungen und den Zahlungsverkehr für die Reiseteilnehmer ab.

Genaue Beschreibungen der Reise gibt es bei der Auslandsgesellschaft NRW, Steinstr. 48, 44147 Dortmund, Fax: (0231) 83800-40, Telefon (0231) 83800-46. Interessierte Mitglieder des Deutschen Museums München sollten sich bis zum 31. Dezember 2000 bei der Auslandsgesellschaft in Dortmund anmelden.



Chinas EXPO-Pavillon soll auch künftig Heilstation sein.

Abb.: EXPO 2000 Hannover GmbH



Wärme aus dem Netz: Vaillant-Badeofen um 1900.

VOR 100 JAHREN: AUFBRUCH INS NETZWERK-ZEITALTER

Eine 100-Jahrfeier jagt die andere. Was waren das für Gründerzeiten um 1900! Und die Städte haben kräftig mitgegründet im Infrastrukturbereich. Ein Beispiel von Vielen: Das 100jährige Bestehen von Straßenbahn und Elektrizitätswerk in Bielefeld. Die Bielefelder Stadtwerke nahmen es zum Anlaß, dem Historischen Museum der Stadt den Auftrag für eine Aufstellung über die Geschichte der städtischen Netzwerktechnologien zu erteilen.

Die von Jürgen Büschenfeld konzipierte Ausstellung vergleicht die strukturellen Ähnlichkeiten bei der Einführung der Netzwerktechnologien Wasser, Gas, Strom und den öffentlichen Nahverkehr seit dem 19. Jahrhundert bis in die Gegenwart. Auch wenn die einzelnen medial geordneten Ausstellungsabschnitte und Kapitel des anschaulichen Ausstellungskatalogs im einzelnen nicht viele grundsätzlich neue Einschätzungen vermitteln, ist doch der Vergleich der vier verschiedenen Netze und ihrer historischen Entwicklung neu und aufschlußreich.

Büschenfeld zeigt deutlich, daß die kommunale Beteiligung an den Unternehmen zunächst höchst umstritten war. Erst als die Sorge um die Rentabilität der Unternehmen sich als unbegründet erwies, setzte die Stadt die Kommunalisierung der Betriebe durch, die jedoch dem Gemeinwohl verpflichtet wurden – mit allen positiven Effekten für soziale Gerechtigkeit als auch negativen Begleitumständen für die Effizienz des Netzwerks.

Jürgen Büschenfeld (Herausgeber): Netz/Werk/Stadt. Aufbruch in ein neues Zeitalter. Verlag für Regionalgeschichte, Bielefeld 2000.

MIT GESUNDHEITSSANDALEN INS ZWEITE JAHRHUNDERT

Zwar sind auch schon römische Legionäre in Sandalen durch Deutschland getrabt, ebenso manche Bettelmönche des Mittelalters. Doch schon den alten Römern galten sie außerhalb des Soldatenlebens nicht als seriöses Fußkleid, sondern als bedenklich individualistisch wirkende Fußbekleidung griechisch angehauchter Schwärmer.

Erst der Kurpfarrer Sebastian Kneipp (1821-1897), der in Wörishofen Wasserkuren etablierte, riet wieder zum Tragen von Sandalen am nackten Fuß. Zahlreiche Lebensreformer, die den diversen Schulen der natürlichen Heilweisen zuneigten, Schrotkuren machten und Schwarzbrot aßen, denunzierten den Schuh als fuß- und haltungsschädigendes Zivilisationsübel und trugen Sandale.

Nudisten, Vegetarier, Wandervögel und Pfadfinder trugen Sandalen, allerdings zunächst ohne Fußbett. Um dieses heute selbstverständliche Attribut von Gesundheitssandalen herzustellen, bedurfte es einer technologischen Innovation: der Erfindung thermoplastischer Stoffe. Konrad Birkenstock, Enkel eines Schuhmachers und lebensreformerisch angehaucht, entwickelte 1902 ein Gemisch aus Kautschuk und Korkkrümeln, aus dem er die ersten anatomisch angepaßten Fußbetten formte.

Diese Einlegesohlen waren für gewöhnliche (nicht-anatomisch geformte) Schuhe bestimmt. Sandalen blieben weiter fußbettlos. In den 20er und 30er Jahren verbreitete sich Birkenstocks Produkt unter dem Namen „Blaues Fußbett" in ganz Europa und wurde durch Schulungskurse über natürliche Fußanatomie recht erfolgreich beworben.

Die Entdeckung des Fußes im letzten Jahrhundert.

Karl Birkenstock, Konrads Enkel, fügte die zweite Innovation an die erste: Er übernahm die Firma und entwickelte 1964 die erste Birkenstock-Sandale mit Tieffußbett. Im historisch richtigen Moment: Die Woodstock-Generation begeistert sich für die bequemen Treter, und die entstehende Umweltbewegung macht sie zum Parteiabzeichen. Auch in den USA wurden sie seit Anfang der 70er Jahre zu einem Umsatzschlager und haben bis heute nichts an ihrer Beliebtheit eingebüßt, mit seit 100 Jahren unverändertem Fußbettmaterial.

STADTJUBILÄUMS-LEBKUCHEN IN NÜRNBERG

Zum 950jährigen Stadtjubiläum wurde im Nürnberger Museum Industriekultur eine neue Dauerausstellung „Lebkuchenindustrie in Nürnberg" eingerichtet. Zu sehen ist ein Stück Nürnberger Wirtschaftsgeschichte. Historische Maschinen und bisher unveröffentlichte Fotos aus den 30er Jahren machen die einzelnen Arbeitsschritte der industriellen Herstellung von Lebkuchen deutlich. Alte Werbeplakate und Postkarten sowie historische Truhen und Dosen ergänzen die Schau.

In fränkischen Klöstern wurden zuerst Pfeffer- und Honigkuchenteige gerührt und auf Oblaten gelegt, damit sie nicht am Backblech klebten. Den besonderen Ruf ihrer Lebkuchen verdankte die alte Reichsstadt ihrer verkehrsgünstigen Lage am Schnittpunkt der Handels- und Gewürzstraßen und inmitten der intensiv betriebenen Bienenzucht im Reichswald rund um Nürnberg.

Seit Beginn der Gewerbefreiheit in Bayern im Jahre 1867 konnten die Zünfte den Einsatz von Maschinen für die Produktion von Nürnberger Lebkuchen nicht länger verhindern. Vor allem Rühr- und Knetmaschinen kamen zum Einsatz. Die Lebkuchenindustrie ist heute weitgehend automatisiert und nimmt ihre Produktion alljährlich ab Ende August auf.

Ein Besuch auf dem diesjährigen Nürnberger Christkindlesmarkt (1. bis 23. Dezember, traditioneller Lichterzug am 14. Dezember) lohnt sich deshalb in diesem Jahr besonders, denn in der Museums-Lebküchnerei wird alle Jahre zu Weihnachten auch tatsächlich gebacken.

Museum Industriekultur, Äußere Sulzbacherstraße 62, 90491 Nürnberg. Ganzjährig geöffnet: Di-So 10-17 Uhr, Mo geschlossen. Museen der Stadt Nürnberg, Telefon (0911) 231-5421.

Abb.: Aus: Stadtwerke Bielefeld GmbH: Netz/Werk/Stadt (o.); Birkenstock GmbH, Vettelschoß

Schöne neue Technikwelt

Einige Überraschungen mit der Technik des 20. Jahrhunderts

VOM JOACHIM RADKAU

Um den Millenniumswechsel herum war es große Mode, auf die vorige Jahrhundertwende zurückzublicken. Diese Rückblicke waren oft ein beliebiges Potpourri von diesem und jenem; denn natürlich ist die Jahreszahl mit den zwei Nullen als solche keine wirkliche Zäsur, kein echtes Ereignis. In der Technikgeschichte besitzt eine derartige Rückschau jedoch einen besonderen Reiz.

Die Zeit um 1900 wimmelte wie keine Zeit davor von technischen Zukunftsphantasien; in einem Maße wie noch nie wurde damals die Fortschrittsidee technisiert. Die wichtigsten Inspirationen kamen dabei von der Elektrifizierung, aber auch von der Röntgentechnik und der drahtlosen Telegraphie, überhaupt von all den neuen Verkehrs- und Kommunikationsmitteln – Telefon, Fahrrad, Automobil, Flugmaschinen. In jene Zeit fällt die Entstehung der Science-fiction-Literatur; dabei waren die Übergänge von den Phantasien zu den ernstgemeinten Zukunftsprognosen noch fließend.

Ein *Buch der neuesten Erfindungen* von 1906 beginnt mit der Elektrizität und setzt gleich zu Anfang das „Endziel", „Mittel und Wege zu finden, die elektrische Kraft direkt aus der Kohle zu erzeugen". Die direkte Energieumwandlung ohne den Umweg über mechanische und Wärme-Energie blieb das gesamte 20. Jahrhundert hindurch ein lockendes Fernziel, das erst in jüngster Zeit auf einigen Spezialsektoren reali-

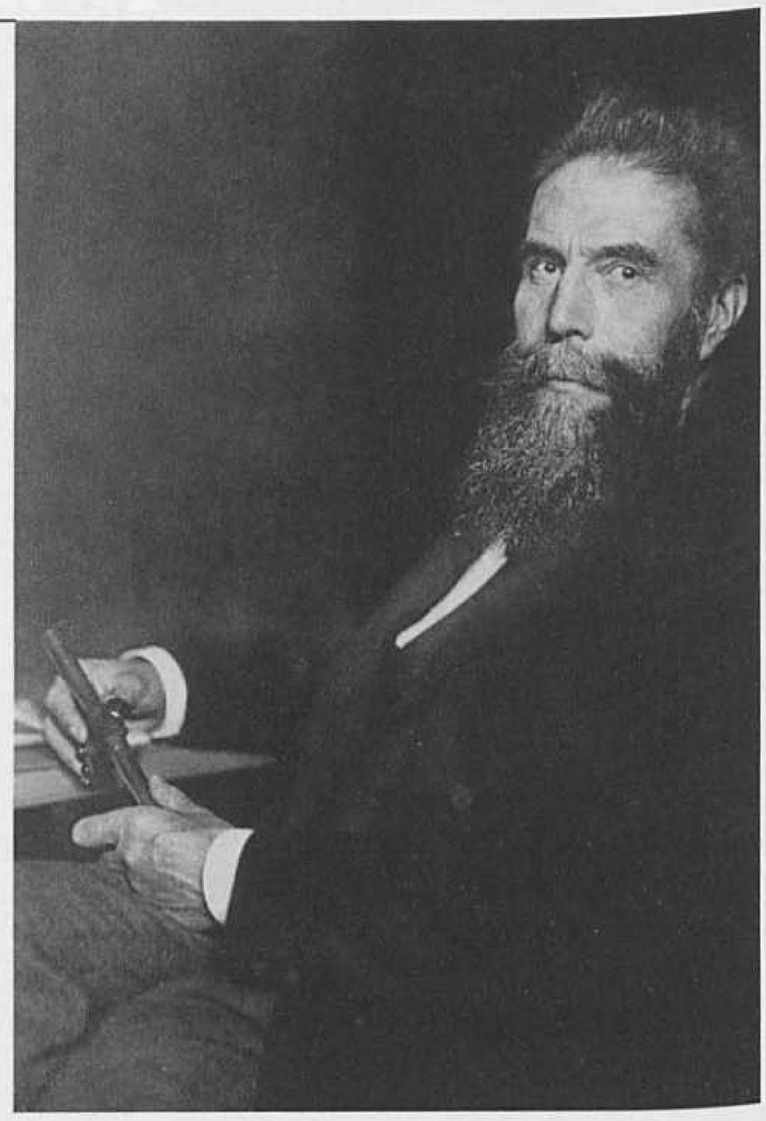
In seinem Film *Metropolis* hat der Regisseur Fritz Lang (1890-1976) visionär die Zukunft eines von Technik bestimmten Zeitalters in Szene gesetzt.

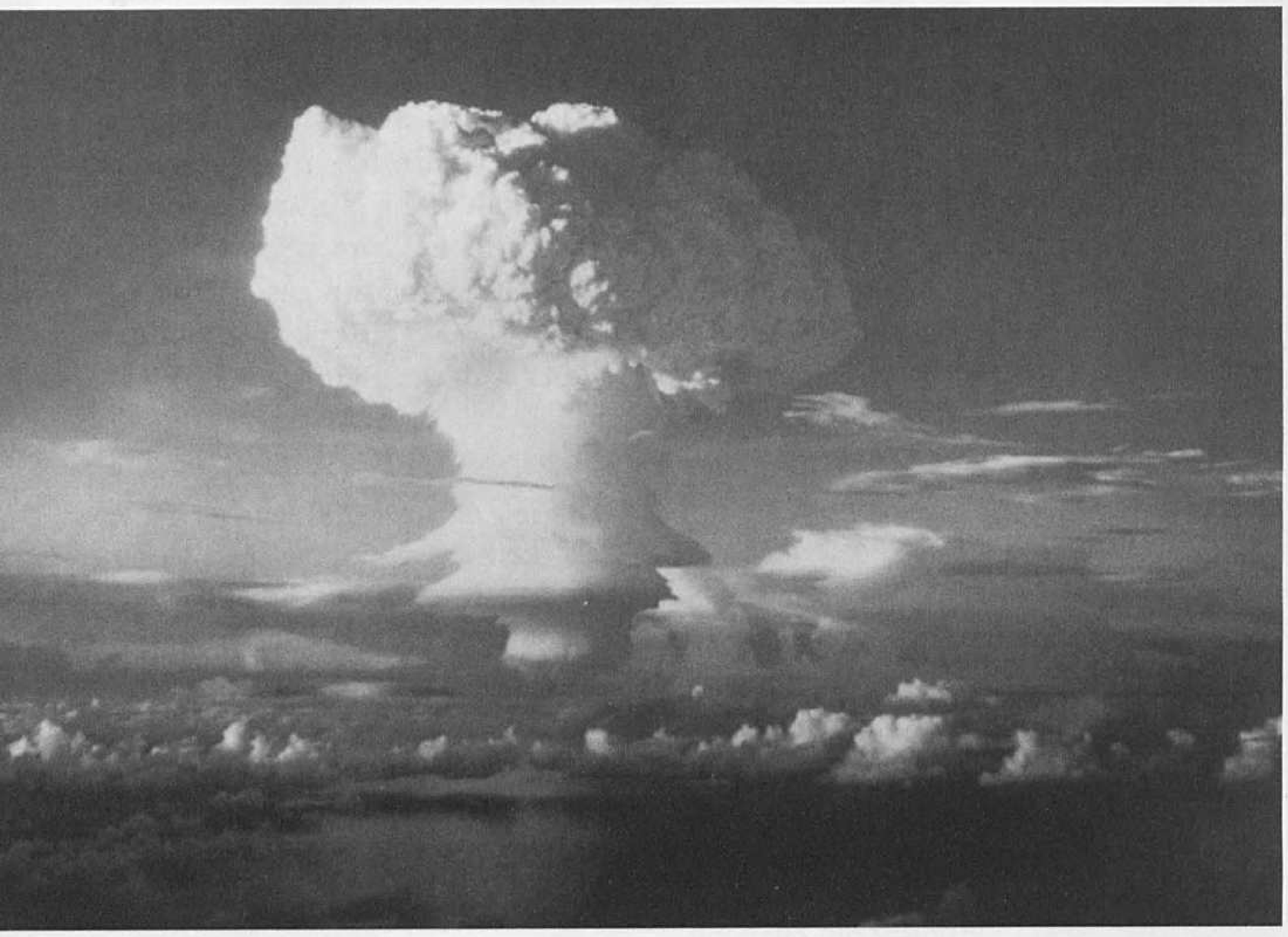
Foto: Deutsches Filmmuseum Frankfurt a.M.

Deutsches Museum Bibliothek

siert wurde. Aber das „Endziel“ von 1906 lag noch darüber: „Das Ideal müßte allerdings noch höher und zwar darin liegen, daß man die riesige Menge natürlicher Elektrizität zu fesseln sucht, die bei der Entladung von Gewittern oft in dämonischer Gewalt in Erscheinung tritt.“ Also ein Zurück von der künstlich erzeugten zur natürlichen Elektrizität! Technikphilosophisch befriedigend war schon damals nicht die Verbrennung erschöpfbarer fossiler Ressourcen, sondern nur die Nutzung einer unerschöpfbaren natürlichen Energiequelle.

Wilhelm Ostwald, Träger des Chemie-Nobelpreises von 1909 und Autor des „energetischen Imperativs“ der möglichst effizienten Energienutzung





Was mit der Entdeckung der Radioaktivität durch Wilhelm Conrad Röntgen (oben) im Jahr 1895 begann, führte über Einsteins Energieformel und die Entdeckung der Kernspaltung schließlich auch zum Alptraum der Atombombe (links).

(Bild rechte Seite oben), prophezeite in seinen „Weihnachtsgedanken“ von 1909: „Es ist zu erwarten, daß der Mensch ebensogut zu fliegen lernen wird, wie es die großen Seevögel tun, welche riesige Geschwindigkeiten ohne Flügelschlag erzielen. Das heißt, der Motor wird nur zum Anfahren und zu einzelnen Wendungen und Erhebungen erforderlich sein; in der Hauptsache wird der Flug ohne besonderen Energieaufwand erfolgen und erhebliche Geschwindigkeiten erreichen. Hierdurch wird der Maßstab der Entfernungen ein anderer; man kann viel zerstreuter und daher menschenwürdiger wohnen und leben. Die Wunden, welche die junge Technik der Menschheit durch das scheußliche Elend der Riesenstädte zugefügt hat, kann und muß die entwickeltere Technik wieder heilen.“

Ein wunderschöner Traum – der alte Traum des Ikarus, um moderne Träume erweitert.

Aber wenn es oft geheißen hat, die Träume von heute seien die Technik von morgen, so hat das 20. Jahrhundert zu diesem Optimismus nicht nur Bestätigungen, sondern auch negative Überraschungen beschert. Viele Wunschträume gingen nicht in Erfüllung, oder, typischer noch: Sie wurden nur zum Teil erfüllt und auf andere Art, als man sich das vorgestellt hatte. Und auch gewisse Nebenwirkungen der Wunscherfüllung enthielten ihre Überraschungen. Gewiß, im 20. Jahrhundert lernte der Mensch fliegen; aber mit dem Vogelflug hatte dieses Fliegen nicht viel Ähnlichkeit, und energiesparend war es am allerwenigsten. Auch ging der Traum vom Wohnen im Grünen für viele in Erfüllung; aber er wurde mit der Massenmotorisierung und all ihren Folgewirkungen erkauft, und die Suburbanisierung bescherte oft nicht jenes arkadische Idyll, von dem die Vordenker der Gartenstadt um 1900 geträumt hatten.

1910 erschien in elegantem Jugendstil-Layout ein Sammelband *Die Welt in hundert Jahren*, dessen erstaunlich prominente Mitarbeiterschaft von Hudson Maxim, dem Bruder des Erfinders des Maschinengewehrs, bis zu der Pazifistin Bertha von Suttner, ja von dem Kolonial-Konquistador Karl Peters bis zu dem Sozialdemokraten Eduard Bernstein reichte. Ernstgemeinte Zukunftsprognosen und Satiren auf die Gegenwart sind da manchmal schwer voneinander zu trennen. Aber manches war damals wohl nicht ganz so witzig gemeint, wie es heute wirkt. Mehrmals wird unter dem Eindruck der Röntgenstrahlen und der drahtlosen Telegraphie in 100 Jahren eine Welt der totalen Kommunikation und der vollständigen Transparenz der Menschen prophezeit – und daraus eine Welt der Wahrheit und der Liebe gefolgert, in der es unglückliche und verlogene Partnerbeziehungen nicht mehr geben kann! (Bild rechts)

„Liebespaare und Ehepaare werden nie von einander getrennt sein, selbst wenn sie Hunderte und Tausende Meilen von einander entfernt sind. Sie werden sich immer sehen, immer sprechen, kurzum, es wird die Glückszeit der Liebe angebrochen sein und die

Abb.: Deutsches Museum München (2)

des Strohwitwertums vernichtet; denn künftighin wird sich die leibliche Gattin stets davon überzeugen können, was ihr Herr Gemahl treibt; aber auch der Herr Gemahl wird ganz genau wissen, wie und ob seine Gattin nur an ihn denkt." Und: „In jener kommenden Zeit aber ... wird es keine Eifersucht mehr geben und daher auch keine Liebestragödien. Man wird die Radioaktivität der Seele und ihre Wechselwirkung aufeinander sehen und messen können. ... Man wird ... seine Liebe nicht verbergen. Vor niemandem schon aus dem Grunde nicht, weil man sie nicht wird verbergen können."

Man sieht: Daß so etwas wie Fernsehen und Handy kommen würde, ließ sich schon am Jahrhundertanfang ausdenken; und auch das Anschwellen der Informationsflut war damals bereits in vollem Gange. Ob allerdings das emotionale Sich-Verstehen zwischen den Menschen dadurch merklich zugenommen hat, daß die Briefkultur der alten Zeit durch Telefon und Handy ersetzt ist, mag man bezweifeln. Man kann sich per Telekommunikation auch systematisch mißverstehen und unglücklich machen. Zwar konnte man um 1900 gewisse Haupttrends der Kommunikationstechnik in groben Zügen erkennen; aber was diese für den Alltag

Abb.: Aus: A. Brehmer (Hg.): Die Welt in 100 Jahren, Berlin 1910 (l.u.); Deutsches Museum München (r.o.)

„Die Liebe der Zukunft beruht ... auf den radioaktiven Sympathiestrahlen der Seele und des Herzens."

künftiger Generationen bedeuten würden, vermochte man sich nicht vorzustellen.

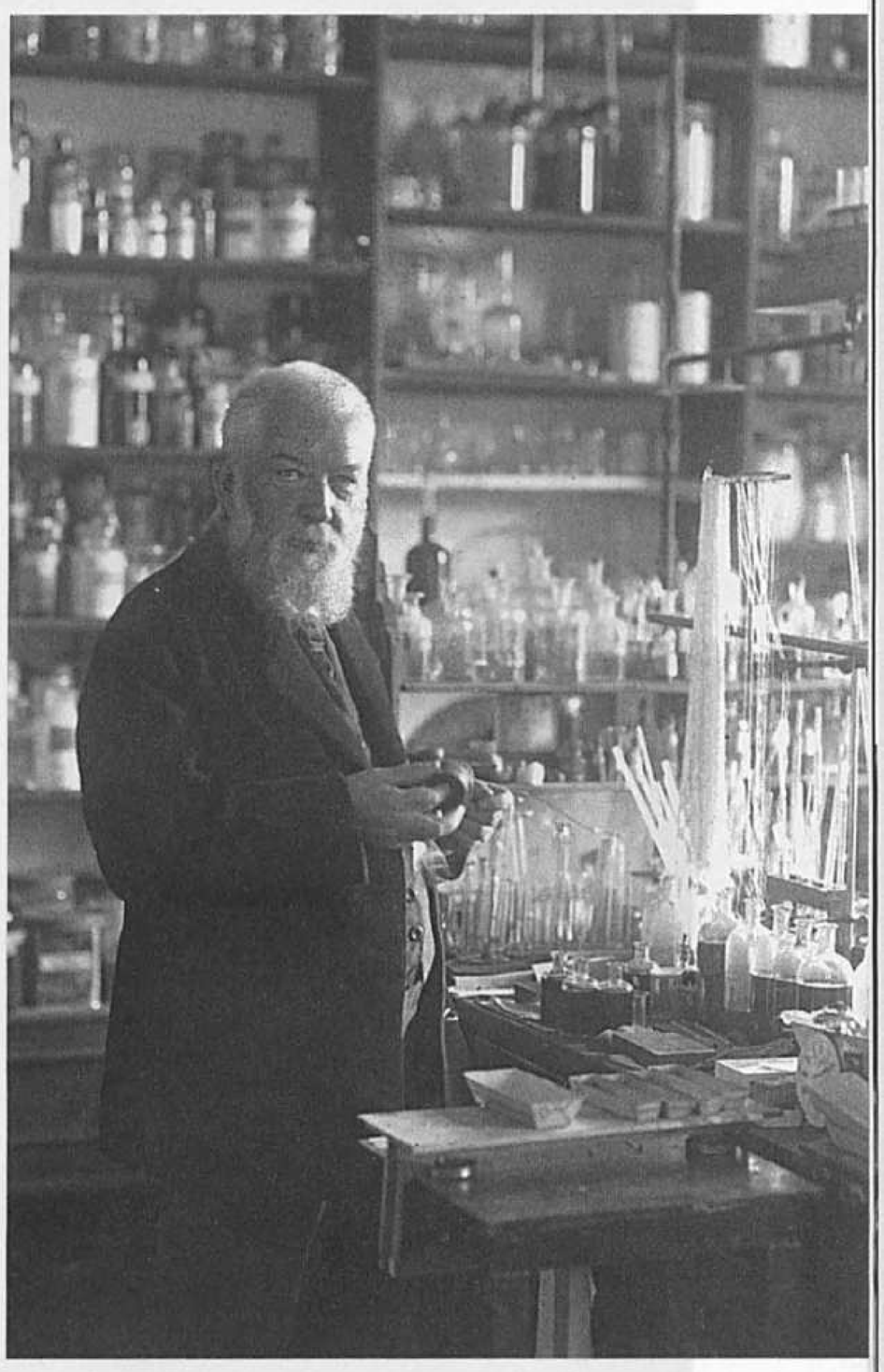
Eine Wurzel der Fehlprognosen liegt darin, daß in der Technik eben doch nicht alles möglich ist; jedenfalls nicht unter ökonomisch attraktiven Bedingungen. Und selbst das, was technisch und ökonomisch möglich wäre, wird längst nicht immer realisiert, da auch die technische Entwicklung ihre Trägheitsmomente besitzt, die mit dem wachsenden Systemcharakter der Technik eher noch zunehmen.

Ein anderer großer Überraschungsfaktor liegt in der Unvorhersehbarkeit dessen, wie neue Generationen, die mit neuen Techniken aufgewachsen sind, diese habitualisieren und aus ihnen neue Möglichkeiten herausholen. In dieser Hinsicht haben wir die größten Überraschungen des Jahrhunderts in allerneuester Zeit mit dem Bildschirm-PC und dem Internet erlebt.

Auch Horrorvisionen über die Technik der Zukunft schossen gerade seit der Jahrhundertwende ins Kraut. Daß der technische Fortschritt Waffen von nie dagewesener Zerstörungskraft hervorbringen werde, war schon damals nicht schwer vorherzusehen. Es war nur allzu klar, daß neue Verkehrs- und Kommunikationsmittel nicht nur für die Völkerverständigung, sondern auch für den Krieg zu gebrauchen waren. Schon Bertha von Suttner klagte darüber, daß die Flugpioniere sich den Militärs ebenso wie den Pazifisten anbiederten und nach Bedarf nicht nur die völkerverbindende Wirkung, sondern auch das Zerstörungspotential ihrer Flugmaschinen priesen.

Im übrigen gab es zu jener Zeit eine ganze Literaturflut voller Warnungen, daß die durch den technisch-industriellen Fortschritt bewirkte allgemeine Tempobeschleunigung und Reizüberflutung drauf und dran seien, das menschliche Nervensystem zu zerrütten.

Zu den Autoren der *Welt in hundert Jahren* gehörte Cesare Lombroso, der berühmteste italienische Psychiater seiner Zeit; und der klagte über den „höllischen Wirbel", „in den der Mensch jetzt durch das Hasten des Lebens gerissen wird, und der ihn arbeiten und arbeiten und immer arbeiten läßt, bis auch die stärkste Energie aufgebraucht

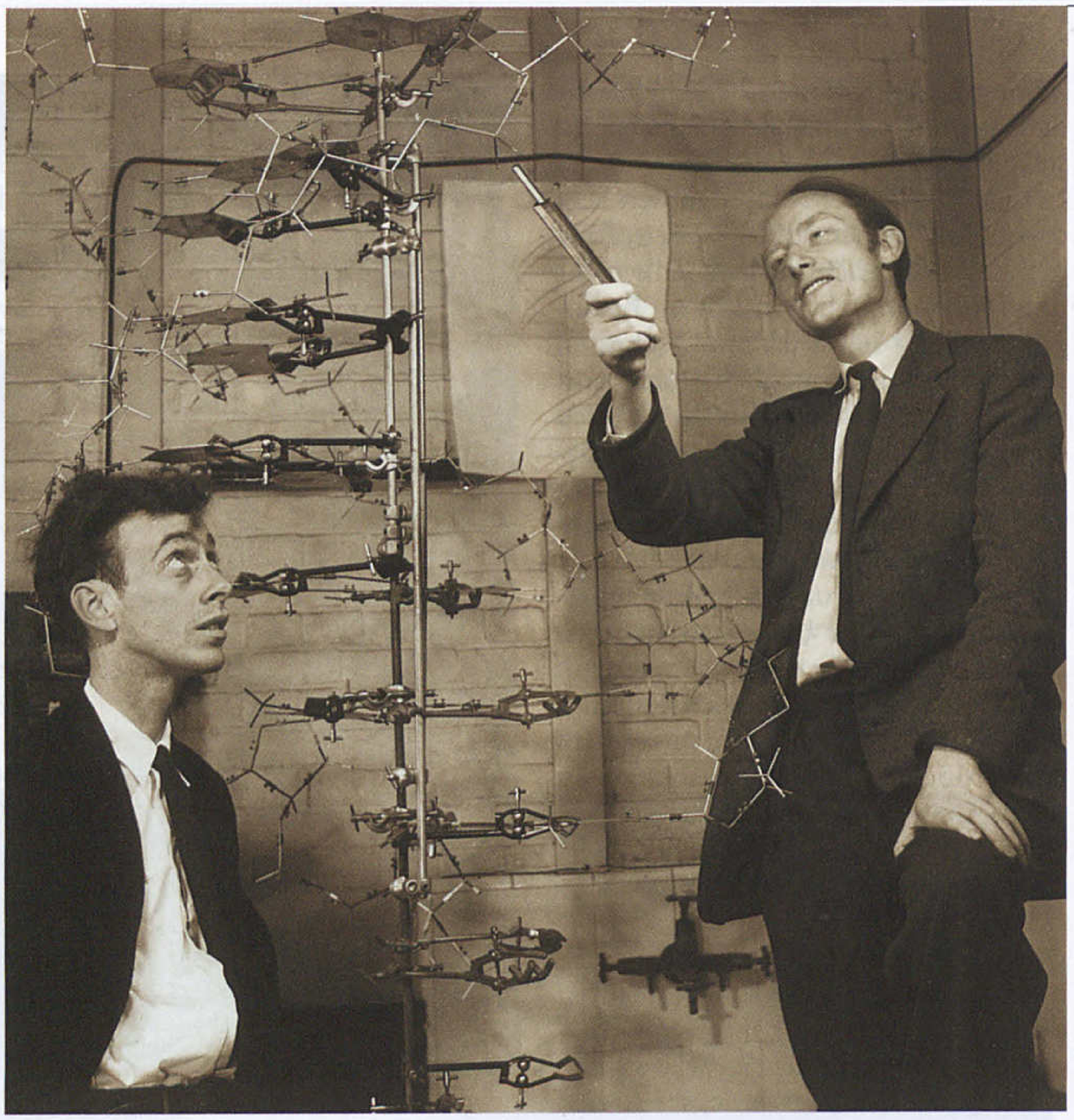


Wilhelm Ostwald, Chemie-Nobelpreisträger von 1909, war ein Visionär des technischen Fortschritts.

und die widerstandsfähigsten Kräfte gebrochen werden".

Wenn man der Nervositätslehre der Jahrzehnte um 1900 folgt, müßten wir als Konsequenz der gewaltigen Beschleunigungs- und Vernetzungsprozesse des 20. Jahrhunderts eigentlich längst allesamt verrückt oder zu nervlichen Wracks geworden sein. Zu unserem Glück ist das anscheinend nur teilweise passiert. Es gibt Gewöhnungsprozesse, die sich nur schwer vorhersehen lassen. Durch Veränderungen in der Lebensweise – Sport, „Entspannung", gesündere Ernährung – haben im Laufe des 20. Jahrhunderts viele Menschen vor allem in den fortgeschrittenen Industriestaaten Kompensationen für den modernen Streß gewonnen, die um 1900 erst im Ansatz da waren.

Zu willenlosen „Rädchen in der Maschine", so wie es einst oft prophezeit wurde, sind die Menschen auch heute nicht geworden; in mancher Hinsicht hat sie die Konsumkultur sogar sehr anspruchsvoll gemacht. Die technische



färbten Flüsse, die „Opferstrecken“ der Chemie, hierzulande längst nicht mehr kennt und ein Großteil der Umweltprobleme zur exklusiven Expertensache geworden ist.

Die historische Umweltforschung hat eindrucksvoll nachgewiesen, daß die Industrialisierung von Anfang an von einer Fülle von Klagen begleitet war. Um 1900 organisierte sich der Naturschutz, und der war keineswegs nur die Sache einiger vom Weltschmerz übermannter Außenseiter, sondern fand Sympathien vom Kaiser bis in die Reihen der Sozialdemokratie. Daß die Industrie die Natur bedroht, war eine gängige Vorstellung. Nur ließ sich diese Empfindung erst ansatzweise zum Politikum machen und in wirkungsvolle Aktionen und Akteurskoalitionen umsetzen.

Teilweise herrschte – siehe Ostwald! – die Zuversicht, der technische Fortschritt werde bei weiterem Voranschreiten die aus der ersten rohen Phase der Industrialisierung erwachsenen Umweltschäden beheben. Diese Vorstellung war nicht ganz falsch, war jedoch, wie das 20. Jahrhundert bewies, leider nur eine Teilwahrheit. Von einer ge-

Sternstunden der Wissenschaft und Technik: Francis Crick und C. James Watson stellen 1953 die Struktur der DNS-Moleküle vor (oben); Neil A. Armstrong betritt 1969 als erster Mensch den Mond.

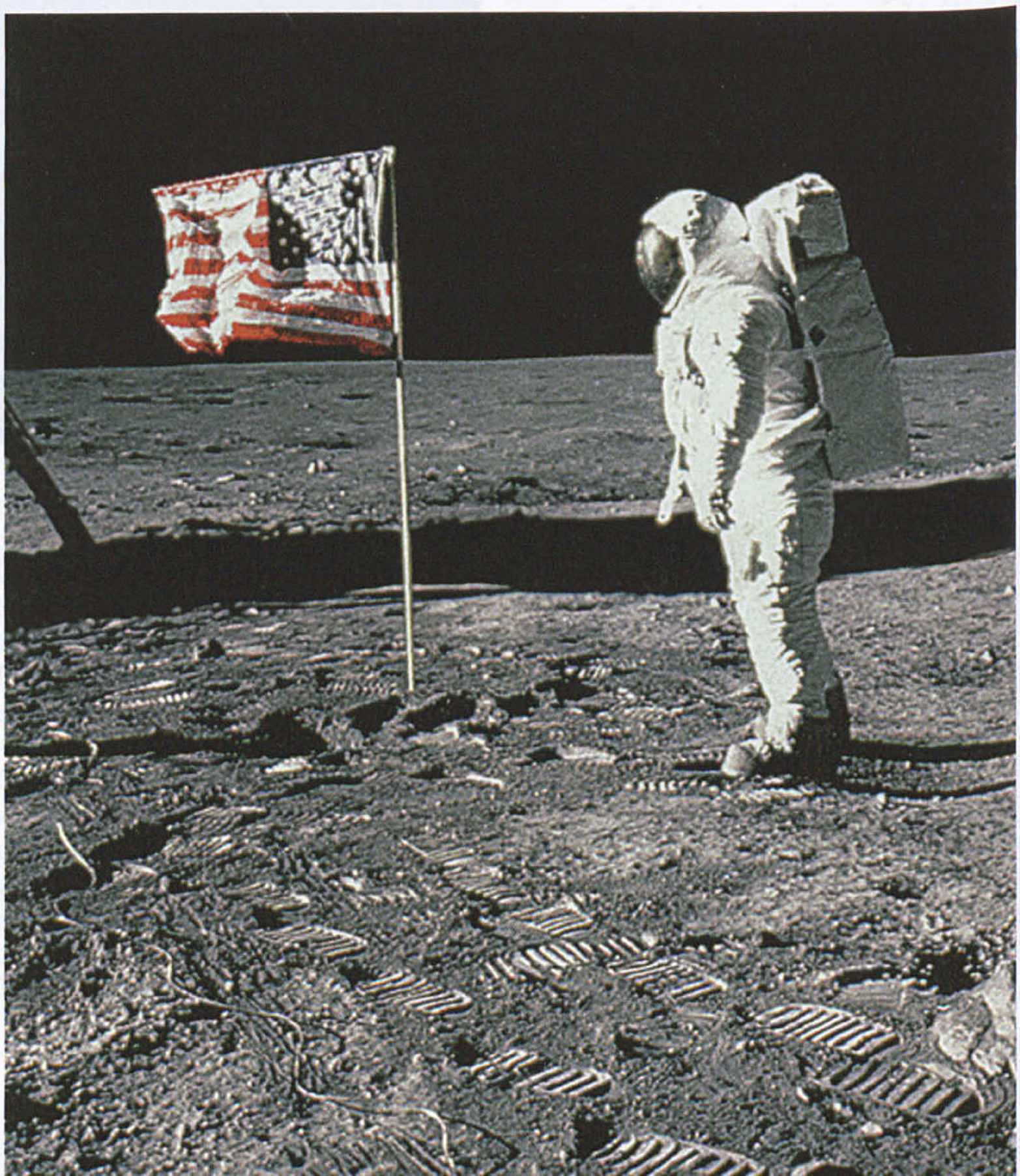
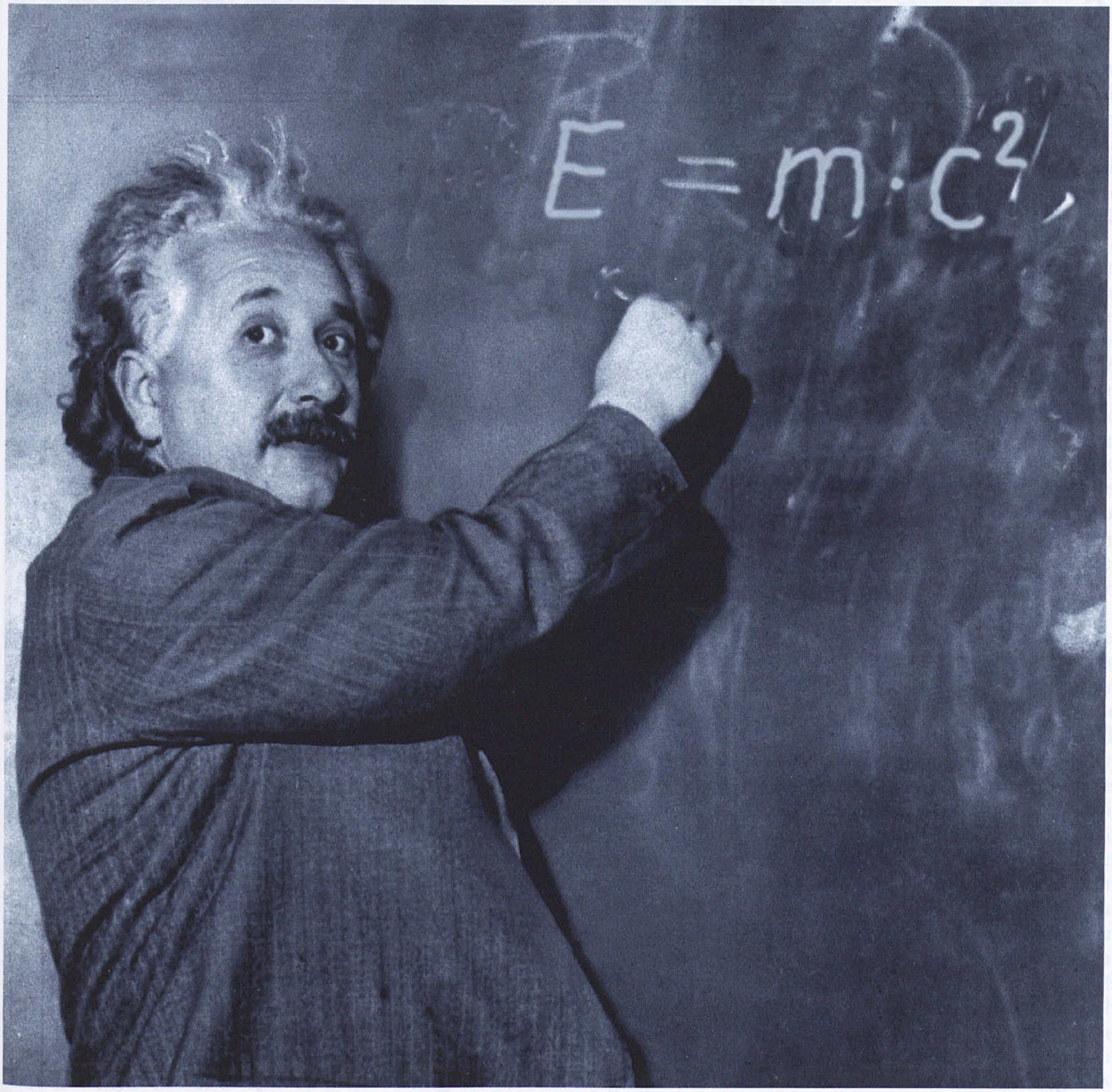


Abb.: © Antony Barrington Brown, UK (o.); NASA (u.)

Entwicklung ist letztlich eben doch kein Naturprozeß, der über die Menschen hinweggeht, sondern wird durch die Menschen selbst gemacht; und die Menschen sind als Kollektiv zwar nicht besonders weise, aber sie sind auch nicht allesamt Selbstmörder. Daher sind nicht nur die Wunsch- sondern auch die Angstträume der Jahrhundertwende nur zum Teil in Erfüllung gegangen.

Waren die Umweltprobleme die allergrößte Überraschung der Technikgeschichte des 20. Jahrhunderts? Das gilt nicht in dem Maße, wie man das seit den 1970er Jahren oft gemeint hat. Man muß sich daran erinnern, daß vor 100 Jahren die von der Industrie verursachte Umweltbelastung in Deutschland unvergleichlich viel sinnenhafter war als heute, wo man das Dröhnen der Dampfhämmer, den schwarzen Qualm der Fabrikschlote und die ver-



Sternstunde der Menschheit: Albert Einstein erkennt 1905 das Energieäqivalent E=m·c². (Fotomontage)

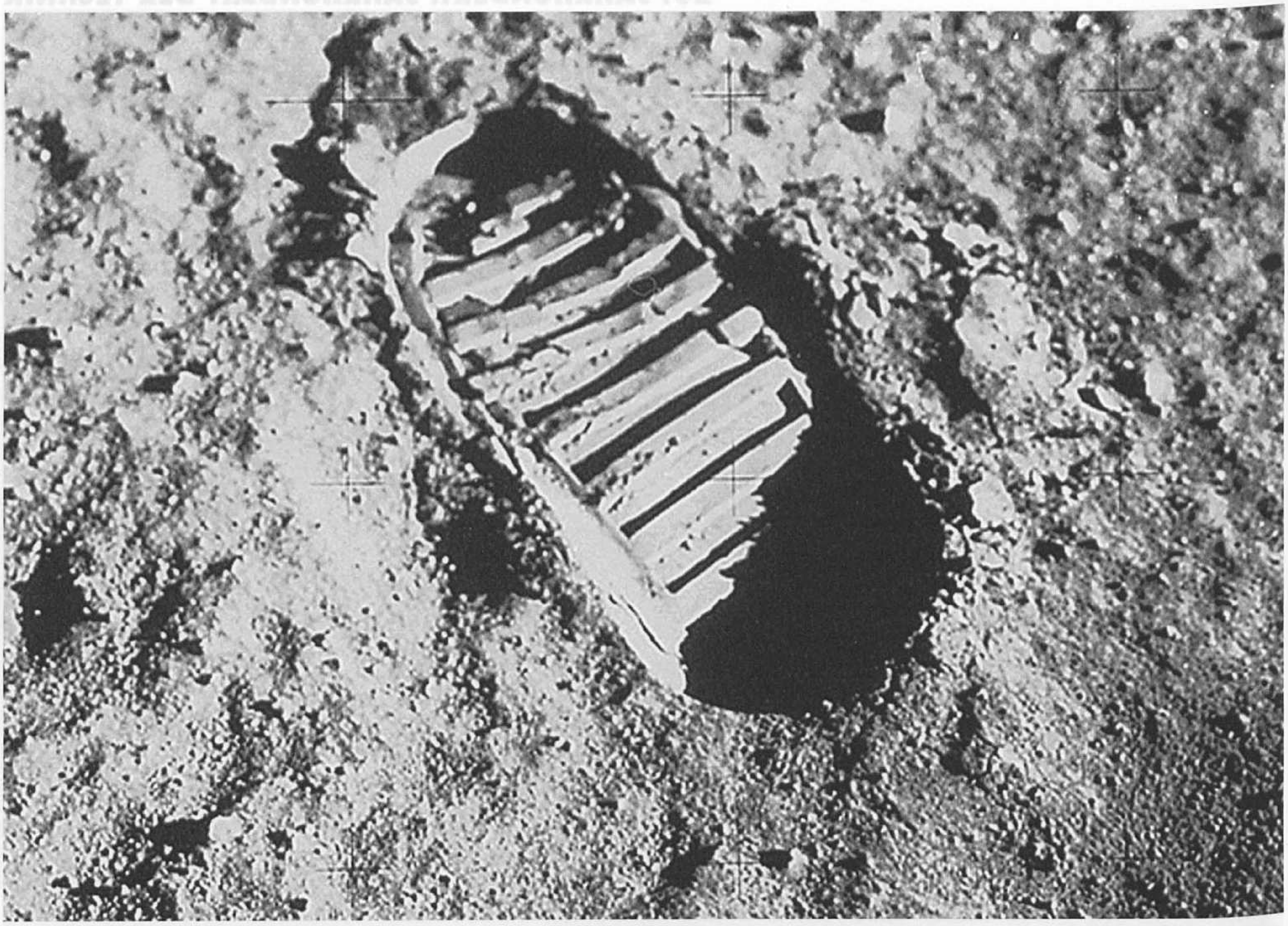
Abb.: AP/Süddeutscher Verlag – Bilderdienst

setzmäßigen Bewältigung unliebsamer Technikfolgen durch den technischen Fortschritt ist keine Rede.

August Bebel, der Gründervater der deutschen Sozialdemokratie, zitierte in seinem immer neu aufgelegten Bestseller *Die Frau und der Sozialismus* seitenlang und beifällig die „märchenhaften Aussichten", die der französische Chemiker-Politiker Berthelot „über die Bedeutung der Chemie in der Zukunft eröffnete". „Ums Jahr 2000 werde es keine Landwirtschaft und keine Bauern mehr geben, denn die Chemie werde die bisherige Bodenkulturexistenz aufgehoben haben" – für die Sozialdemokratie, die die Bauern meist als Gegner empfanden, eine rosige Aussicht. „Mit der Erdwärme würden sich zahlreiche chemische Probleme lösen lassen, darunter das höchste Problem der Chemie, die Herstellung der Nahrungsmittel auf chemischen Wege. ... Was die Pflanzen bisher taten, werde die Industrie tun, und vollkommener als die Natur."

Wie man heute sieht, enthielt die Prophezeiung eine Teilwahrheit: Eine Chemisierung der Landwirtschaft kam in der Tat. Nur hatte sie sehr unerfreuliche Nebenwirkungen. Und ohne Pflanzen kommt die Landwirtschaft noch immer nicht aus.

Schon damals übte Eduard Bernstein deutliche Kritik an Bebels Chemie-Futurismus. Bernstein gilt als Vordenker des Revisionismus in der Sozialdemokratie; aber seine Position wäre



noch besser als kritisch-ehrlicher Realismus gekennzeichnet. In der *Welt in hundert Jahren* bemerkte er, zwar klinge „wunderschön", was „unsere von der Technologie ausgehenden Zukunftsschilderer" uns „von dem Reichtum an Nahrungsmitteln erzählen, mit denen uns die Chemie einst beschenken werde. Aber der menschliche Körper ist keine Retorte, bei der es nur darauf ankommt, daß man ihr eine Anzahl chemischer Grundstoffe in einem gewissen Mengenverhältnis zuführt..."

Bernstein bezweifelt, ob es gelingen werde, die Landwirtschaft ohne Schaden gänzlich zu technisieren, und spottet über „unsere technologischen Zukunftskünder"; diese vermieden es geflissentlich, über den „Kostenpunkt" zu reden. „Wir treiben heute Raubbau an den Schätzen der Erde. ... All das zeigt an, daß wir keinem Schlaraffenland entgegengehen."

Zu den eher nüchtern-abwiegelnden Prognostikern der Jahrhundertwende gehörte der Ingenieur Wilhelm Berdrow, der spätere Haushistoriker der Firma *Krupp*. Er schrieb zu Jahrhundertbeginn in der Zeitschrift *Die Gegenwart*, man möge von dem neuen Jahrhundert nicht zu große Überraschungen erwarten: Da das Neue in der Technik gewöhnlich die Frucht langer Entwicklungen sei, seien „ungeahnte" Erfindungen „recht selten". Unter den Neuerungen „größten Stils" gäbe es sie „fast gar nicht". Auch das 20. Jahrhundert werde wohl, ebenso wie das 19., im „Zeichen des Dampfes" stehen. Eine kapitale Fehleinschätzung?

Aber selbst in der Kernenergie setzten sich in der Vielzahl möglicher Reaktortypen am Ende die Leichtwasserreaktoren durch, bei denen sich die Energieumwandlung in der Tradition der alten Wasserdampftechnologie hielt.

Eines der überraschenden Elemente der Technikgeschichte des 20. Jahrhunderts besteht nicht nur in der langen Reihe der Innovationen, sondern auch in der Macht des Trägheitsgesetzes. Gerade die großen technischen Systeme der Energiewirtschaft entwickelten ein enormes Trägheitsmoment. Weltweit betrachtet, *begann* das 20. Jahrhundert nicht nur, sondern *endete* auch im wesentlichen als ein Zeitalter der fossilen Ressourcen.

„Ein kleiner Schritt für mich – ein großer Schritt für die Menschheit." Die Fußspuren der Astronauten auf dem Mond: Schritte in die Zukunft?

Spektakuläre Technik-Durchbrüche erwiesen sich wiederholt als irreführend. Der „Sputnik-Schock" von 1957 erweckte ein maßlos übertriebenes Bild vom Technikniveau der Sowjetunion; erst nach Jahrzehnten begriff die Welt in vollem Ausmaß, wie nichtssagend die Weltraumerfolge für den sowjetischen Stand der Technik waren.

Auch die amerikanische Mondlandung vom 20. Juli 1969 gehört aus der Rückschau zu den größten Pseudoereignissen des Jahrhunderts. Anders als vormals erwartet, war sie kein Auftakt zur Eroberung des Weltraums, sondern die Leere des Alls lenkte den Blick zurück auf die Erde. Da wirkte die Atmosphäre hauchdünn; und mehr denn je bekam man eine Anschauung von der Zerbrechlichkeit der Biosphäre. Das war vielleicht die größte und über-

Abb.: NASA

raschendste Paradoxie des technischen Fortschritts im 20. Jahrhundert!

Von noch größerer Tragweite, wenn auch heute im allgemeinen Bewußtsein weniger geläufig, war eine andere Überraschung. Um 1900 glaubte der liberale Politiker Friedrich Naumann, die Sonderstellung des Westens in der Technik werde sich nicht lange halten: „Unseren technischen Hokuspokus" könnten „sich selbst Hottentotten aneignen". Heute ist die Zeit schon fast vergessen, da „Entwicklungsländer" kein Euphemismus für „unterentwickelte Länder" war, sondern solche Länder meinte, die wirklich in einer dynamischen Aufwärtsentwicklung begriffen seien, und als man mit „Dritter Welt" messianische Hoffnungen auf eine Überwindung des atomaren Wettlaufs zwischen Erster und Zweiter Welt verband.

Es wurde eine der großen negativen Überraschungen des 20. Jahrhunderts, daß der „Technologietransfer" – die neue Version des technischen Fortschritts – in vielen Weltregionen weit schlechter funktionierte, als man gedacht hatte. Zwar konnte man Produkte exportieren, aber Produktionsweisen weit schlechter erfolgreich transferieren. Es war eben eine optische Täuschung, daß die Technik in der Essenz aus Dingen mitsamt dem bloßen Know-how besteht; in Wirklichkeit ist sie eng mit bestimmten Kulturen, Mentalitäten und Umwelten verbunden.

Im Gegensatz zu dem, was man erwartet hatte und immer noch erhofft, hat die globale Verflechtung die internationalen Disparitäten gewaltig erhöht. Der amerikanische Historiker David Landes schätzt, daß das Verhältnis zwischen reichsten und ärmsten Ländern in vorindustrieller Zeit höchstens 5:1 betragen habe; heute dagegen habe sich die Disparität auf nahezu das Hundertfache verschärft! Der Faktor Technik hat zu dieser Kluft ohne Zweifel entscheidend beigetragen. Ungeachtet dessen wird die „Globalisierung" mehr denn je wie eine neue Heilslehre verkündet.

Welche Folgerungen lassen sich aus den geschilderten Technik-Erfahrungen ziehen? Aus dem überraschenden Element in der Technikgeschichte ergibt sich die Konsequenz, daß man von staatlicher Technologiepolitik nicht allzuviel erwarten darf, ja diese für den Erfolg eines Landes in der Technik geradezu schädlich sein kann. Denn staatliche Bürokratien sind in aller Regel träge; und eine auf lange Sicht angelegte Technologieförderungspolitik setzt eine Vorhersehbarkeit der Technikentwicklung voraus, die nach historischer Erfahrung vielfach nicht besteht. Von daher gibt es starke Argumente dafür, die technischen Innovationen der Privatwirtschaft und dem Markt zu überlassen und die Staatstätigkeit auf die Kontrolle der Sozial- und Umweltverträglichkeit zu beschränken: eine Aufgabe, für die der Staatsapparat weit eher disponiert ist.

VOM REALPOLITISCHEN UMGANG MIT DER TECHNIK AM ENDE DES JAHRHUNDERTS

Heißt das, daß zum Beispiel auch der allmähliche Übergang zur Solartechnik am besten privater Initiative überlassen sein sollte? Von einer Erschöpfung der fossilen Energieressourcen geht jedoch – soweit heute zu überblicken – in absehbarer Zeit kein starker unternehmerischer Handlungsdruck aus. Außerdem sind in der Energiewirtschaft dank staatlicher Hilfe großtechnische Systeme mit einem kolossalen Beharrungsvermögen entstanden, deren Macht ohne Hilfe des Staates schwerlich gebrochen werden kann. Bislang erscheint es sehr voreilig, aus dem – ohnehin staatlich subventionierten – Engagement einzelner Ölkonzerne in der Solartechnik eine große Energiewende aus privater Initiative abzuleiten.

Eben dies ist das Dilemma: Die „ökologische Wende" braucht den Staat, obwohl die Vergangenheit zu großen Hoffnungen auf den Staat nicht viel Anlaß gibt!

Seit geraumer Zeit ist auch in der Technikgeschichte und -soziologie die Diskursanalyse im Vordringen. In der Tat gibt es da einiges zu entdecken. Technikentwicklung hat sich wesentlich über Diskurse, nicht nur über das pure Experiment vollzogen. Aber man sollte diesen neuen Trend nicht in der Weise überziehen, daß man die gesamte Technikgeschichte zur Diskursgeschichte macht und die Technik gleichsam entmaterialisiert und in Worte auflöst. Das hieße, die Tücke des Objekts und das ungeplante Element vieler Technikentwicklungen zu verkennen.

Man vergesse nicht: Eben dies war der springende Punkt in dem dramatischen Auf und Ab der Kernenergie, daß die real existierende Kerntechnik am Ende gerade nicht jenem gesellschaftlichen Konstrukt vom „friedlichen Atom" entsprach, das der Publizistik der 50er Jahre entsprungen war!

„Ein guter Unternehmer ist kein Technik-Fan": Diese Quintessenz zieht selbst Akos Paulinyi, ein Altmeister der Technikhistorie, aus der Erfahrung der Geschichte. Ein erfolgreicher Unternehmer denkt vielmehr vom Markt, vom Bedarf, von vorhandenen und noch zu weckenden Bedürfnissen her. Das sogenannte bundesdeutsche Wirtschaftswunder hatte überraschend wenig mit technischen „Basisinnovationen" zu tun, sondern weit mehr mit einer Masse kleinerer und trivialer Neuerungen, die vom Marketing inspiriert waren.

Nichts berechtigt zu der Annahme, daß die technische Innovation *per se* der Schlüssel zum wirtschaftlichen Erfolg sei, auch wenn eine umfangreiche Populärliteratur eben diesen Eindruck erweckt. Am üppigsten konnte der Mythos der großen Innovation stets bei staatlich geförderten Projekten gedeihen, wo man es mit der Rentabilität nicht genau zu nehmen braucht. Aber gerade die Verkehrsinfrastruktur zeigt, daß hier der staatlichen Planung nicht immer der beste Erfolg beschieden war.

Daß man sich auf Bahnfahrten freuen und sich darauf verlassen kann, daß 15.45 Uhr auf dem Fahrplan wirklich 15.45 Uhr bedeutet: Das wäre heute eine der größten aller Verkehrs-Innovationen. Und daß dem so ist, ist – gemessen an den Erwartungen um 1900 – eine der paradox-erstaunlichsten Überraschungen der Jahrtausendwende. □

DER AUTOR

Joachim Radkau, geboren 1943, Dr. phil., ist Professor für Neuere Geschichte mit besonderer Berücksichtigung der Technikgeschichte an der Universität Bielefeld. Radkau ist Autor einer Reihe von Büchern, zuletzt *Natur und Macht. Eine Weltgeschichte der Umwelt*, München 2000.

Theorien, die die Welt bewegen

Wie die Physik zur „Jahrhundertwissenschaft“ wurde

VON MICHAEL ECKERT

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde die atomare Struktur der Materie entschlüsselt, in der zweiten die in Biomolekülen und Genstrukturen verborgene „Sprache“ des Lebens. Während die Mikrobiologie als eine der Leitwissenschaften des 21. Jahrhunderts gilt, wurde das 20. Jahrhundert in hohem Maße durch den Erkenntnisfortschritt in der Physik geprägt. Er erschloß nicht nur neue technische Möglichkeiten, sondern er führte zu einer neuen Sicht des Universums und revolutionierte überkommene Weltbilder.

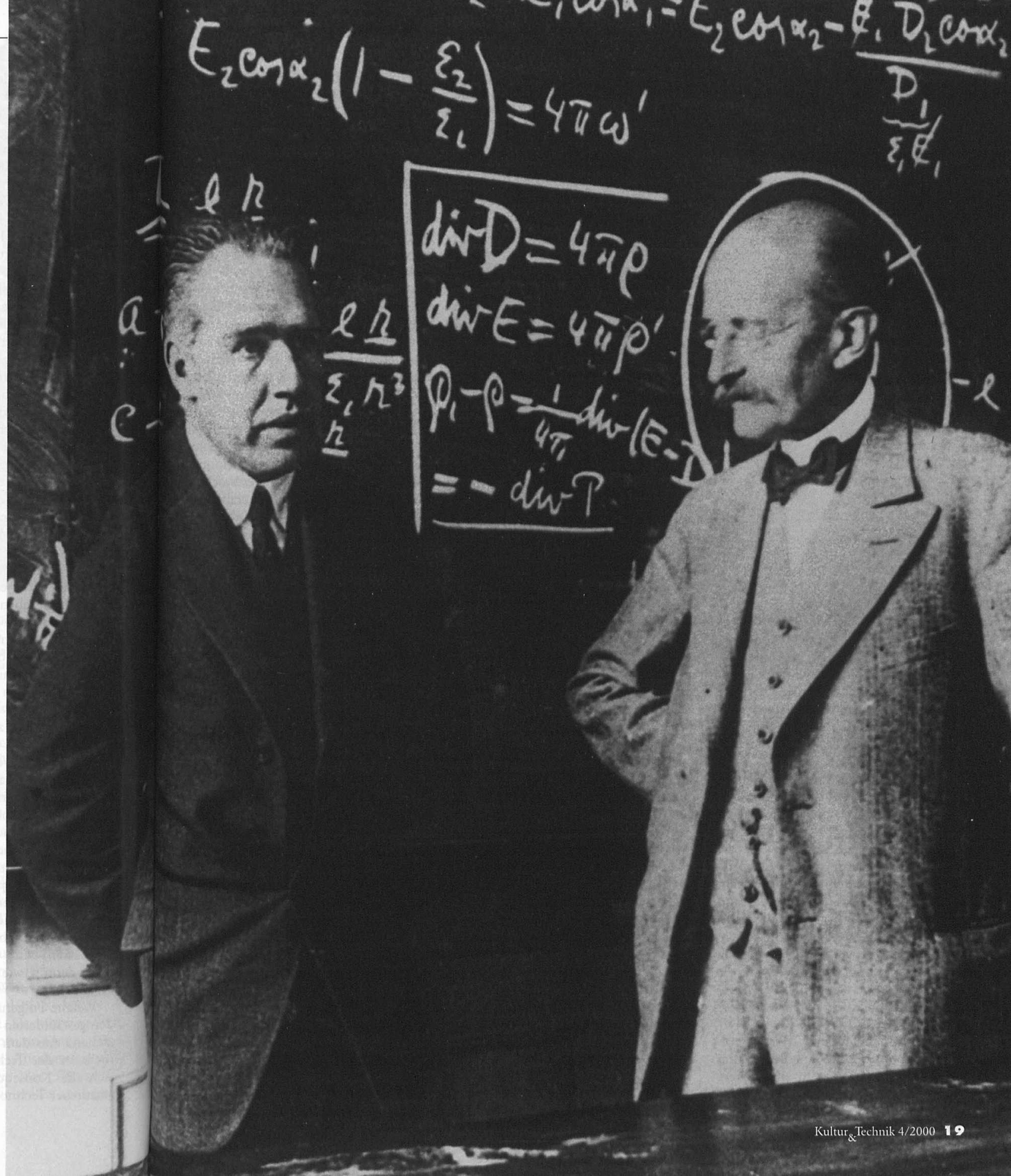
Am 5. März 1958 präsentierte *Die Welt* ihren Lesern auf der Titelseite eine Formel aus fremdartigen Symbolen – ohne den Versuch einer Erklärung, aber mit dem Zitat aus Goethes *Faust*: „Daß ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält“. Das Zitat bezog sich auf Werner Heisenberg, den Schöpfer dieser „Weltformel“. Sie sei „möglicherweise von bestimmendem Einfluß auf unser Weltbild und vielleicht auch auf unser Weltschicksal“, kommentierte der Chefredakteur. Noch sei nicht abzusehen, was daraus an Neuem entstehe: „Hoffentlich übt es dann nicht grimmige Gewalt, wie es immer zu geschehen pflegt, wenn es in unreine Hände fällt.“

Darin findet sich prägnant zusammengefaßt, was die Öffentlichkeit den Physikern im 20. Jahrhundert, insbesondere den Theoretikern, zutraute: Welterklärung und Weltveränderung. Die Unverständlichkeit einer Theorie tat dem öffentlichen Aufsehen keinen Abbruch: Entsprang sie doch dem Gehirn eines Nobelpreis-gekürten theoretischen Physikers!

Die Atombombe hatte die wahrhaft apokalyptische Dimension physikalischer Theorien gezeigt. Welche andere Wissenschaft konnte Weltbilder stiften und mit Kräften von unvorstellbarer Gewalt aufwarten, die sowohl Träume von nie versiegender Energie als auch Weltuntergangsvisionen heraufbeschworen? Nicht von ungefähr wurde ein Buch über „Werner Heisenberg und die Physik seiner Zeit“ mit dem Titel *Die Jahrhundertwissenschaft* versehen.

Man kann die Weltbild-stiftende Tradition der Physik bis zu den Vorsokratikern zurückverfolgen. Die Ideen dieser Wissenschaft gaben immer wieder Anlaß zu Umbrüchen im abendländischen Denken. Mit der „Kopernikanischen Wende“ am Beginn der Neuzeit verlor die Erde ihren Vorzugsplatz als Mitte der Welt. Der „Newtonianismus“ erkor die Prinzipien der Mechanik zum universellen Bauplan des Kosmos. Der Laplacesche Determinismus am Beginn des 19. Jahrhunderts zimmerte daraus ein stabiles Weltsystem, das freilich schon ein paar Jahrzehnte später von einer neuen physikalischen Erkenntnis erschüttert wurde: Nach einem theoretischen Prinzip der Wärmelehre wurde eine unaufhaltsame Tendenz fortschreitenden Verfalls prognostiziert – der „Wärmetod“ des Universums.

Heute wird unser Denken von der Urknall-Vorstellung und einem wohl nie endenden, immer weiter expandierenden Kosmos beherrscht, in dem Chaos und Selbstorganisation für ein



Zwei prominente Vertreter des physikalischen Weltbilds: Max Plank (rechts) bei Niels Bohr in Kopenhagen, 1930.

Abb.: Mit freundlicher Genehmigung des Niels-Bohr-Institus Kopenhagen/Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft Berlin

atzkrise in Amerika: **Der Autokrieg von Detroit** (Seite

DIE WELT

UNABHÄNGIGE TAGESZEITUNG FÜR DEUTSCHLAND

Ausgabe H* Hamburg, Mittwoch, 5. März 1958

der Besorgnis
n Pressedien-
ndesregierung
remse auftre-
n drängen auf
n, der Westen
ann er die ge-
iche Vorberei-
ffen ersticken
ild leiten ließe,
renz stattfinde,
r die westliche

ngen der Gen-
res 1955 lassen
r Ansicht die
Begegnungen
, nicht zu. Ein
enz wäre, wie
s in Frage ge-
republik durch
-Abschußbasen
r durch Aus-
r mit atoma-
chaffen würde.

lehnt ab

4. März (UP)
at in Paris hat
n sowjetischen
ereitung einer
und sie einem
g folgend ab-

nmuniqué zu-
amerikanische
lurgess den Rat
norandum vom
lung aus Krei-

Heisenberg erläutert seine Formel

Vortrag des Nobelpreisträgers am 25. April in Berlin

Von unserem Korrespondenten
e. Göttingen, 4. März

Der Göttinger Nobelpreisträger Professor Heisenberg wird seine neue mathematisch formulierte Theorie zur Erklärung des modernen physikalischen Weltbildes am 25. April in Berlin ausführlich und allgemein verständlich erläutern.

Die von Heisenberg aufgestellte Formel lautet:

$$\gamma_\nu \, d/dx_\nu \, \psi + \ell^2 \gamma_\mu \gamma_5 \psi \, (\bar{\psi} \gamma_\mu \gamma_5 \psi) = 0$$

Zunächst war Heisenberg von einer anderen Formel ausgegangen, die folgendermaßen lautete:

$$\gamma_\nu \, d/dx_\nu \, \psi + \ell^2 \psi (\bar{\psi} \psi) = 0$$

Professor Heisenberg hält seinen Vortrag aus Anlaß der mehrtägigen Feiern zum hundertsten Geburtstag von Max Planck, die von der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, dem Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften in der Bundesrepublik und der Physikalischen Gesellschaft der Zone gemeinsam veranstaltet werden.

Der zweite Teil der Formel — die beiden deutschen d, das x und das Gamma — bedeutet, daß die Gleichung partitiell differenziert wird.

Die endgültige Formel Heisenbergs wird als allgemeine Feldgleichung bezeichnet, die Einstein vergeblich zu finden suchte. Durch die Gleichung soll der Zusammenhang aller physikalischen Felder — elektrisches, magnetisches und Gravitationsfeld — bewiesen werden. Heisenberg sagte, daß die ganze Physik durch drei universelle Konstanten beschreibbar sei: c = die Lichtgeschwindigkeit, $\hbar$ = das Planck-sche Wirkungsquantum und l ≃ von 10^{-13}, eine Größe, die der Göttinger Nobelpreisträger selbst einführte.

Bestätigt sich die Formel, so ist der Zusammenhang der einzelnen physikalischen Gebiete gegeben, da damit Gravitation, Elementarteilchen und Kräfte geklärt werden können.

Heisenberg begann seine Arbeit vor fünf Jahren unter Mitarbeit von mehreren in- und ausländischen Wissenschaftlern, darunter Professor Pauli (Zürich) und Dr. Schieder vom Max-Planck-Institut für Physik in Göttingen.

Verantwo
Gerichtss

Das Urt
der Italie
schen Gl
zwiespälti
Als Bürg
Denken v
mit dem
Beweis r
in ihrem
Katholike
urteilung
tiefer Be
wurde die
einen Spr
schen R
druck geb
lich-demo
denten Z
er sicher
dent kan
daß die
nimmt."
geblieben
Prozeß g
wahrsche
zustehend
licher un
untadelig
fall in de
zugewies
anders. I
Urteilsve
sich die

Werner Heisenbergs „Weltformel" im März 1958 auf der Titelseite der *WELT*.

DEN TEILCHEN AUF DER SPUR: DIE QUANTENTHEORIE

Während außerhalb der noch kleinen Welt der Physik wilde Spekulationen gediehen, wurden die Röntgenstrahlen für die Physiker selbst zum Anlaß für ein immer weitergehendes Eindringen in das Innerste der Materie. „Es ist eigentlich eine Schmach, daß man 10 Jahre nach der Röntgenschen Entdeckung immer noch nicht weiß, was in den Röntgenstr.[ahlen] eigentl. los ist", schrieb Arnold Sommerfeld an Willy Wien im Mai 1905. An den Röntgenstrahlen entzündeten sich heftige Debatten über den Welle-Teilchen-Dualismus: Handelte es sich um eine kurzwellige elektromagnetische Strahlung oder um winzige Materiebrocken?

Einstein führte 1910 in einem Brief an Sommerfeld am Beispiel des Photoeffekts das Dilemma vor. Wie konnte ein Elektron durch Röntgenbeschuß aus einem Metall gerade so herauskatapultiert werden, „daß es seine Reise durch den Raum mit der seiner Röntgengeburt zukommenden Vehemenz ausführen kann?" Dies sprach deutlich für eine Teilchennatur. Aber 1912 wurde im Sommerfeldschen Institut an der Universität München ein Experiment durchgeführt, das nur im Rahmen der Wellentheorie zu erklären war: die Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen.

Wieder ein Jahrzehnt später konnte der amerikanische Physiker Arthur H.

ständiges Vergehen und Neuentstehen sorgen.

Dieser „Weltbild-Tradition" der Physik trat im 20. Jahrhundert eine neue Tradition an die Seite, wir könnten sie die „Macht-Tradition" nennen. Darin soll zum Ausdruck kommen, daß die Geistesschöpfungen der Physiker nicht auf das Denken beschränkt blieben. Die Atombombe ist dafür nur das spektakulärste Beispiel.

Auch diese Tradition reicht in ihren Wurzeln vor das 20. Jahrhundert zurück. Man denke an die elektromagnetischen Wellen, die buchstäblich Kontinente überbrücken konnten und die neue Technologie der drahtlosen Telegraphie begründeten. Welche Macht darin lag, wurde durch das Radar im Zweiten Weltkrieg offenkundig. Mit der Atombombe sei dieser Krieg beendet worden, aber mit dem Radar habe man ihn gewonnen, so pflegten die Physiker des amerikanischen Radarprojekts nach dem Krieg auf ihre Leistungen zu verweisen.

Was mit dem Zweiten Weltkrieg offenkundig wurde, war am Beginn des Jahrhunderts noch nicht abzusehen. Gleichwohl müssen wir hier nach den entscheidenden Wurzeln suchen, auch was die publizistische und propagandistische Außenwirkung physikalischer Entdeckungen angeht – im Zeitalter der Massenmedien eine weitere nicht zu unterschätzende Tradition physikalisch-gesellschaftlicher Wechselwirkung.

Der erste Fall, an dem dieses Dreigestirn von „Weltbild-", „Macht-" und „Propaganda-Tradition" in Erscheinung trat, war die Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahr 1895. Ein fleißiger Chronist registrierte allein im Jahr nach der Entdeckung 49 Bücher und Broschüren sowie 995 Zeitschriftenartikel über Röntgenstrahlen. Über die „alles durchdringenden Strahlen" wurden Allmachtsphantasien in die Welt gesetzt, die „Entdeckung des neuen Lichts" wurde in engsten Zusammenhang gebracht „mit der Entdeckung des Steins der Weisen, mit der Berechtigung oder Nichtberechtigung der Vivisektion, mit Temperenz- und Prohibitionsbewegung, mit Spiritismus, Seelenphotographie, Wahrsagerei, Telepathie usw." (Glasser).

Abb.: Deutsches Museum München

Der Elementarteilchen-Physiker Werner Karl Heisenberg (1901-1976).

Compton zeigen, daß Röntgenstrahlen an Elektronen wie Teilchen gestreut werden (Compton-Effekt). „Spurt light explained by Munich physicist", überschrieb die *Washington Times* einen Artikel über einen Vortrag Sommerfelds 1923 am National Bureau of Standards, bei dem er diesen Effekt als Quantenphänomen interpretierte (*spurt* = Strahl).

In den drei Jahrzehnten nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen war über das Innerste der Materie ein Rätsel auf das andere getürmt worden, die Physiker gewöhnten sich an ein Denken in Analogien und Modellen – und die Presse an ungewöhnliche Neuigkeiten aus diesem Fach.

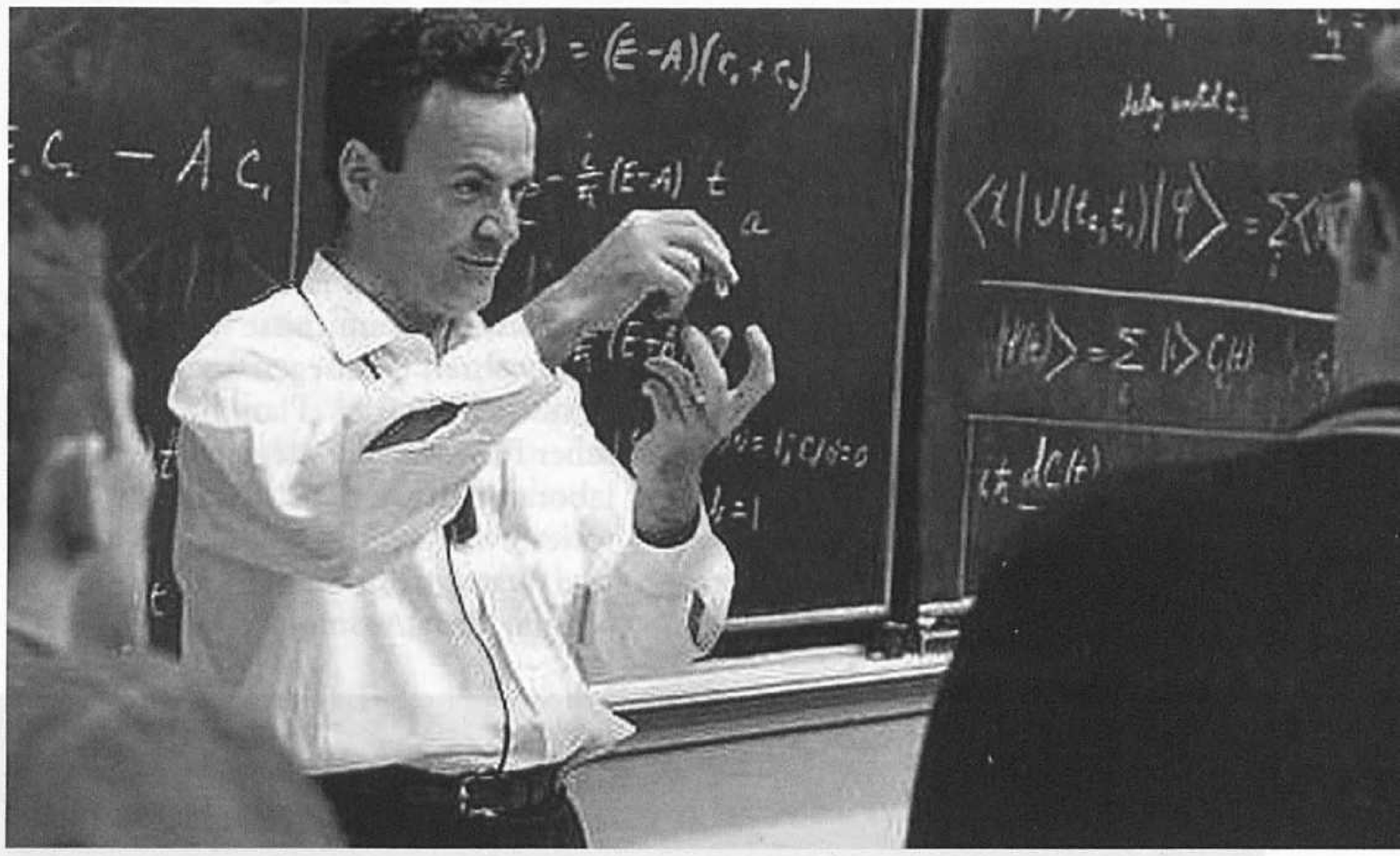
1925 wurde mit einer neuen Theorie, der Quantenmechanik, ein radikaler Bruch mit überkommenen Vorstellungen vollzogen. Die Mikrowelt widersprach den anschaulichen Denkgewohnheiten. Im Bereich der Atome und Elektronen herrschten gänzlich andere Prinzipien als in der uns vertrauten Makrowelt. Die Physiker stießen an die Grenzen der Kausalität, Begriffe wie Individualität verloren ihren Sinn, wenn es um die einzelnen Bestandteile der Atome ging.

Mit der „Kopenhagener Deutung" der Quantenmechanik – im Kopenhagener Institut von Niels Bohr hatten viele Quantenpioniere ihre Karriere begonnen – bestätigte die Physik einmal mehr ihre Weltbild-stiftende Kraft. Nicht alle konnten oder wollten diesen Wandel zu einem neuen Weltbild nachvollziehen, aber der Erfolg gab den Neuerern in der Physik recht. Auf der Quantenmechanik ließen sich ganze Teilgebiete wie die Festkörperphysik begründen. Die „Macht" der neuen Theorie kam in immer neuen atomphysikalischen Experimenten und bald auch in technischen Produkten zum Ausdruck. Industriefirmen wie die *Bell Laboratories* in den USA stellten Quantentheoretiker ein.

Die Atompioniere sorgten selbst dafür, daß die neuen Erkenntnisse auch außerhalb ihres Kreises zur Kenntnis genommen wurden. Bohr, Sommerfeld, Heisenberg, Dirac und andere Theoretiker wurden zu Reisenden in Sachen Atomphysik. Sommerfelds Vortrag 1923 im Bureau of Standards in Washington war nur der Auftakt zu einer regen internationalen Aktivität. 1928 nutzte er Einladungen nach Indien, China, Japan und in die USA zu einer Reise um die Welt. Die Presse begleitete seine Auftritte mit langen Zeitungsartikeln.

RAUM-ZEIT UND ENERGIE: DIE RELATIVITÄTSTHEORIE

Der größte Presserummel wurde jedoch nicht um die Quanten- sondern um die Relativitätstheorie entfacht. Auch die Relativitätstheorie ging einher mit Weltbild- und Machtassoziationen: Raum und Zeit verloren die Bedeutung absoluter und unveränderlicher Größen; die Formel $E = m \cdot c^2$ verhieß die Möglichkeit ungeheurer Energiefreisetzung. Doch für die breite Öffentlichkeit stand die charismatische Persönlichkeit Einsteins im Mittelpunkt. Um ihn entstand ein Kult, der bis heute anhält.



Der Physik-Nobelpreisträger Richard Phillips Feynman (1818-1988) entwickelte eine in sich geschlossene relativistische Quantentheorie.

Zeitpunkt und Begleiterscheinungen des Aufsehens um Einstein lassen darauf schließen, daß außerwissenschaftliche Faktoren dabei den Ausschlag gaben: Als kurz nach dem Ersten Weltkrieg Einsteins Voraussagen über die Lichtablenkung an der Sonne von britischen Wissenschaftlern bestätigt und gefeiert wurden, kam es in Deutschland zu einer von Antisemitismus und Nationalismus motivierten Anti-Einstein-Kampagne. Einsteins internationalistische Grundhaltung und sein Eintreten für das Judentum machten ihn zum Feindbild rechtsgerichteter Kreise. Mit um so größerer Begeisterung feierte man Einstein im Ausland. Als Einstein vom Nationalsozialismus aus Deutschland vertrieben wurde und er in Princeton in den USA ein Wissenschaftlerleben abseits vom immer hektischeren Physikbetrieb führte, wurde er in den Augen der Öffentlichkeit immer stärker der „Weltweise" (so der Untertitel einer Einstein-Biographie).

Schon in den 1930er Jahren begann sich abzuzeichnen, daß die USA zur tonangebenden Macht in der Physik werden würden. Besonders aktiv waren die amerikanischen Physiker auf dem neuen Forschungsgebiet der Kernphysik. Teamarbeit und ein wesentlich engerer Kontakt von Experimentatoren und Theoretikern seien die charakteristischen Wesensmerkmale amerikanischer Physik, schrieb 1936 der aus Deutschland vertriebene Hans Bethe an Sommerfeld. Was gerade besonders interessiere, sei „natürlich Kernphysik. Mit dem Resultat, daß 90 Prozent aller Arbeiten in diesem Gebiet in Amerika gemacht sind".

Es erscheint fast verwunderlich, daß eine der folgenreichsten Entdeckungen auf diesem Gebiet, die Kernspaltung,

Abb.: © California Institute of Technology, Pasadena

in Deutschland gemacht wurde. Keineswegs erstaunlich aber ist es, daß die Kernphysiker in Deutschland nur noch eine Nebenrolle bei der weiteren Erforschung der Physik der Atomkerne spielten. Bei der Umsetzung dieser Erkenntnisse für den Bau von Atombomben im sogenannten Manhattan Projekt waren die Teamarbeit und das Zusammenwirken von Experten verschiedenster Fachrichtungen eine der entscheidenden Voraussetzungen.

KERNPYSIK UND RADAR: DIE PHYSIK ALS KRIEGSWISSENSCHAFT

Das Atombombenprojekt war nicht das einzige Beispiel einer in großem Maßstab organisierten Teamarbeit von Physikern und Ingenieuren für Kriegszwecke. Am Radiation Laboratory des Massachusetts Institute of Technology (MIT) bei Boston wurde in einer ähnlichen Großorganisation das Radar zu einer modernen Kriegswaffe entwikkelt. Der Erfolg beider Unternehmungen (wenn man das Erreichen der militärischen Ziele als Erfolg wertet) trug den Physikern im Kalten Krieg eine gesteigerte Aufmerksamkeit von Politik, Industrie und Militär ein – sowie einen nie versiegenden Geldstrom.

Für die Öffentlichkeit standen nach dem Abwurf der Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki die „Atomphysiker" im Zentrum des Interesses. Der Anteil anderer Disziplinen wurde dadurch in den Hintergrund gedrängt, obwohl die militärische Umsetzung physikalischer Erkenntnisse primär eine Angelegenheit verschiedenster Technikwissenschaften war, von der Metallurgie bis hin zur Elektrotechnik.

Der Kalte Krieg sorgte für einen weiter wachsenden Bedarf an wissenschaftlicher Kriegstechnik, vor allem in den USA. „Science: The megabuck era" (*buck* = Dollar), überschrieb Norbert Wiener 1958 einen Aufsatz in der Zeitschrift *New Republic*. Die Konsequenz aus dem Glauben in die Allmacht physikalischer Erkenntnisse war außer einem wahren Geldsegen auch ein neuer Maßstab bei der Planung physikalischer Forschungsstrategien. Aus Kriegslaboratorien wurden „National Laboratories", neben die Physik der Atom- und Wasserstoffbomben trat die Erforschung der „Atome für den Frieden",

Nachweis der von Einstein vorhergesagten Lichtablenkung durch schwere Masse bei einer Sonnenfinsternis von 1919: Sonnennahe Sterne erscheinen vom Sonnenzentrum weg verschoben (oben). Links das Modell eines Uran-Atoms nach Bohr-Sommerfeld.

wie ein weltumspannendes Programm in den 50er Jahren genannt wurde.

Auf vielen Forschungsfeldern wurden „Schwerter zu Pflugscharen" (Forman 1995): Von der Radioastronomie über die Beschleunigerentwicklung und die Quantenelektronik bis zur Tieftemperaturphysik spannt sich der Bogen modernster physikalischer Gebiete, die meist recht unmittelbar von der Kriegsarbeit in den Radar- und Atombombenprojekten profitierten.

Bis in die „reinsten" Bereiche der Nachkriegsphysik lassen sich solche Verbindungen aufzeigen. Julian Schwinger, einer der Architekten der Quantenelektrodynamik (QED), machte in seiner Nobelpreisrede die Erfahrung der Radarforschung am MIT-Radiation Laboratory direkt für seinen Erfolg verantwortlich. Dort habe er sich als ge-

Abb.: Deutsches Museum München (2)

lernter Kernphysiker mit der Sprache der Elektroingenieure vertraut gemacht, und aus dieser Kombination sei schließlich der Funke für das Verständnis der Quantenelektrodynamik erwachsen.

QUANTENELEKTRODYNAMIK, QUARKS UND RÖNTGENLASER

Die Quantenelektrodynamik gehört zu den am besten überprüften Grundlagen der Physik. Ihre Vorhersagen wurden experimentell in schier unglaublicher Präzision als zutreffend gefunden. Richard Feynman, der sich mit Schwinger und Shinichiro Tomonaga 1965 den Nobelpreis für diese Theorie teilte, sorgte später mit einem populären Buch für die Verbreitung der QED.

Auch die in der Öffentlichkeit zum Begriff gewordenen Quarks entstanden in einer prozeßhaften Theorie-Experiment-Wechselwirkung – und nicht als bloße Ausgeburt einer Idee im Gehirn eines Theoretikers. Dabei ist im Fall der modernen Beschleunigerphysik auch das Experiment zu einer komplexen und prozeßhaften Angelegenheit von Akteuren verschiedenster Fachrichtungen geworden. Die Unterscheidung in „reine“ und „angewandte“ Physik war von jeher fragwürdig, wenn es um mehr als nur eine ganz oberflächliche Standortbestimmung gehen sollte. Die Physik der Nachkriegszeit ist selbst dort, wo es erklärtermaßen um „reine“ Grundlagen geht, wie etwa in den Zentren der Elementarteilchenforschung beim CERN in Genf oder DESY in Hamburg, auf ein Zusammenwirken verschiedenster „reiner“ und „angewandter“ Richtungen angewiesen. Ob die Entdeckung eines neuen Teilchens am Ende der Idee eines Theoretikers oder den Konstrukteuren eines Detektors zuzuschreiben ist, erinnert an die sinnlose Frage, ob die Henne oder das Ei zuerst da war.

Auch der „Macht“-Aspekt tritt bei den populären Aufbereitungen neuester Theorien allzu leicht in den Hintergrund. Denkt man nicht gleich an neue Waffen wie Atombomben, sondern versteht unter Macht die Umsetzung neuen Wissens in wirkungsmächtige Verfahren und Produkte, so muß man die Zentren der Elementarteilchenphysik als wahrhaft mächtige Forschungseinrichtungen ansehen. Am DESY ist derzeit ein neuer Beschleuniger namens TESLA (TeV Energy Superconducting Linear Accelerator) in Planung, mit dem man „etwa die Supersymmetrie als mögliches Naturprinzip zu verifizieren“ hofft.

„Supersymmetrie“ klingt nach einem weiteren weltabgewandten Konzept, das mit den dazugehörigen neuen Elementarteilchen, den hypothetischen „Squarks“ und „Photinos“ nur noch weiter ins Reich realitätsferner Theoretikerphantasien rückt. Aber die Umsetzung solcher Ideen ist mit der Beherrschung und Neuentwicklung von Hochtechnologien wie supraleitenden Magneten verbunden.

Im TESLA werden Elektronen und Positronen aufeinandergeschossen; entsprechend hochwertige Quellen dieser Teilchen ermöglichen die Verwirklichung eines leistungsstarken Röntgenlasers, mit einer Intensität, von der man bisher nur träumen konnte. „Durch den TESLA-Beschleuniger wird der Traum Realität“, heißt es in einer DESY-Broschüre. „Seine Röntgenstrahlen werden nach Intensität und Qualität alle bisherigen Quellen um ein Vieltausendfaches übertreffen“.

Hier schließt sich der Kreis der Jahrhundertwissenschaft. Anno 1895 war es eine knisternde Röntgenröhre im physikalischen Institut der Universität Würzburg, heute ist es die TESLA-Testanlage bei DESY: Symbole einer Wissenschaft, die in das Innerste der Materie vorstößt, deren Theorien wirklichkeitsfern erscheinen und doch soviel Macht besitzen, daß sie Denken und Realität verändern. □

Die 100 Meter lange Testanlage des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY.

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Feynman, Richard P.: QED. Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie. München 1990 (amerikanische Erstauflage 1985).

Forman. Paul: „Swords into ploughshares“: Breaking new ground with radar hardware and technique in physical research after World War II. In: *Reviews of Modern Physics*, 67, no. 2, April 1995.

Fritzsch, Harald: Quarks. Urstoff unserer Welt. München 1999 (Erstauflage 1982).

Glasser, Otto: Wilhelm Conrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen. Berlin ³1995 (Erstauflage 1931).

Hermann, Armin: Die Jahrhundertwissenschaft. Werner Heisenberg und die Geschichte der Atomphysik. Reinbek bei Hamburg, 1993. (Erstauflage unter dem Titel: Die Jahrhundertwissenschaft. Werner Heisenberg und die Physik seiner Zeit. Stuttgart 1977).

Die im Text zitierten Briefe befinden sich im Archiv des Deutschen Museums.

DER AUTOR

Michael Eckert, geb. 1949, Dr. rer. nat., Physiker und Wissenschaftshistoriker. Herausgeber des wissenschaftlichen Briefwechsels von Arnold Sommerfeld (zusammen mit Karl Märker).

„Wir wissen noch nicht, was Bewußtsein ist“

Kultur & Technik im Gespräch mit Chemie-Nobelpreisträger Manfred Eigen

Was wir von Biologie wissen, vor allem von Gentechnik und Neurobiologie, könnte die Leitwissenschaften des 21. Jahrhunderts begründen. Zur Rolle der Chemie in Zukunft und Vergangenheit hat Marc-Denis Weitze Manfred Eigen befragt, der 1927 in Bochum geboren wurde und seit 1964 Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen ist. Für seine Arbeiten zum Ablauf extrem schneller chemischer und biochemischer Reaktionen erhielt Eigen 1967 den Nobelpreis für Chemie, 1971 veröffentlichte er ein physikalisch-chemisches Modell der Entstehung des Lebens, das er unter dem Titel *Das Spiel* veröffentlicht hat.

Kultur & Technik: *Wenn wir uns das 20. Jahrhundert im Rückblick ansehen, so stand am Anfang die Physik im Blickpunkt, heute ist es die Molekularbiologie. Wo bleibt die Chemie?*

Eigen: Gleich zu Beginn des Jahrhunderts befand sich die Physik im Umbruch von der klassischen Physik zur modernen Physik. Die Quantentheorie verstehen wir bis heute nicht, weil das etwas völlig Neuartiges für uns ist, und die Relativitätstheorien haben uns einen ganz neuen Begriff von Raum und Zeit geliefert. Dieser Umbruch in der Physik ist aber keineswegs abgeschlossen. Der Umbruch geht in der Elementarteilchenphysik weiter, und die große Vereinigung der Theorien steht noch aus.

Dann ist im Lauf des Jahrhunderts neben der Physik noch einiges Interessantes dazu gekommen. Die Chemie war ja schon im 19. Jahrhundert gut angelaufen und stand zu Beginn des 20. Jahrhunderts – gerade auch in Deutschland – in Blüte. Die Chemie ging aus Experimenten hervor. Die Quantentheorie konnte dann ein allgemeines Verständnis dieser Vorgänge liefern und hat die Chemie ungeheuer beflügelt. Aber nach wie vor ist Chemie natürlich nicht Quantenmechanik, sondern die Theorie liefert lediglich ein Verständnis der Experimente. Die wirklich interessanten Probleme der Chemie sind nach wie vor experimenteller Natur.

Besonders interessante chemische Fragestellungen ergaben sich dann zur Mitte des 20. Jahrhunderts durch das Aufkommen der Molekularbiologie, also der Erkenntnis, daß die Baupläne der Lebewesen in Nukleinsäuren niedergelegt sind, daß die ganze Regelung der Proteinsynthese und der anderen Lebensvorgänge chemisch funktioniert, genauso wie die Zelldifferenzierung, die erst den Aufbau mehrzelliger Lebewesen ermöglicht und die ebenfalls von chemischen Signalen abhängt. Das hat der Chemie selbstverständlich enormen Auftrieb gegeben und wird es in Zukunft noch tun. Auch die Neurobiologie hat ein großes Repertoire an chemischen Reaktionen, das uns noch im 21. Jahrhundert sehr beschäftigen wird.

K&T: *Wie ordnen sich da Ihre eigenen Arbeiten im Bereich der biophysikalischen Chemie ein?*

Eigen: Seit wir wußten, daß alle Lebewesen komplizierte chemische Strukturen sind, daß Chemie also die Grundlage der Biologie ist, haben wir uns die Frage gestellt, wie sich solch ein System selber organisieren kann. Es handelt sich hier ja um chemische Systeme von hohem Komplexitätsgrad.

Wir haben dazu nicht nur theoretische Ansätze entwickelt, sondern diese auch im Labor getestet, und wir konnten sie voll bestätigen. Darüber hinaus hat dies zur Entwicklung einer ganz neuen Technologie geführt, die von informationsgesteuerten selbstorganisierenden Prozessen Gebrauch macht: Die Methoden, die im Rahmen einer solchen „evolutiven Biotechnologie“ entwickelt wurden, lassen sich heute beim Pharma-Screening und bei der molekularen Diagnostik anwenden. Wir arbeiten gerade an einem Verfahren zur Frühdiagnostik der Alzheimerschen Krankheit. Die Frage nach der Selbstorganisation hat also viele Auswirkungen, die man damit zunächst nicht in Verbindung bringt.

K&T: *Die Selbstorganisation tritt hier als Bindeglied zwischen Chemie und Biologie auf. Ihre Arbeiten zeigen aber auch Wechselbeziehungen zwischen Physik und Biologie.*

Eigen: Ja, es gibt auch eine Physik der Biologie, die eben nicht diejenige der biologischen Strukturen oder der Materie ist. Diese Physik der Biologie handelt von der Organisation, von Information, und nicht von der Materie selbst. Es geht darum, wie sich Materie organisiert und dann in der Form des Lebens, also mit Selbstreproduktion, Mutagenese und Metabolismus, in Erscheinung tritt. Das ist die Anwendung physikalischer Theorien und Formalismen auf Probleme und Phänomene, die bislang in der Physik nicht beachtet wurden.

Ein Beispiel sind Phasenumwandlungen. In der Physikalischen Chemie kennen wir Phasenumwandlungen, zum Beispiel Schmelzen von Eis oder Sieden des Wassers. Das läßt sich mit theoretischen Modellen alles sehr gut beschreiben. Nun gibt es auch in der Physik der Biologie Phasenumwandlungen, und zwar im sogenannten Informationsraum. Hier ist der Formalismus der materiellen Physik anwendbar,

Foto: © teutopress/Bilderdienst Süddeutscher Verlag

ohne daß es sich unmittelbar um materielle Prozesse handelt.

K&T: *Sie haben Physik und Chemie studiert. Seit 1964 sind Sie Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie. Interdisziplinarität ist bei Ihnen Programm.*
Eigen: Ich habe mich in meinem Studium vor allem der Physikalischen Chemie gewidmet – sie hat mich besonders interessiert. Mein Lehrer Eucken empfahl mir den Einstieg über die Physik. Der Name unseres Instituts ergab sich in den 60er Jahren. Auf meinen Wunsch hin kamen hier Biologen, Chemiker und Physiker zusammen. Das alles ließ sich nicht mehr mit dem Namen „Physikalische Chemie" umschreiben. So entstand dann das neue Wortungetüm „Biophysikalische Chemie".

K&T: *Schaut man sich heute um, so passieren tatsächlich die interessantesten Entdeckungen an den Grenzen der Disziplinen.*
Eigen: Ich glaube, daß das nichts Neues ist. Das ist schon immer so gewesen. Denken Sie doch an die Physikalische Chemie selbst, die sich zum Ende des 19. Jahrhunderts im Grenzbereich von Physik und Chemie entwickelte. Der traditionelle Fächerkanon Physik, Chemie, Biologie ist dennoch weiterhin sinnvoll; es sind die Stützpfeiler einer interdisziplinären Forschung.

K&T: *Was wird das 21. Jahrhundert bringen?*
Eigen: Die ganz großen Entdeckungen, die uns wirklich überraschen, die kann man natürlich nicht voraussagen, sonst wären sie ja nichts Neues. Relativitätstheorie und Quantenmechanik konnten auch nicht vorhergesagt werden.

Was wir voraussagen können, sind Forschungsprojekte, die anstehen. Eines der Hauptthemen wird sicherlich die Neurobiologie sein, etwa die Klärung der molekularen Vorgänge, die im Nervensystem ablaufen. Wir wissen ja noch nicht, was Bewußtsein ist. Vielleicht kommen da noch große Überraschungen.

In der Physik steht die Vereinheitlichung der Theorien aus. Wir erleben schon heute den Zusammenschluß der Physik des Kleinsten mit der Physik des Größten, der Partikelphysik mit der Kosmologie, bei der es um die Frage der Entstehung der Welt geht.

Wenn wir die chemische Technologie betrachten: Es wird verstärkt informationsgesteuerte Synthesen geben, bei denen – nach dem Vorbild der Biologie – die komplexesten Stoffe effizient hergestellt werden können. Etwa in der Pharmakologie deutet sich solch eine Umwälzung der Synthese- und auch der Analysemethoden an.

Das ist einiges von dem, was voraussehbar ist. Indem man diese Projekte angeht, wird man ganz neue, überraschende Entdeckungen machen, die am Ende des 21. Jahrhunderts das Bild völlig anders gestalten, als wir es uns heute ausmalen können. □

Wider die große Erschöpfung

Bewegungen gegen Naturzerstörung und Verbrauch der Ressourcen

Von Matthias Heymann

Die Industrialisierung Westeuropas hat Landschaften und Städte wie Lebensumstände und Arbeitsbedingungen innerhalb weniger Jahrzehnte tiefgreifend verändert. Es verwundert daher nicht, daß der Industrialisierungsprozeß nicht nur enthusiastische Zustimmung hervorrief, sondern auch Irritationen verursachte und gesellschaftliche Gegenbewegungen auf den Plan rief, wenngleich diese nur ein geringes politisches Gewicht hatten.

Der beschleunigte technische Wandel, rasch wachsende industrielle Produktion und wachsender materieller Wohlstand gingen einher mit der zunehmenden Nutzung und Verbauung naturnaher Landschaften, mit ausufernden und immer dichter besiedelten Städten sowie mit einem exponentiell steigenden Verbrauch natürlicher Ressourcen und sehr starken lokalen Umweltbelastungen. Es stellt sich die Frage, ob dem Industrialisierungsprozeß eine kaum beeinflußbare Dynamik innewohnte, ein „Momentum", wie es der amerikanische Technikhistoriker Thomas Hughes für die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft beschrieben hat, oder ob Kritiker der Industrialisierung konkrete Alternativen zur Industrialisierung oder alternative Formen der Industrialisierung zu formulieren vermochten.

Bürgerliche Kritiker wie Ludwig Klages und Oswald Spengler beklagten zu Beginn dieses Jahrhunderts die im Verlauf der Industrialisierung zunehmende Rationalisierung und Mechanisierung des Lebens und sagten mit drastischen Worten die Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen (Klages) und den „Untergang des Abendlandes" (Spengler) voraus. Eine Abwehrstimmung gegen die Kälte des mechanisierten Lebens kam auch in Teilen der Kunst des Expressionismus zum Ausdruck. Schließlich spiegelten kulturelle Gegenströmungen wie Naturschutzbewegung, Lebensreformbewegung oder die Gründung von Aussteigersiedlungen das Unbehagen einer Minderheit von Menschen an der Industrialisierung und ihren Folgen.

Die um die Jahrhundertwende entstandene Naturschutzbewegung organisierte sich in Zusammenschlüssen wie den *Naturfreunden* (gegründet 1895), dem *Bund Heimatschutz* (gegründet 1904) und zahlreichen weiteren kleinen Gruppierungen. Diese widmeten sich der Landschaftspflege, dem Tierschutz, der Ortsverschönerung und der Denkmalpflege, blieben aber vorwiegend

Entwurf für Wellenkraftmaschinen, den die Zeitschrift *Wissen und Fortschritt* im Jahr 1928 vorstellte.

Foto: Deutsches Museum München

rückwärtsgewandt und beschwörten die einstige Schönheit der Landschaft.

Rauchbelastete und verrußte Städte förderten schließlich die Frischluftbegeisterung, wie sie in der Wandervogelbewegung zum Ausdruck kam, und den Sonnenhunger, der sich an der Einrichtung von Licht- und Luftbädern zeigte, von denen es im Deutschen Reich im Jahr 1906 bereits 220 gegeben haben soll.

Nach dem Ersten Weltkrieg nahmen die Naturschutzbestrebungen deutlich zu. Die Bewegung der *Naturfreunde* zählte auf ihrem Höhepunkt im Jahr 1923 etwa 116.000 Mitglieder. Zu den auffälligen Erscheinungen der Weimarer Republik gehörte die große Zahl kleiner Gruppen, die nach neuen Lebensformen suchten, Siedlungsexperimente durchführten und Landkommunen gründeten, die das einfache Leben auf dem Lande als Alternative zum mechanisierten, kapitalistischen Großstadtleben propagierten.

Die Bedeutung dieser Ansätze und Bewegungen darf jedoch nicht überbewertet werden. Die Zahl der beteiligten Personen blieb meistens gering. Die von ihnen aufgeworfenen Fragen fanden nur ein geringes Interesse in der Öffentlichkeit und den Parteien, und es entstand weder eine umfassende Bewegung noch kam es zu größeren, aufsehenerregenden öffentlichen Debatten.

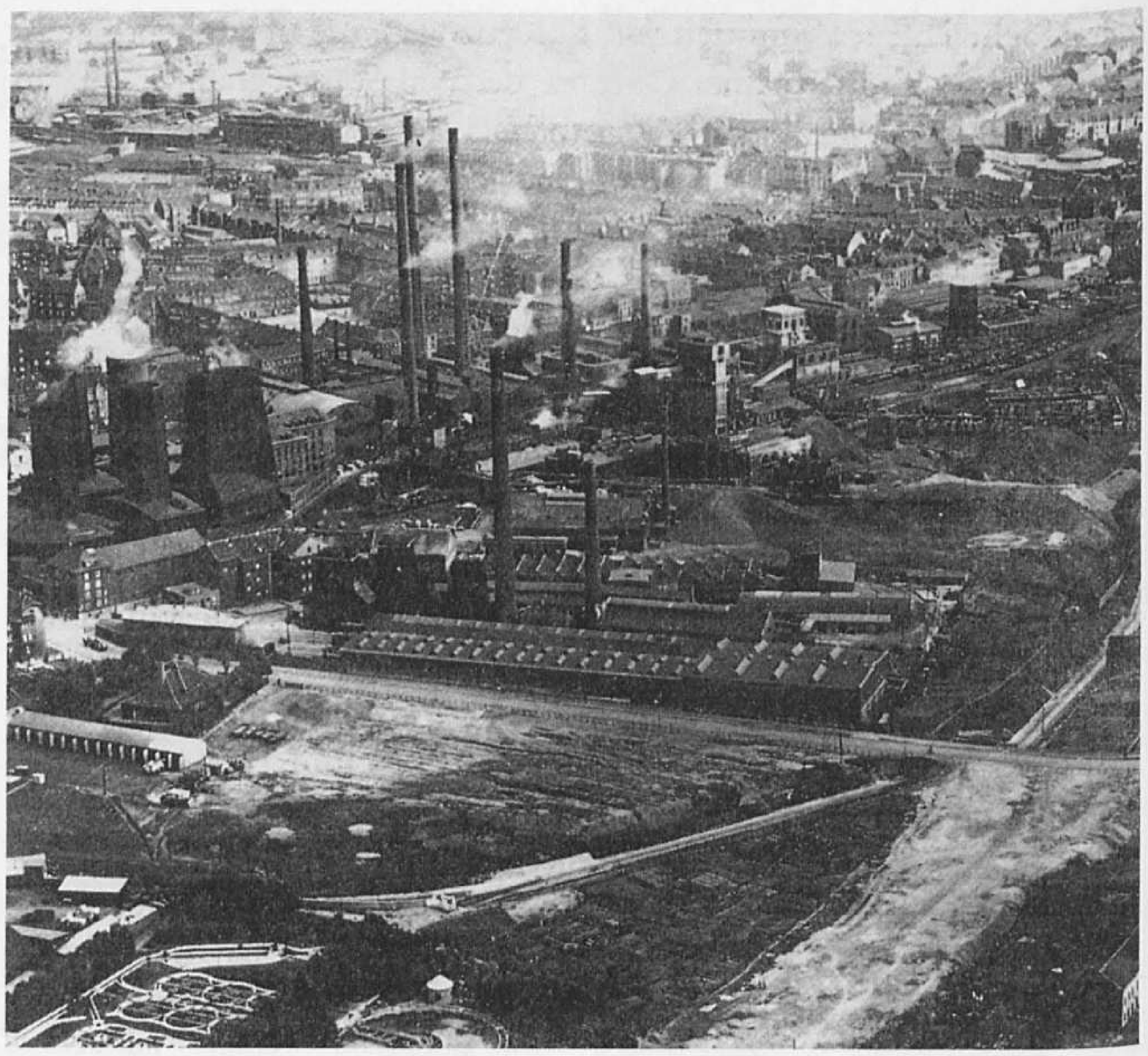
FRÜHE SORGEN UM DIE ENERGIERESSOURCEN

Zahlreiche Fachdiskussionen um die Probleme der Industrialisierung konzentrierten sich auf die Energieressourcen. Das exponentielle Wachstum des Kohleverbrauchs weckte bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts Sorgen über eine Erschöpfung der Kohlelagerstätten. Zu den warnenden Stimmen zählte der Physiker Lord Kelvin, der zu einer verstärkten Nutzung alternativer Energiequellen wie der Sonnenenergie und der Windenergie riet.

Nach dem Ersten Weltkrieg mehrten sich in Deutschland die sorgenvollen Stimmen, da mit den kriegsbedingten Gebietsverlusten auch beträchtliche Kohlereserven verloren gegangen waren. Der Energiewirtschaftler Georg Dettmar zeichnete 1920 ein düsteres Bild der energiewirtschaftlichen Situation und forderte die Nutzung alternativer Energieformen. In den folgenden Jahrzehnten präsentierten zahlreiche Techniker und Ingenieure eine Flut ehrgeiziger technischer Visionen von Staudämmen und Wasserkraftwerken, von Tidekraftwerken, Wellenkraftanlagen und Windkraftanlagen.

Der Ingenieur Franz Lawaczeck sprach sich für den Ausbau dezentral gelegener Wasserkraftwerke und die elektrolytische Erzeugung von Wasserstoff aus, der als universeller Energieträger dienen sollte. Der charismatische Stahlbauingenieur Hermann Honnef verkündete eine Umwälzung der deutschen Wirtschaft durch die Errichtung gigantischer „Großwindkraftwerke" mit über 400 Metern Höhe und einer Leistung von 60 Megawatt, also dem 3000fachen einer großen Windmühle.

Weiter noch reichten die technischen und politischen Visionen im Atlantropaprojekt des Architekten Herman Sörgel, der für den Bau eines gewaltigen Dammes zwischen Gibraltar und der marokkanischen Küste plädierte. Auf diese Weise sollte das Mittelmeer vom Atlantik abgeschlossen und abgesenkt werden, was die Erzeugung großer Energiemengen mit Hilfe von Wasserkraftwerken sowie einen Landgewinn von der Größe Frankreichs versprach.

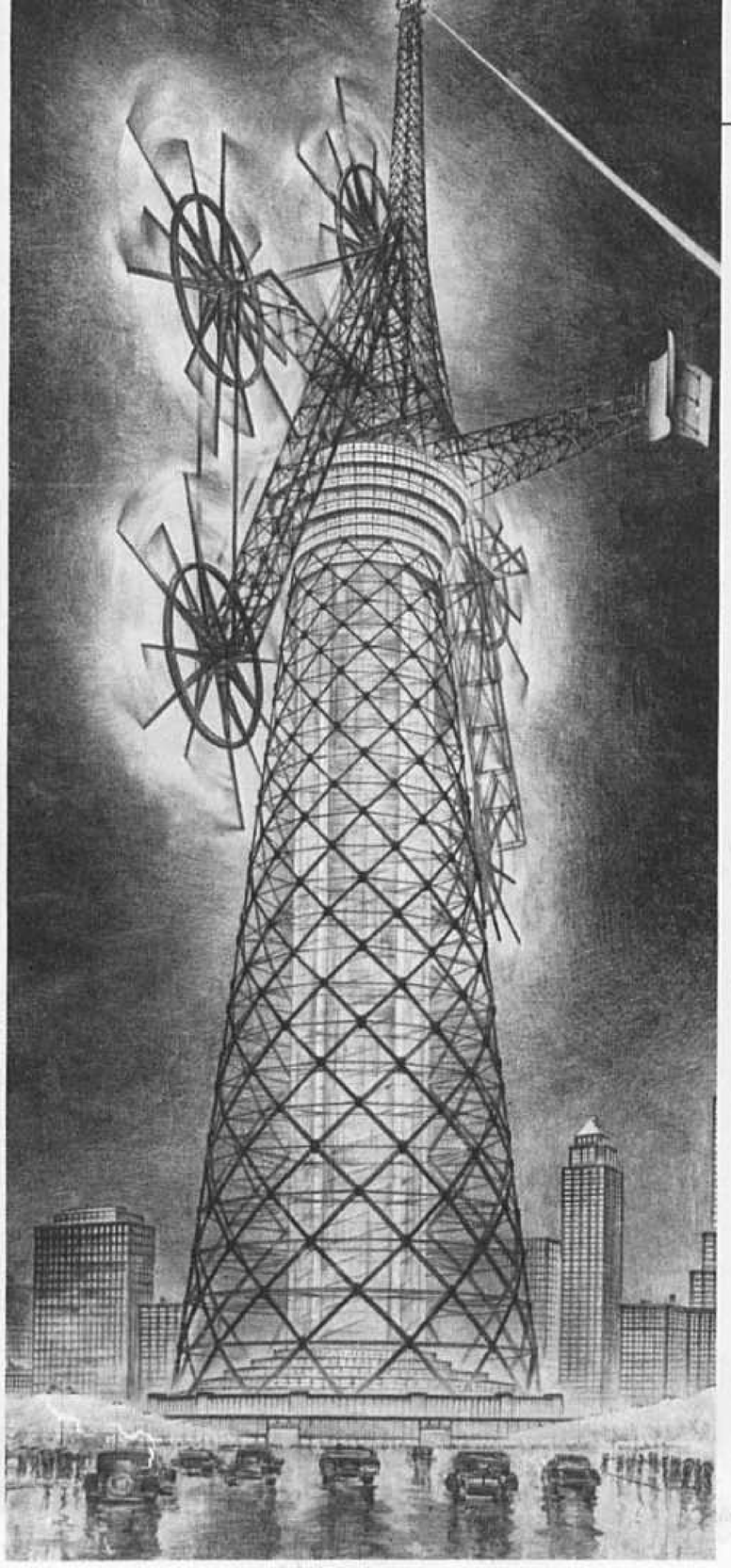


Luftverschmutzung als Folge der Industrialisierung: Die Ruhrgebietsstadt Oberhausen 1926.

Abb.: Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes NW/Deutsches Museum

Vorschläge wie diese fanden erhebliches Interesse und große Unterstützung in der Öffentlichkeit und unter Fachleuten und Politikern, wenngleich sie weit von einer Realisierung entfernt blieben.

Nach dem Zweiten Weltkrieg kursierte bis weit in die 50er Jahre hinein die Sorge vor einer dauerhaften „Energielücke", da Kriegszerstörungen und der rasch wachsende Energieverbrauch noch über viele Jahre Versorgungsengpässe verursachten. In dieser Zeit avancierte die Kernenergienutzung zur großen Hoffnung für die Lösung der Energieversorgungsprobleme und weckte ähnliche Heilsvisionen wie einige Jahre zuvor die Großprojekte von Honnef, Sörgel und anderen. Populäre Zeitschriften stellten Entwürfe von Kraftwagen, Schiffen, Lokomotiven und Flugzeugen mit nuklearen Antrieben vor und präsentierten optimistische Zukunftserwartungen auf der Basis reich-



Vorschlag von Hermann Honnef für ein Windkraftwerk in den 20er Jahren (oben) und Entwurf für die Nutzung polarer Kälte zur Energiegewinnung, um 1930.

licher und billiger Energie durch die Kernspaltung und die in Zukunft zu realisierende Kernfusion.

Diese Visionen erfüllten sich zum größten Teil freilich nicht. Technische Probleme, Sicherheitsmängel und wachsende Sicherheitsauflagen sowie eine starke Anti-Atomkraft-Bewegung unterminierten seit den 70er Jahren die Kernenergiepolitik und mündeten in einer Krise und Stagnation der Atomwirtschaft in vielen Ländern. Ehrgeizige neue Nukleartechnologien, wie der Schnelle Brüter und der Hochtemperatur-Reaktor, scheiterten, und die Realisierung einer kontrollierten Kernfusion rückte trotz großer Forschungsanstrengungen in weite Ferne.

Die wohl einflußreichste Gegenbewegung gegen Ressourcenverbrauch und Naturzerstörung im 20. Jahrhundert war die Umweltbewegung der 70er und 80er Jahre. Das zunehmende Bewußtsein für die schädlichen Nebenfolgen wachsender industrieller Produktion mobilisierte starken Widerstand in der Öffentlichkeit, der durch Katastrophenmeldungen über Waldsterben, Ozonloch oder Klimawandel einen großen Impetus erhielt. Leitfiguren für die Forderung alternativer Wirtschaftsformen waren Fachleute wie der Ökonom Ernst Friedrich Schumacher, der für die Aufgabe großtechnischer Ansätze zugunsten dezentraler, umweltfreundlicher Kleintechniken plädierte, oder der Physiker Amory Lovins, der sich gegen wachsenden Energieverbrauch und umweltschädliche Großkraftwerke („*hard energy path*“) wandte und stattdessen systematische Energieeinsparungen und die dezentrale Erzeugung erneuerbarer Energien („*soft energy path*“) forderte.

Die politische Wirkung dieser (und anderer) Visionen war beträchtlich, da sie in Teilen der Öffentlichkeit nicht nur mit alternativen technischen Optionen verknüpft, sondern mit neuen, positiver bewerteten Lebenseinstellungen, Weltanschauungen und Gesellschaftsformen in Verbindung gebracht wurden. Diese kamen in Metaphern wie „dezentral“, „angepaßt“, „umweltfreundlich“, „unerschöpflich“, „weich“, „demokratisch“, „sozialverträglich“ oder „alternativ“ öffentlichkeitswirksam zum Ausdruck.

Solche Vorstellungen kollidierten mit den Interessen der Energieversorger und des industriellen und politischen Establishments. Die Befürworter des „Weiter so!“ malten das Menetekel des wirtschaftlichen Niedergangs an

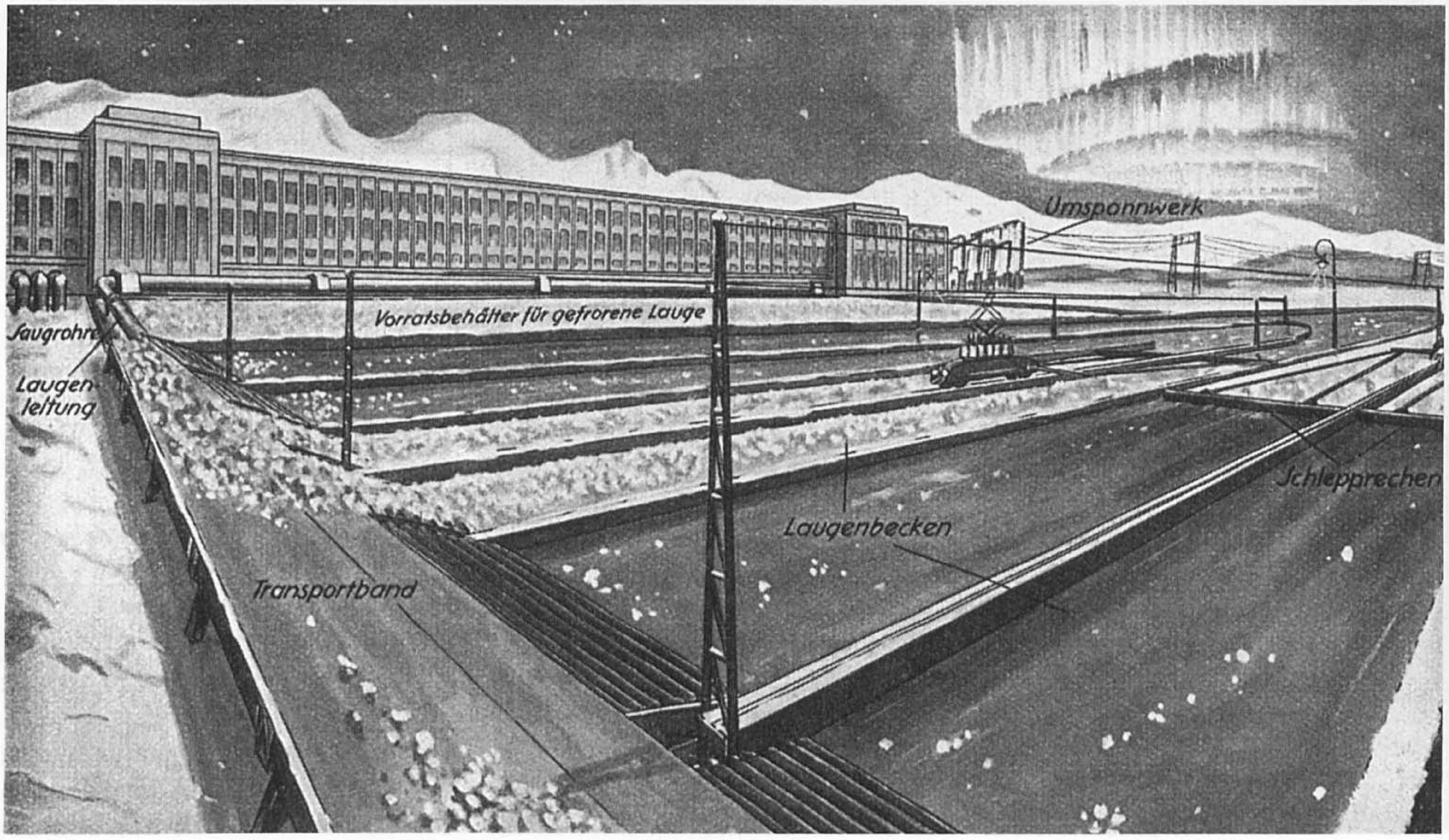


Abb.: Deutsches Museum München (o.); aus: Hanns Günther, In hundert Jahren, Stuttgart 1931 (u.)

die Wand, während die Gegner des „Weiter so!" eine tiefgreifende Wende forderten.

Von den hitzigen Debatten, Demonstrationen, Rechtskämpfen und Konfrontationen zwischen Alternativbewegung und Establishment ist in den 90er Jahren wenig geblieben. Umweltpolitische Zielsetzungen fanden nach und nach Eingang in die Politik. Umweltministerien und rasch wachsende Umweltgesetzgebungen entstanden. Alle politischen Parteien begannen, sich mit der Umweltpolitik auseinanderzusetzen und umweltpolitische Ziele zu formulieren. Die in den 80er Jahren geprägte umweltpolitische Leitvorstellung einer „nachhaltigen" Wirtschaftsform wurde bereits – wenn auch mit geringen Resultaten – mehr in politischen Gremien (so auf der Umweltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro) als in der Umweltbewegung verhandelt.

Die einstige Konfrontation scheint somit einer Normalisierung gewichen zu sein, in der eine pragmatische, eher unauffällige und nur auf Teilgebieten wirksame Umweltpolitik etabliert wurde, während weitergehende Forderungen der Alternativbewegung in Vergessenheit gerieten.

Gerade die Energiepolitik der 90er Jahre repräsentiert ein markantes Beispiel für die pragmatische Auflösung politischer Konfrontation. So beendete die Änderung gesetzlicher Grundlagen schlagartig heftige Auseinandersetzungen und zahlreiche Rechtsstreite um die Windenergienutzung und führte zu einem beispiellosen Windenergieboom in Deutschland. Seit 1996 ist die Bundesrepublik Deutschland führend in der Stromproduktion durch Windkraftanlagen, deren Zahl heute um die 8.000 beträgt. Andererseits deckt die Windenergie nach wie vor lediglich einen Anteil von etwa 1,7 Prozent des Stromverbrauchs.

Auch die von der derzeitigen Bundesregierung angestrebte Aufgabe der Kernenergienutzung repräsentiert eine pragmatische Inkorporierung umweltpolitischer Forderungen in die praktische Politik. Doch die ausgehandelten Auslaufzeiten der Kernkraftwerke dürften kurz- und mittelfristig keine bedeutenden Veränderungen der Energieversorgungsstrukturen nach sich ziehen (zumal der Bau und Betrieb von Gaskraftwerken zur Zeit ohnehin viel günstiger ist). Mit diesen Entwicklungen ist bei weiter steigenden Stromverbräuchen somit nur ein marginaler Teil des *soft energy path* im Sinne von Lovins umgesetzt worden.

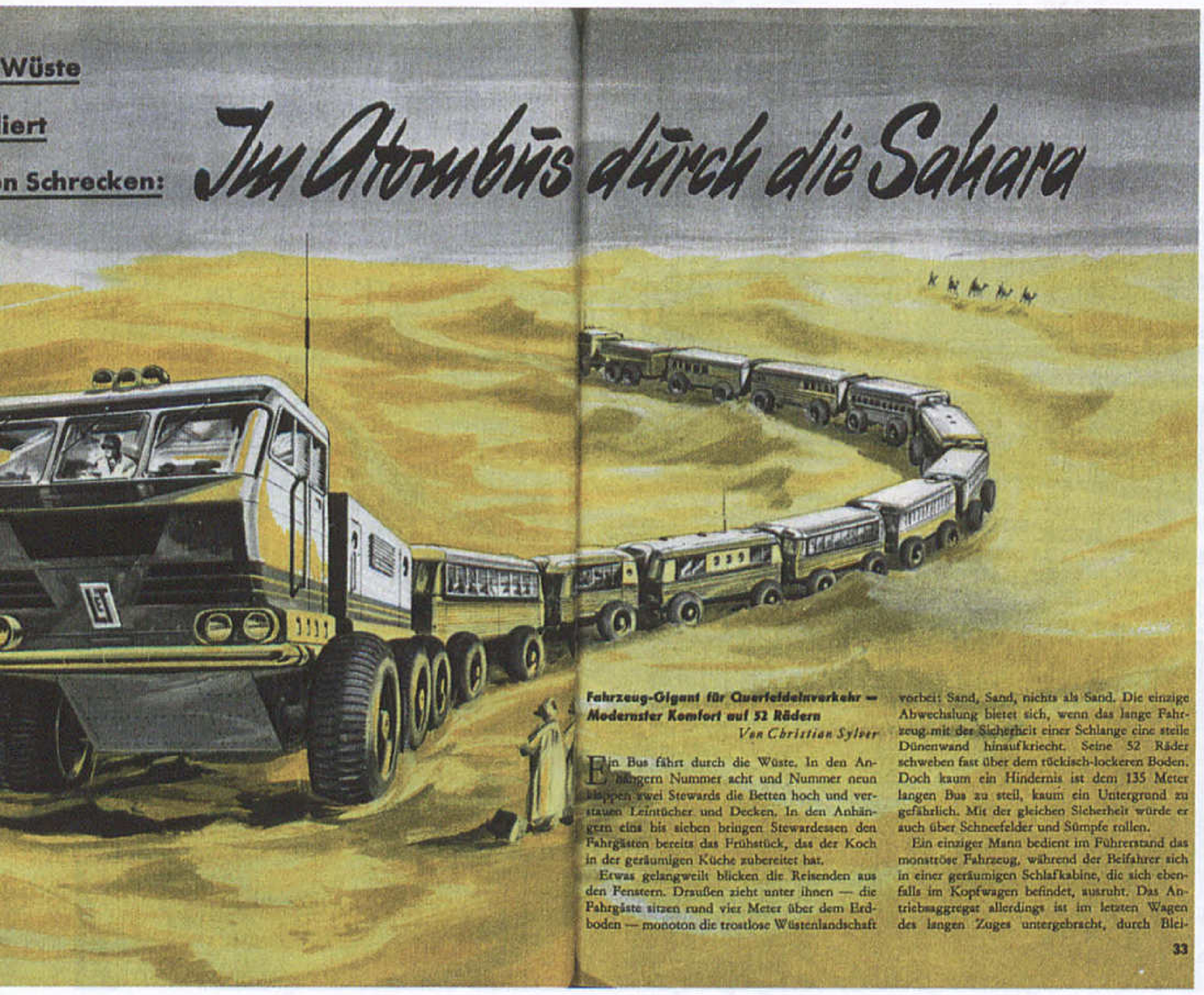
WIDERSPRÜCHE IM UMWELTBEWUSSTSEIN

Die industrielle Produktionsweise mit wachsenden Ressourcen- und Energieeinsätzen hat sich im 20. Jahrhundert als ein außerordentlich erfolgreiches und kaum je ernsthaft gefährdetes oder massiv in Frage gestelltes Modell des Wirtschaftens erwiesen. Insbesondere in Krisensituationen – während und nach den Weltkriegen sowie nach den Ölkrisen und der Wahrnehmung einer Umweltkrise – fanden vermehrt Forderungen nach alternativen Formen von Energieversorgung und Industrieproduktion Eingang in die öffentlichen und politischen Diskussionen. Dabei konzentrierten sich die Bemühungen jedoch meist mehr oder weniger deutlich auf technische Ziele – neue Energietechniken, effizientere Techniken, neue Versorgungsstrukturen. Weitergehende Veränderungen oder Anpassungen technischer und gesellschaftlicher Realitäten und Lebensformen blieben von geringer Bedeutung: zum Beispiel systematische Energieeinsparungen, Einschränkung des Individualverkehrs, Müllvermeidung statt Müllrecycling und so weiter.

Während die ersten Ansätze der modernen Umweltbewegung entstanden, entfaltete sich parallel die Konsumgesellschaft mit einer bis heute ungebrochenen Dynamik. So verzeichnete die Massenmobilität mit dem Auto, die heute trotz Katalysatortechnik für rund die Hälfte aller Schadstoffemissionen in die Atmosphäre verantwortlich ist, ein rasantes und andauerndes Wachstum. □

Foto: Deutsches Museum München

Eine Utopie unendlicher (Atom-) Energie: Le Tourneaus 135 Meter langer Wüstenbus, *Hobby* 1959.



Wüste
iert
n Schrecken:

Im Atombus durch die Sahara

Fahrzeug-Gigant für Querfeldeinverkehr — Modernster Komfort auf 52 Rädern

Von Christian Sylver

Ein Bus fährt durch die Wüste. In den Anhängern Nummer acht und Nummer neun klappen zwei Stewards die Betten hoch und verstauen Leintücher und Decken. In den Anhängern eins bis sieben bringen Stewardessen den Fahrgästen bereits das Frühstück, das der Koch in der geräumigen Küche zubereitet hat.

Etwas gelangweilt blicken die Reisenden aus den Fenstern. Draußen zieht unter ihnen — die Fahrgäste sitzen rund vier Meter über dem Erdboden — monoton die trostlose Wüstenlandschaft vorbei: Sand, Sand, nichts als Sand. Die einzige Abwechslung bietet sich, wenn das lange Fahrzeug mit der Sicherheit einer Schlange eine steile Dünenwand hinaufkriecht. Seine 52 Räder schweben fast über dem rückisch-lockeren Boden. Doch kaum ein Hindernis ist dem 135 Meter langen Bus zu steil, kaum ein Untergrund zu gefährlich. Mit der gleichen Sicherheit würde er auch über Schneefelder und Sümpfe rollen.

Ein einziger Mann bedient im Führerstand das monströse Fahrzeug, während der Beifahrer sich in einer geräumigen Schlafkabine, die sich ebenfalls im Kopfwagen befindet, ausruht. Das Antriebsaggregat allerdings ist im letzten Wagen des langen Zuges untergebracht, durch Blei-

33

DER AUTOR

Matthias Heymann, geb. 1961, Dr. phil., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Münchner Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte. Seine Interessenschwerpunkte liegen in der Umwelt- und Technikgeschichte des 20. Jahrhunderts.

Foto: Deutsches Museum München

Eine alltägliche Situation in den Ausstellungen des Deutschen Museums: Sehen, Lernen, Begreifen.

Du sollst Dir ein Bildnis machen

Bausteine für das „Global House“

VON OSKAR BLUMTRITT, HARTMUT PETZOLD, CORNELIA KEMP UND JOBST BROELMANN

Wo könnte sich die Entwicklung von Wissenschaft und Technik im 20. Jahrhundert besser begreifen, besser erfahren lassen als im Deutschen Museum? Es ist ein Spiegelbild dieser Entwicklung und ein Erlebnisraum für Menschen, die sich ein Bild von der Welt machen wollen, in der sie leben. Der gegenwärtige Trend heißt „Globalisierung“.

Oskar Blumtritt, Jobst Broelmann, Cornelia Kemp und Hartmut Petzold betreuen im Deutschen Museum die Gebiete Telekommunikation, Verkehr, Fotografie und Informatik. Jeder von ihnen stellt aus seinem Bereich auf den nächsten Seiten ein Objekt vor, das in den Ausstellungen des Museums als einer der Bausteine für das „Global House“ zu sehen ist. Es sind sehr viel mehr und andere Bausteine, die für das ganze Haus benötigt werden – ein Grund mehr, auch die anderen anzusehen. *D.B.*

Das elektrische Auge

Fernsehbilder mit dem Ikonoskop

Umfragen unter der älteren Bevölkerung in der Bundesrepublik zum letzten Jahreswechsel, welche Technik ihren Alltag am meisten geprägt hätte, erbrachten immer wieder eine der beiden Antworten: „die Telephonie“ beziehungsweise „das Fernsehen“. Lassen wir das Telefon als Erfindung des 19. Jahrhunderts beiseite und betrachten die Fernsehkamera, speziell die Bildaufnahmeröhre, die in erster Instanz dafür sorgt, daß Szenen „live“ auf den heimischen Bildschirm kommen.

Als das Deutsche Museum 1937 seine erste große Fernsehschau plante, konnte es von Professor Dr. Vladimir K. Zworykin eines seiner frühen Ikonoskope einwerben. Was ist das für ein Gerät, auf das Zworykin „made 1/6/32“ schrieb, und welche Bedeutung hatte und hat es? Nun, mit dem Ikonoskop, dessen Bezeichnung aus den griechischen Wörtern *eikon* (= Bild) und *skopeo* (= betrachten/ausspähen) abgeleitet worden ist, tastet man bewegte Bilder zeilenweise ab und wandelt dabei die optischen Signale in elektrische um. Elektrische Signale lassen sich leicht über Kabel oder Funk übertragen und dann beim Empfänger wieder zeilenweise zusammensetzen und auf dem Fluoreszenzschirm in Bilder rückwandeln.

Wie beim Kinofilm vermeint man, wegen der Trägheit des Auges, ein kontinuierlich bewegtes Bild zu sehen, wenn mindestens 25 Bilder pro Sekunde aufeinander folgen. Für das Fernsehen muß zudem jedes der Bilder in über 10.000 Bildpunkte zerlegt werden, um das Ergebnis halbwegs flimmerfrei genießen zu können.

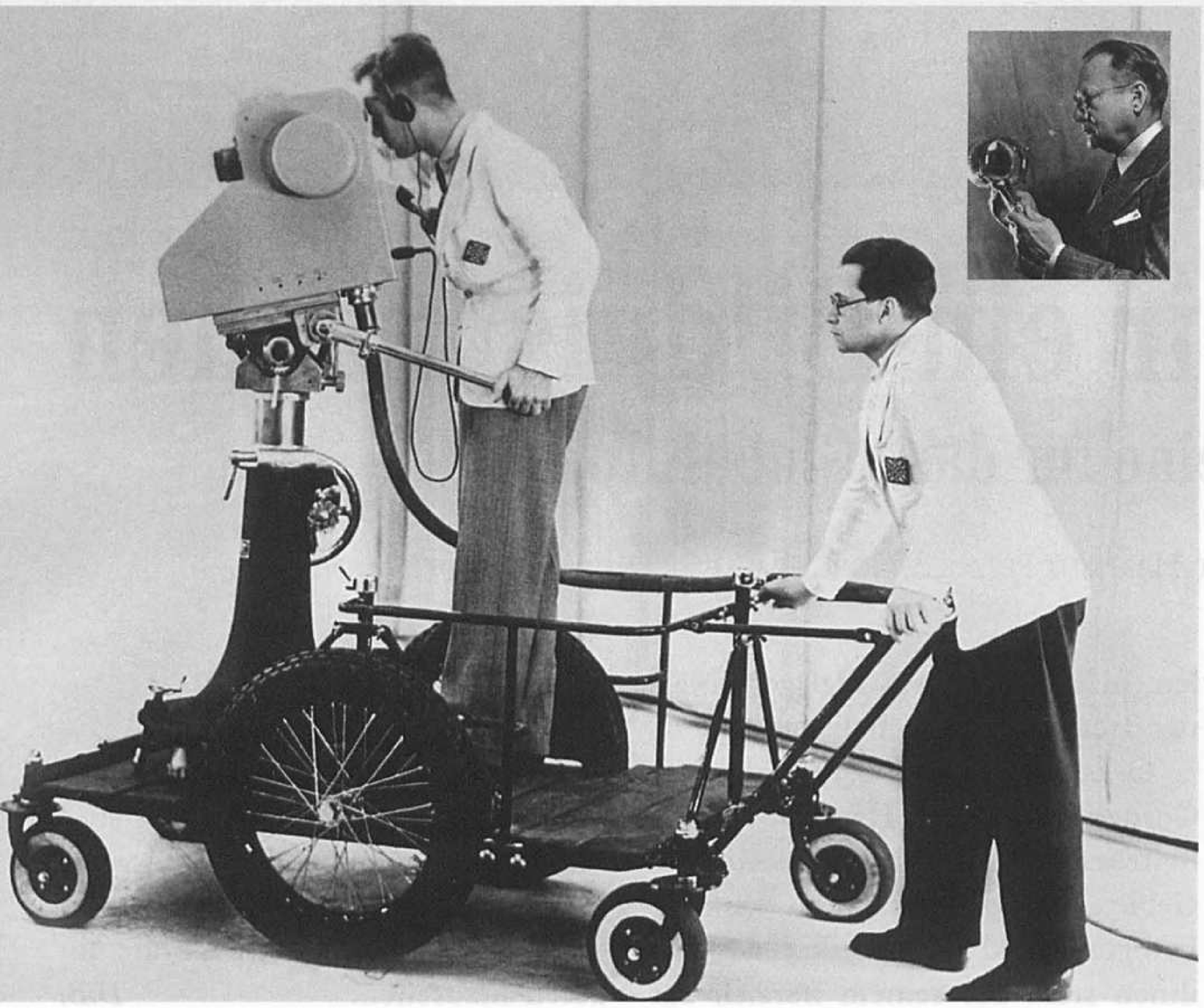
In den ersten 30 Jahren des 20. Jahrhunderts hatte es an vielen Orten Versuche gegeben, für dieses Problem eine technische Lösung zu finden. Mechanische Systeme, mit Lochscheiben oder Spiegelrädern, brachten nur vorläufige Erfolge. Zworykin hatte aber schon 1911 von seinem Professor Boris Rosing an der Technischen Hochschule in St. Petersburg gelernt, daß nur elektronische Systeme zukunftsfähig wären: Ein Elektronenstrahl sollte über eine mit Fotokathoden bestückte Bildfläche streichen und die elektrischen Signale erzeugen.

Klingt dieses Prinzip recht einfach, war die technische Umsetzung aller dazu notwendigen Teile und deren präzises Zusammenwirken um so schwieriger zu realisieren. So war etwa für jeden Bildpunkt in der hochevakuierten Aufnahmeröhre ein kleiner Kondensator nötig, der auf der einen Seite aus einer Fotokathode, auf der anderen aus Metall bestand, von dem das elektrische Signal abgegriffen werden konnte.

Weltweit sind viele Physiker und Ingenieure von der technischen Vision eines „vollelektronischen Fernsehens“ getrieben worden; ein harter Konkurrenzkampf entbrannte. Zworykin, der nach der Oktoberrevolution in die USA emigriert war und schließlich bei der *Radio Corporation of America* (RCA) Arbeit fand, obsiegte in diesem Kampf. Die mächtige und finanzstarke RCA unterstützte ihn, mit einem gut ausgestatteten Forschungslabor und bei Patentprozessen. Auch hielt der (Vize-) Präsident von RCA, David Sarnoff, selbst in der Zeit der Weltwirtschaftskrise fest zu ihm.

Die ersten Ikonoskope waren 1932 marktfähig, und auch das Wissen um all die produktionstechnischen Details konnte RCA auf dem internationalen Markt gut verkaufen. Das Ikonoskop und seine Folgeversionen waren für lange Zeit Symbol einer fortschrittlichen Fernsehtechnik. Und viele von dessen Eigenschaften finden sich noch heute in den mit Halbleitern bestückten Kameras.

Oskar Blumtritt



Vladimir Kosma Zworykin mit seinem Ikonoskop (kleines Bild) für elektrische Fernsehkameras.

Erste Superhirne

Die PERM an der TH München

Die Situation nach dem Zweiten Weltkrieg brachte es mit sich, daß die Botschaft von den gigantischen Rechenautomaten an den Universitäten von Harvard und Pennsylvania von den USA schnell in die ganze Welt vermittelt wurde. Demgegenüber erscheint das Ausstrahlungsgebiet der „Programmgesteuerten Elektronischen Rechenanlage München“, der PERM, auf die Stadt München, das Land Bayern und die gerade gegründete Bundesrepublik eher bescheiden. In einer Bilanz der deutschen Technologiepolitik der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erscheint diese Bescheidenheit jedoch nicht nur unangemessen, sondern auch überaus wirkungsmächtig.

Die PERM wurde von 1949 bis 1956 – also ein rundes Jahrzehnt nach den Pionierprojekten von Aiken, Eckert und Mauchly, aber auch von Zuse – an der Technischen Hochschule München als Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft entwickelt, gebaut und anschließend während 18 Jahren genutzt.

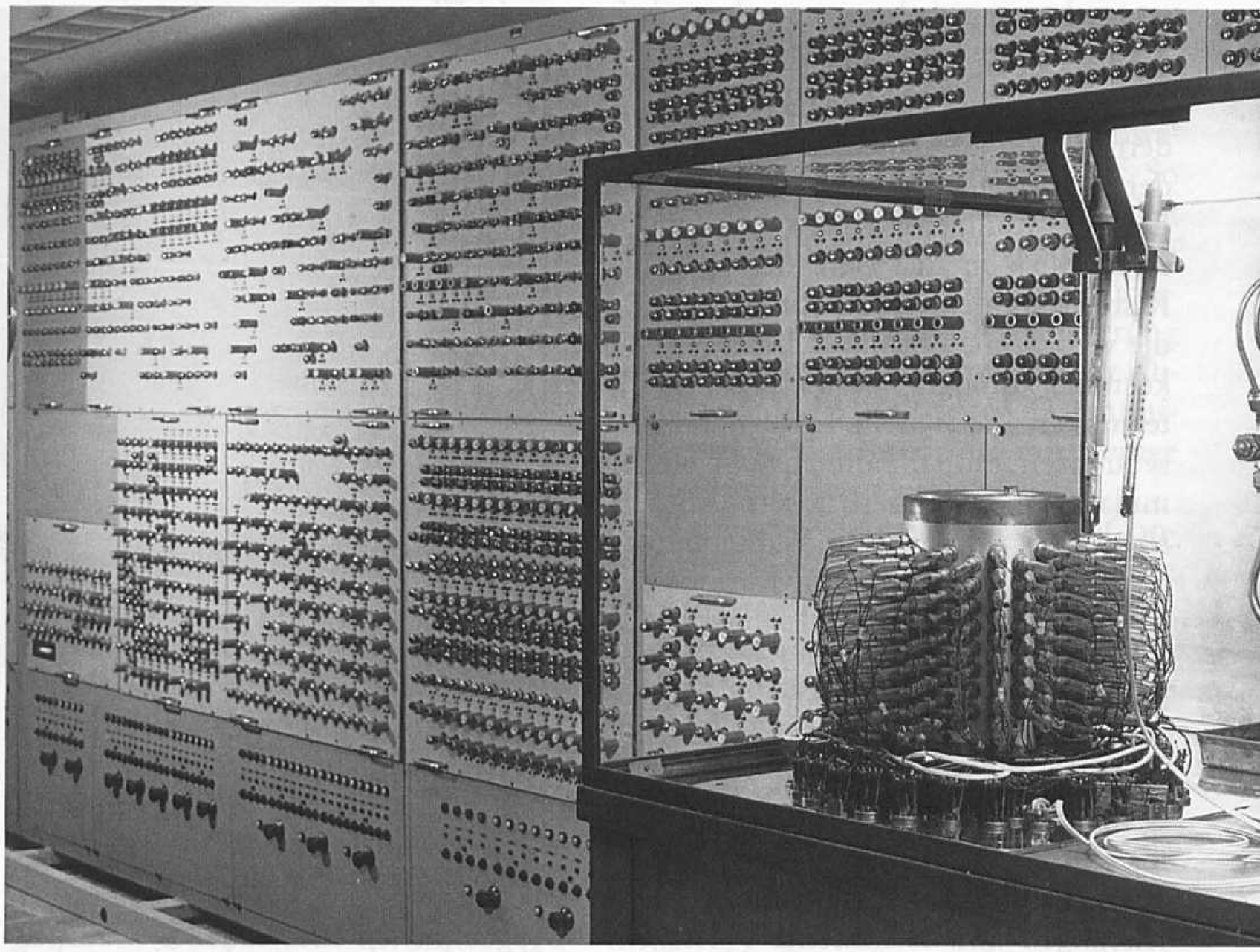
Die für den Bau verantwortlichen Institute für Nachrichtentechnik und für Mathematik unter der Leitung von Hans Piloty und Robert Sauer verfügten über große wissenschaftliche Erfahrung und Anerkennung. Als ebenso wichtig erwies sich ihre Fähigkeit, die Dimensionen und die technikwissenschaftlich-strategische Bedeutung des völlig neuartigen Projekts zu erfassen. Auslöser für das Münchener Projekt war jedoch der Enthusiasmus von Robert Piloty, des Sohns des Institutschefs, der am amerikanischen MIT bei einer „Summerschool“ den noch nicht fertigen Riesencomputer *Whirlwind* kennengelernt hatte. Er konnte eine Kopie des berühmten Berichts John von Neumanns nach München beschaffen.

1949 waren weltweit erst ganz wenige elektronische digitale Computer wirklich in Betrieb. Die Arbeitsweise der Ingenieure und der meisten Naturwissenschaftler war durch analog arbeitende Instrumente und Geräte geprägt. Nur sehr wenige glaubten, dies ändern zu müssen. Vorstellungen vom Programmieren von Digitalrechnern und von den Konsequenzen seiner Verwendung waren damals noch kaum vorhanden.

Wissenschaftsstrategisch kann die Bedeutung des PERM-Projekts für die junge Bundesrepublik kaum überschätzt werden. Ähnliche Projekte liefen an den Technischen Hochschulen in Darmstadt und auch in Dresden. Bereits Entwicklung und Bau führten einen Kreis von etablierten und heranwachsenden Hochschullehrern und -forschern an die technischen Probleme der digitalen Elektronik, aber auch der Computerarchitektur und der Programmierung heran. Keines dieser Gebiete war bei Kriegsende gelehrt worden.

Ein halbes Dutzend von Studenten, die, aus dem Krieg zurückgekommen, ihr Studium der Elektrotechnik, der Mathematik oder Physik um 1949 herum beendet hatten, gelangten auf die Mitarbeiterstellen. Sie schrieben Doktorarbeiten über Teilprobleme der Maschine oder doch unter dem Eindruck des Projekts und stellten in der zweiten Hälfte der 1950er Jahre einen wesentlichen Teil der ersten Generation der deutschen Computerfachleute. Nicht wenige sollten in den folgenden Jahrzehnten die ersten Professuren in der Bundesrepublik besetzen, die den Computer zu ihrem Forschungsgegenstand machten. So wurden die Erfahrungen mit der PERM noch bis in die 80er Jahre vielen Studentengenerationen weitervermittelt.

Auch im internationalen Kreis der Computerwissenschaftler fanden die Münchener Anschluß und konnten auf Erfahrungen am eigenen Computer verweisen. *Hartmut Petzold*



Seit 1988 steht die PERM in der Ausstellung „Informatik“ im Deutschen Museum.

Fotos (3): Deutsches Museum München

Ganz einfach gute Bilder

Fotografie als Massenmedium

Die überragende Bedeutung, die die visuellen Medien vor allem in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts gewonnen haben, ist sicher eines der herausragendsten Merkmale dieser Epoche. Röntgensatelliten lenken unseren Blick in die Tiefe des Weltalls, Rasterelektronenmikroskope erschließen die verborgenen Strukturen des Mikrokosmos, tomographische Schnittbildtechniken machen in bewegten Filmsequenzen und dreidimensionalen Simulationen das Innere unseres Körpers sichtbar – bildgebende Verfahren wie diese haben einen ganzen Kosmos des bis dahin Unsichtbaren aufgeblättert und einen wesentlichen Beitrag zum besseren Verständnis unseres Daseins geleistet.

Diese Fokussierung auf die angewandte Forschung erfaßt einen zweifellos sehr attraktiven Aspekt, da sich hier Erfindergeist, wissenschaftliche Hochleistungen und technischer Fortschritt zu einem beeindruckenden Konzert verbinden. Im Hinblick auf ihre gesellschaftliche Relevanz sind aber vor allem die „sozialen Gebrauchsweisen" (Pierre Bourdieu) der Bildmedien und in diesem Kontext die Herausbildung der Kulturindustrie und der Massenmedien ein nicht weniger bedeutsames Charakteristikum des 20. Jahrhunderts. Bereits 1968 sah der kanadische Literaturwissenschaftler Marshall McLuhan das Ende der „Gutenberg-Galaxis" heraufziehen, am Ende des Jahrhunderts wird der „*pictorial turn*" (W. J. T. Mitchell, 1994) ausgerufen, in dem die Formen des Betrachtens und darüber hinaus der wissenschaftliche Diskurs vorrangig durch die „Wiederentdekkung des Bildes als komplexes Wechselspiel von Visualität, Apparat, Institutionen, Diskurs, Körpern und Figurativität" bestimmt werden.

Angesichts der offensichtlichen Dominanz des Visuellen soll an dieser Stelle an den privaten Gebrauch der Fotografie und dabei vor allem an die technischen Bedingungen der „Knipserfotografie" (T. Starl) im vorigen Jahrhundert erinnert werden. Denn durch eben diesen privaten Umgang mit dem ältesten Medium der technischen Bildaufzeichnung werden bis heute die Möglichkeiten individueller Wahrnehmung wie auch die „Formatisierung des Blicks" bei der Aneignung von Wirklichkeit eingeübt.

Mit der *Instamatic* von *Kodak* wurde die Fotografie zu einem Konsumgut für jedermann.

Die Steigerung der Empfindlichkeit des Aufnahmematerials, der Rollfilm auf Zelluloidbasis, handliche Kameramodelle und die allmähliche Entstehung eines Laborgewerbes hatten gegen Ende des 19. Jahrhunderts bereits die Basis für die Amateurfotografie geschaffen. Bis in die 60er Jahre des folgenden Jahrhunderts ging es dann darum, durch möglichst einfache Geräte mit einem hohen Bedienungskomfort immer weitere Kreise für die Fotografie zu gewinnen. Mit der Entwicklung der Filmkassette und der *Instamatic* von *Kodak* war dieses Ziel 1963 erreicht: „Die Kamera von morgen" präsentierte sich als ein handliches Kompaktgerät mit einer festen Brennweite. Um eine Aufnahme zu machen, war nichts weiter erforderlich, als den Auslöser zu drücken und anschließend mit dem Verschlußaufzug den Film weiterzutransportieren; das komplizierte Filmeinlegen und alle weiteren Einstellungen von Blende, Verschlußzeit und Entfernung entfielen. Dieses scheinbar primitive Gerät war ein marktwirtschaftlich ausgereiftes Produkt, bei dem niedrige Herstellungskosten, eine einfach zu bedienende technische Ausstattung und ein günstiger Anschaffungspreis für ein ausgewogenes Preis-/Leistungsverhältnis sorgten.

Zugleich markiert diese Ära auch das Ende der klassischen Fotografie, die von mechanischen Steuerungsmechanismen in der Kamera und dem analogen Silberhalogenidfilm als Speichermedium geprägt war. Im gleichen Zeitraum beginnt der Siegeszug der Elektronik, die zunächst im Aufnahmegerät vom Verschluß bis zur vollautomatischen Programmkamera nach und nach alle Steuerungsfunktionen übernimmt.

Anfang der 80er Jahre wird die Bildaufzeichnung digitalisiert – das „Zeitalter der technischen Reproduzierbarkeit" (Walter Benjamin) geht damit in das „Zeitalter der technischen Produzierbarkeit" (B. Wyss) über, in dem die „Bild-Wirklichkeit" hinter der „Zeichen-Wirklichkeit" verschwindet.

Cornelia Kemp

Foto: Deutsches Museum München

Moderne Amphoren

Universelle Verpackungskiste: der ISO-Container

Die Bedeutung des Verkehrs in diesem Jahrhundert ist unumstritten. Erst die Auswahl charakteristischer Repräsentanten aus technischen *highlights* und vertraut gewordenen musealen Ikonen stellt die Frage nach den wesentlichen Merkmalen des Verkehrs in der globalen Welt. Das Spektrum zwischen den Errungenschaften privater Mobilität und technischer Höchstleistungen ist weitgespannt. Sind es die Kilometer der unermüdlichen „Käfer“, zu messen in Erdumrundungen, die sie im individuellen Gebrauch zurückgelegt haben, die Saturn-Rakete und einige 100 Kilo Mondgestein oder die Überschallflüge einer *Concorde*?

Kaum als *highlights* gelten Transportleistungen des Weltkriegs, und doch prägte die Logistik der Nachschubströme, etwa bei der Landung der Alliierten in der Normandie, wesentliche Merkmale des folgenden Weltverkehrs. Im Rückblick konnte daher die Bedeutung für den Warenverkehr nicht allein in der Steigerung divergierender technischer Einzelleistungen liegen, sondern in deren Kompatibilität auf der Grundlage des größtmöglichen gemeinsamen Nenners, einer gemeinsam verfügbaren und mechanisierbaren Transporteinheit, des Containers. Bestrebungen, genormte Behälter zu verwenden, gab es bereits vor dem Weltkrieg, zum Beispiel beim Haus-zu-Hausverkehr der Deutschen Reichsbahn. Die gelungene internationale Einführung vollzog sich dann nicht unter staatlicher Regie, sondern, als tragfähiges Konzept, in zyklischen Schüben getragen von Linienkonsortien, da beträchtliche Investitionsleistungen zu bewältigen waren.

Die Erfolgsstory nach dem Krieg begann damit, daß der Chef einer Trukkerfirma, Malcolm McLean, die Sattelauflieger seiner Lastwagen per Schiff von New York nach Houston überführte. Andere Unternehmer folgten, allerdings mit eigenen Behältersystemen. Diese Behälter waren nichts anderes als stapelbare Kisten mit einer speziell ausgebildeten Ecke, die eine automatische Verriegelung untereinander ermöglichte. Maßgebend war zunächst die Vorgabe von 8 Fuß (2,40 Meter) Breite durch die Bedingungen des Straßenverkehrs. Bedeutender als die technischen Details dieser System-Konstruktion wurde, daß der amerikanische Normenausschuß 1962 einen Standardbehälter definierte und die internationale Normung ISO im Jahr 1965 diese Definition übernahm.

Welche Bedeutung dem Behältertransport, besonders im Überseeverkehr zukam, war daran zu erkennen, daß Güter bisher in Handarbeit geladen und gestaut werden mußten, bei jedem Übergang zwischen Lastkraftwagen, der Eisenbahn und dem Schiff. So waren in London die Preise für den Warenumschlag von 1870 bis 1970 auf das 16fache gestiegen. Die längst überfällige Normung und Mechanisierung der „Transportkette“ kann mit der Digitalisierung des weltweiten Datenflusses verglichen werden, die nur wenige Jahrzehnte später einsetzte.

Nach der Definition eines ISO-Containers folgte eine Gewaltkur für alle an der „Transportkette“ Beteiligten. Die Spediteure forderten noch vor etwa 35 Jahren, „diese derzeitige revolutionäre Entwicklung solle in eine evolutionäre überführt werden …, da die Zeit noch nicht reif sei für eine ausschließliche Containerisierung“. Sie stellte auch die Häfen vor Investitionsprobleme, aufwendige Spezialanlagen einzurichten.

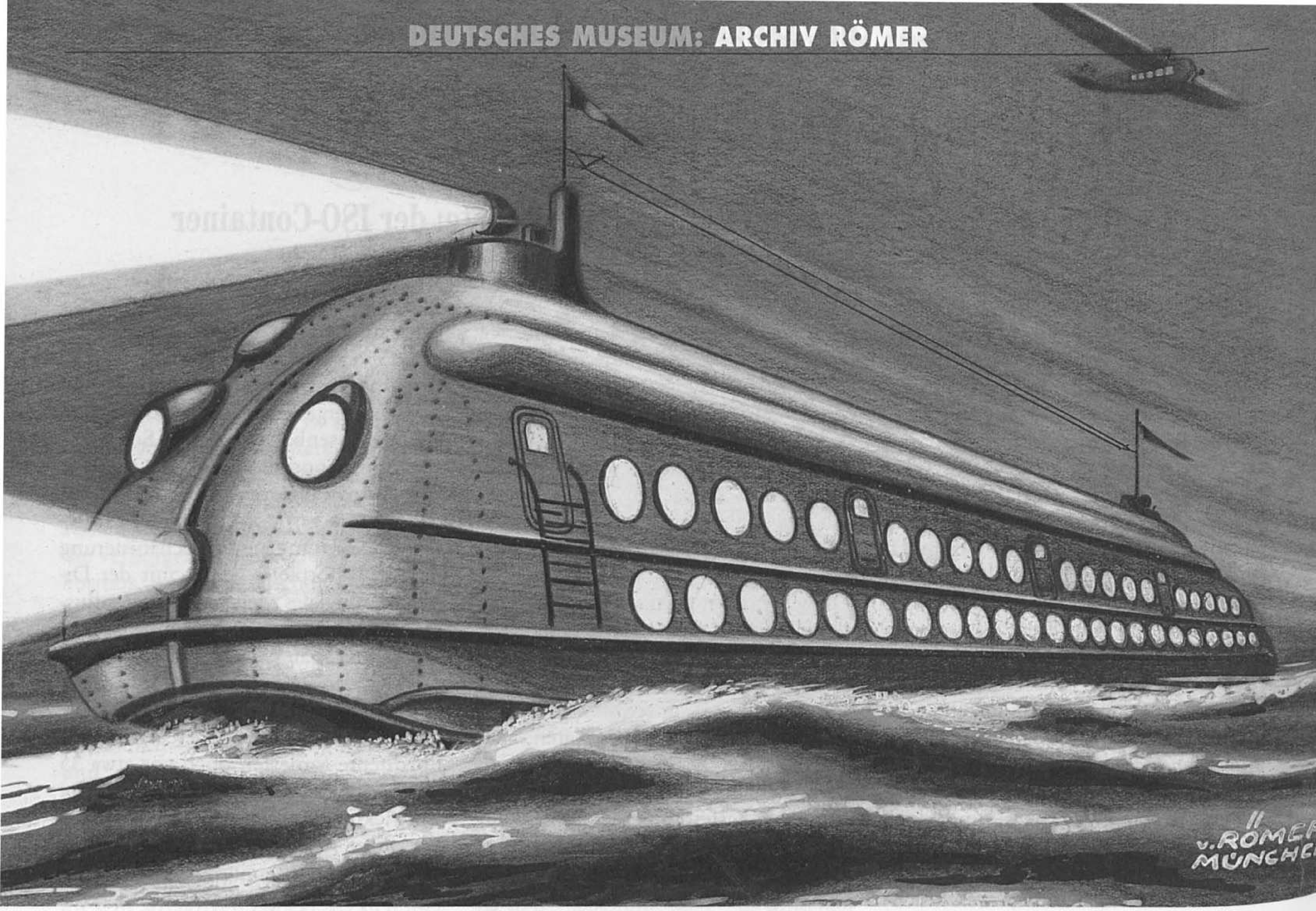
Der Umfang der mechanisierbaren Güter nahm weiter dadurch zu, daß inzwischen auch Kühlcontainer für Lebensmittel benutzt werden können, und nicht nur hochentwickelte Industriestaaten, sondern auch Agrarländer in das Netz einbezogen werden. Die Konzentration der weltweiten Warenströme setzt sich dabei auch über die traditionelle Wirtschaftsgeographie hinweg, etwa, wenn die übergroßen Containerschiffe den Panamakanal als unpassierbaren Engpaß umgehen.

Die „Amphore des 20. Jahrhunderts“, der Container, der in seiner Grundform wenig vom „platonischen Idealkörper“ des Kubus entfernt ist, wird weit in das 3. Jahrtausend hinein seine Dienste verrichten, so unauffällig, daß kaum ein technisches Museum ihm einen eigenen Platz einräumt. Gerade das alltäglich Präsente verweist auf die Bedeutung des darin verkörperten Systems.

Jobst Broelmann

Foto: Jobst Broelmann, München

Container in Sindbads Häfen: Güterumschlag in Oman 1999.



Visionen

Das Römer-Archiv im Deutschen Museum

VON EVA A. MAYRING

Technische Projekte und Visionen in eine für jeden faßliche und anschauliche grafische Gestaltung umzusetzen, war die besondere Begabung der Zwillingsbrüder Hans und Botho von Römer (1896-1970/1980). Ihre Plakate und Buchillustrationen erreichten ein großes Publikum und hatten einen wesentlichen Anteil daran, daß Deutschland in den 1920er Jahren „airminded" wurde. Die Entwürfe entstanden in dem von ihnen gegründeten „Atelier für künstlerische und technische Propaganda" (1924-70).

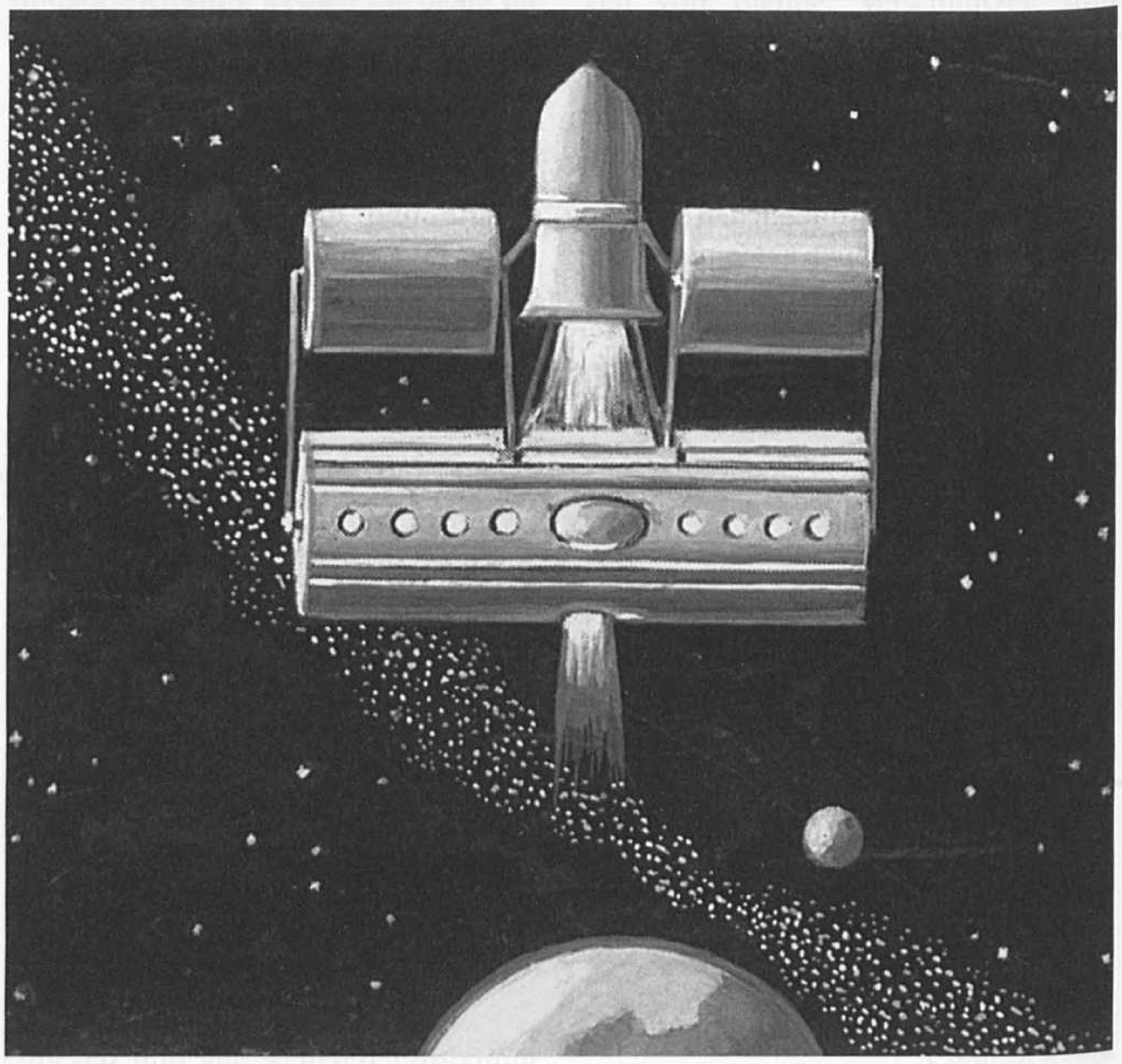
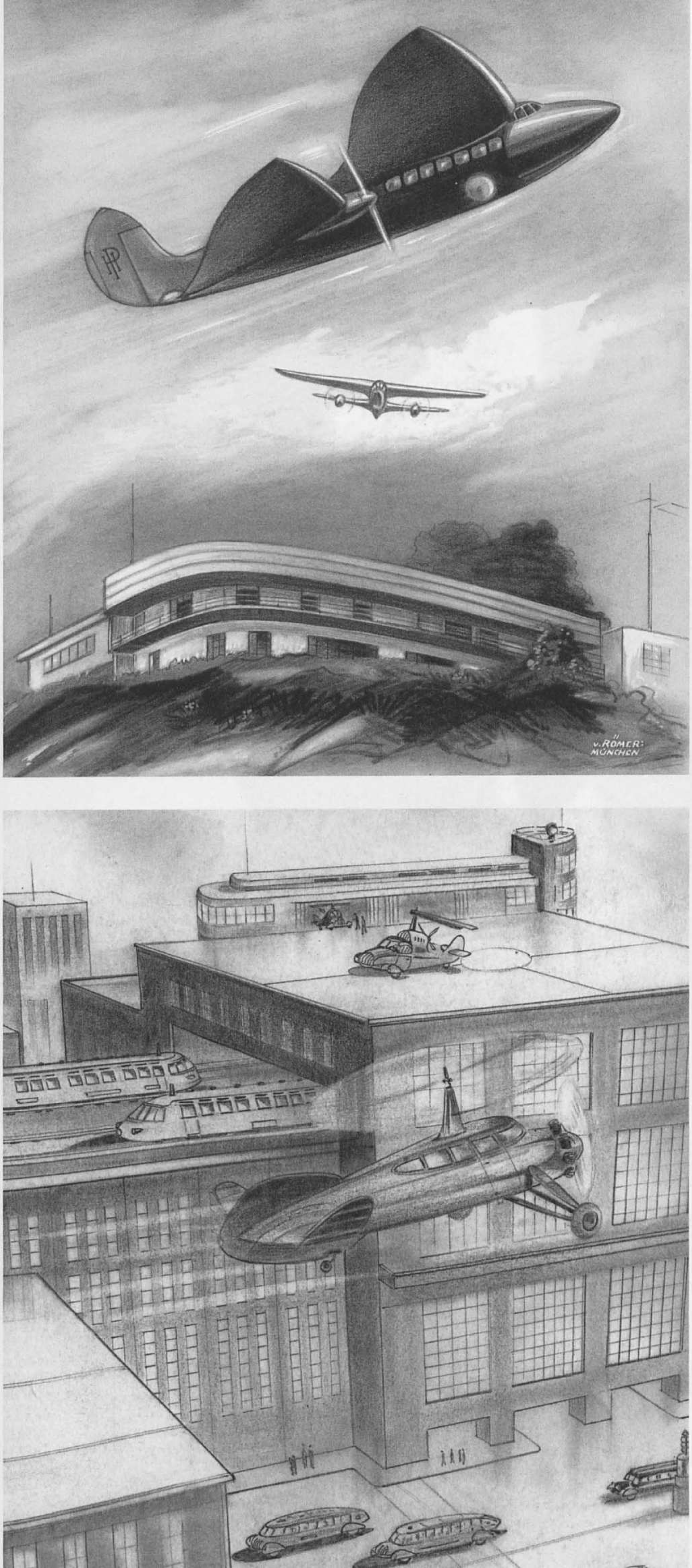
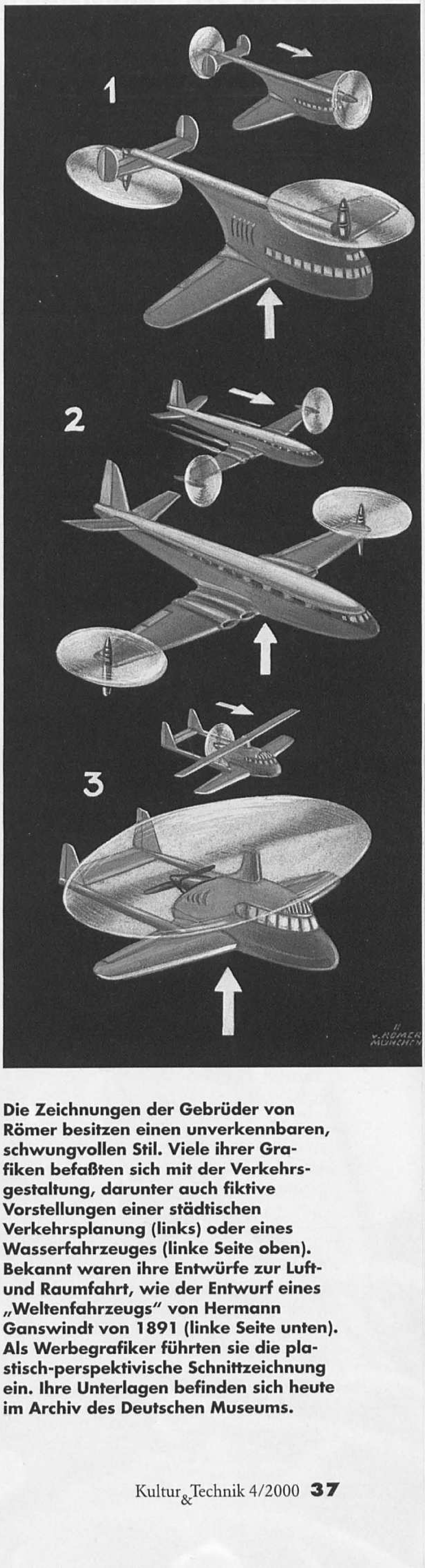


Abb.: Deutsches Museum München





Die Zeichnungen der Gebrüder von Römer besitzen einen unverkennbaren, schwungvollen Stil. Viele ihrer Grafiken befaßten sich mit der Verkehrsgestaltung, darunter auch fiktive Vorstellungen einer städtischen Verkehrsplanung (links) oder eines Wasserfahrzeuges (linke Seite oben). Bekannt waren ihre Entwürfe zur Luft- und Raumfahrt, wie der Entwurf eines „Weltenfahrzeugs" von Hermann Ganswindt von 1891 (linke Seite unten). Als Werbegrafiker führten sie die plastisch-perspektivische Schnittzeichnung ein. Ihre Unterlagen befinden sich heute im Archiv des Deutschen Museums.

Wir Cyborgs

Die Technisierung des Alltags

Von Ulrich Wengenroth

Das zurückliegende 20. Jahrhundert stand im Zeichen der Industrie. Es war das Jahrhundert, in dem industrielle Arbeit die deutsche Gesellschaft ebenso wie die meisten anderen Gesellschaften Europas beherrscht hat. Krieg wie Frieden waren gleichermaßen industrialisiert. Mit dem 20. Jahrhundert findet diese industrielle Epoche jedoch schon wieder ihr Ende.

In das neue Jahrtausend gehen wir, wie Daniel Bell 1973 schon geschrieben hat, als „postindustrielle Gesellschaft", die vom Dienstleistungssektor ebenso geprägt sein wird, wie das 19. Jahrhundert noch von der Arbeit in der Landwirtschaft geprägt war. Selbst Schwellen- und Entwicklungländer nehmen mittlerweile gleich die Abkürzung von der Agrar- in die Dienstleistungsgesellschaft und ersparen sich den europäischen Sonderweg über die Industriegesellschaft.

Am Ende des 20. Jahrhunderts hat die Fähigkeit zum industriellen Produzieren selbst die scheinbar nicht zu stillende Konsumfähigkeit überholt. Die Menschen geben einen immer geringern Teil ihres Einkommens für Industriegüter aus. Die Folge ist das neue Beschäftigungsphänomen der Deindustrialisierung, des unaufhaltsamen Abbaus industrieller Arbeitsplätze. Industrie erscheint aus säkularer Perspektive als Zwischenspiel, wie es Jean Fourastié bereits vor der Mitte des Jahrhunderts vorhergesagt und theoretisch begründet hat. Wenige sozialwissenschaftliche Prognosen haben sich so gut bewährt.

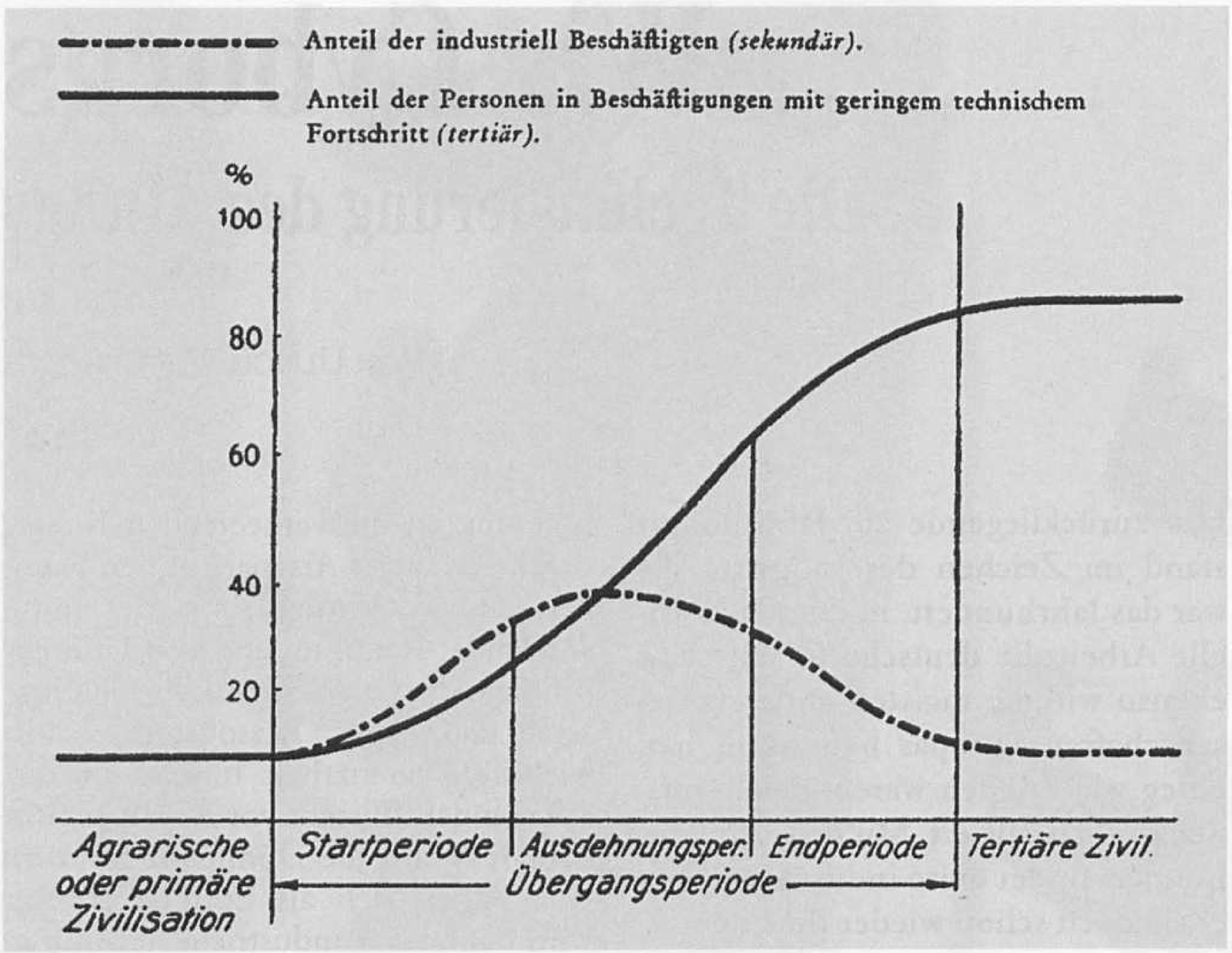
Was bleibt dann von diesem industriellen 20. Jahrhundert außer der Erinnerung an die verheerenden Kriege, deren gewaltiges Arsenal aus den Fabriken und Forschungslabors der Industrieländer stammte, und den Umweltproblemen, die uns die Endlichkeit unserer natürlichen Ressourcen ebenso wie die Begrenztheit unseres vorausschauenden Wissens vor Augen geführt haben? Wenn die Dominanz industrieller Arbeit sich als Episode erweist, wird dann auch industrielle Technik in den Hintergrund treten und einer virtuellen Erlebniswelt Platz machen?

Wohl kaum. Ebenso wenig wie die landwirtschaftliche Produktion in den Industrieländern des 20. Jahrhunderts verschwunden ist. So wie die Abwesenheit von Hunger, die Sorglosigkeit um das früher ganz wörtlich herbeigebetete tägliche Brot Industrie- und nicht Agrargesellschaften auszeichnet, erfährt die Technisierung des Lebens erst in der postindustriellen Dienstleistungsgesellschaft ein Ausmaß und eine Selbstverständlichkeit, die sie paradoxerweise ebenso allgegenwärtig wie nebensächlich erscheinen lassen.

Die Technisierung des Alltags ist im Laufe des 20. Jahrhunderts so weit fortgeschritten, dass sie kaum noch als ein besonderes Phänomen wahrgenommen wird. Selbst die Sorge um den Schutz der Natur, die Natürlichkeit der Nahrung und die Schonung der Umwelt bedient sich in einem Maße technischer Hilfsmittel und Ausdrucksformen, daß das von Menschen unberührt Natürliche der Natur dahinter kaum noch auszumachen ist. Natur tritt in unserem Alltag nur noch technisch überformt und mediatisiert auf. Philosophen sprechen davon, dass wir in einem Technotop – im Unterschied zum Biotop – leben. Unser Habitat ist selbst gemacht und nicht in der Natur gefunden. Natur schließen wir so gut es geht aus oder gestalten sie doch we-

David Sturman mit Data-glove: Technikabhängigkeit des Menschen.

Abb: aus: Siemens Kulturprogramm 1990/91



Übergang von der agrarischen zur tertiären Zivilisation nach Fourastié.

nigstens nach unseren Vorstellungen so weit um, daß sie zwar noch an ihre Herkunft erinnert – was uns anrührt –, aber zugleich unserer Kontrolle und unseren ästhetischen Bedürfnissen möglichst vollständig unterworfen wird.

Auch wenn wir gerade dabei sind, die Industriegesellschaft hinter uns zu lassen, die Technisierung der Welt und des Lebens spitzen sich weiter zu. Das Erbe des industriellen 20. Jahrhunderts ist nicht die Arbeit in den Fabriken, sondern die Alltäglichkeit der Technik, die, wie die Nahrung, von immer weniger Menschen hervorgebracht wird. Oder wieder paradox: Je weniger Menschen in der Industrie arbeiten, umso stärker ist deren Leben von Technik geprägt, findet in technisch erzeugten Lebensräumen statt und wird in seinen kulturellen, gesellschaftlichen und auch ganz intimen Dimensionen technisch vermittelt und erfahren.

Betrachten wir einen ganz normalen Tagesanfang. Geweckt werde ich von einem Radiowecker. Der Sender bezieht seine Zeit über einen wissenschaftlichen Online-Dienst von einer Cäsiumuhr, außerdem Musik von CDs, Nachrichten über Datennetze, Betriebsstrom – wie mein Schlafzimmer auch – von den *Bayernwerken*, die ihrerseits auf Kraftwerke zurückgreifen, die wiederum vernetzt sind und so weiter. Ich stehe auf, wasche mich: regionale Wasserversorgung mit ständiger Überwachung der Wasserqualität, des Wasserdrucks und Bewirtschaftung der Mengen in Stauseen, im Bad Warmwasser dank Gasheizung mit Anschluß an norwegische und sibirische Vorkommen und elektronischer Brennersteuerung zur zeitgerechten Erwärmung. Das Badezimmer ist ebenso wie das Schlafzimmer ein vollständiges Technotop.

Dann geht es weiter mit Frühstück. Die Küche ist ohnehin eine auf elektrische Energie angewiesene Werkstatt mit einer größeren Zahl von Elektromotoren, die meist in Geräte aus synthetischem Material eingebaut sind, um technisch ausgiebig behandelte organische Materialien – ihrerseits Resultat vorangegangener biotechnischer Prozesse der Pflanzen- oder Tierproduktion – für den Verzehr bereitzuhalten, aufzubereiten und zu portionieren. Einem sich selbst überlassenen Biotop bin ich bisher noch nicht mit Bewußtsein begegnet. Jedenfalls keinem, das seinerseits nicht technisch angelegt oder gestaltet worden wäre (Käse, Milch, Brot etc.).

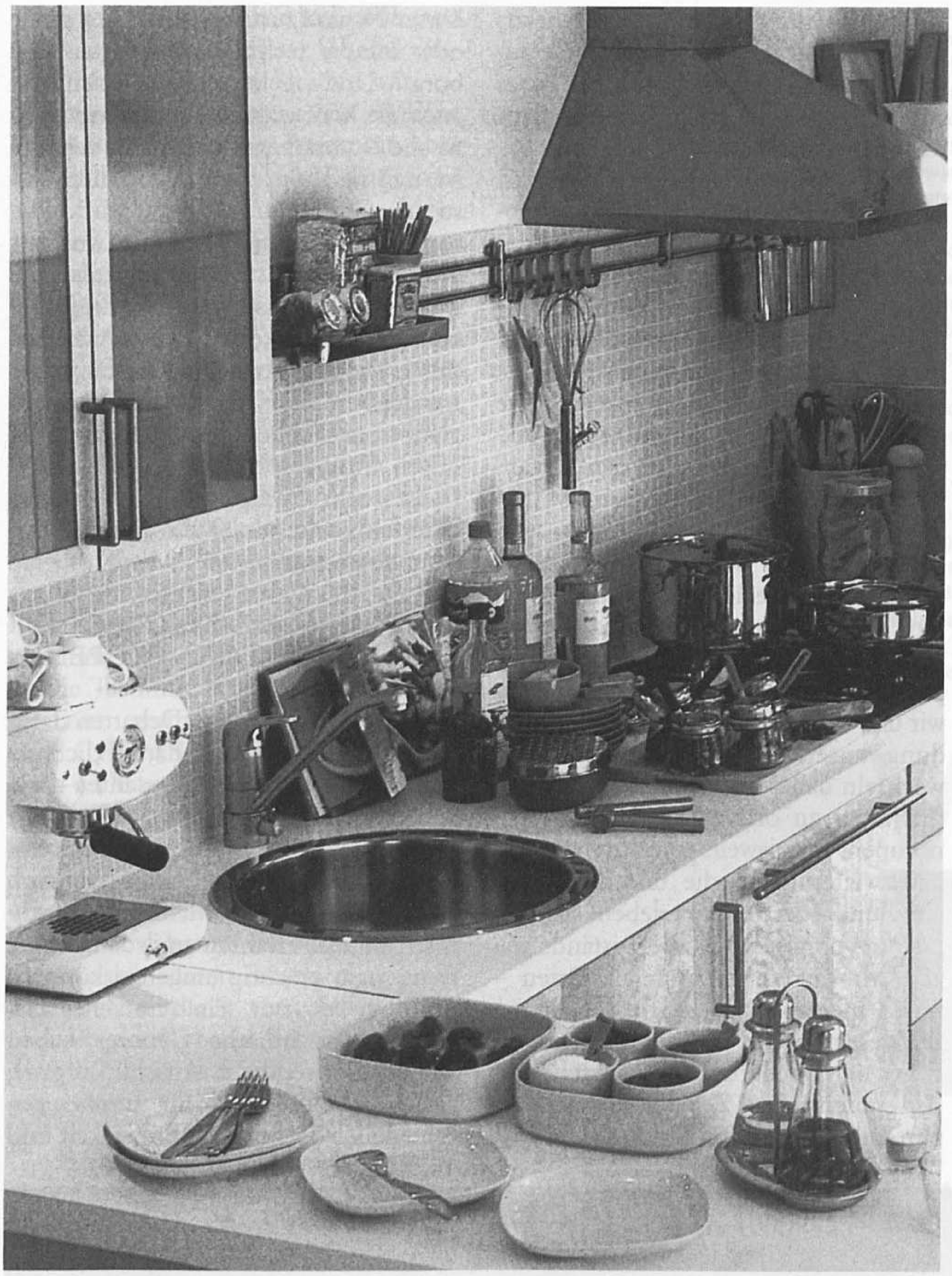
Doch wenn unsere Habitat nur als technisches oder doch zumindest technisch gestaltetes Gebilde zu begreifen ist, was ist dann mit uns? Sind wir die natürlichen Wesen, die sich dieser Technik bedienen? Ist unser Verhältnis zur technisierten Welt rein instrumentell? Oder haben wir an dem historischen Prozeß der Technisierung vielleicht intensiver teilgenommen, als uns auf Anhieb bewußt ist?

Aus der Science-fiction-Literatur kennen wir den Cyber-Space, bewohnt von Cyborgs, die uns oft gerade so ähnlich sehen, daß wir uns mit ihnen für zwei Kinostunden identifizieren können. Ein wenig verwandt erscheinen sie uns schon, sonst würden sie nicht so starke, gut zu vermarktende Gefühle auslösen. Wie weit geht diese Ähnlichkeit am Ende des 20. Jahrhunderts? Gilt am Ende auch hier, wie Hegel einmal bemerkte, daß die Eule der Minerva, der Weisheit, erst in der Abenddämmerung fliegt? Daß wir erst gegen Ende einer Entwicklung bemerken, wo sie uns hingeführt hat?

Nach dem großen Webster sind „*cybernetic organisms*“, kurz „Cyborgs“: „hypothetische menschliche Wesen, die für ein Leben unter nichtirdischen Verhältnissen durch die Hinzufügung künstlicher Organe oder anderer Körperteile modifiziert wurden“. Das „Große Fremdwörterbuch“ des Duden versteht unter einem „Cyborg“ die „In-

Johnny Mnemonic. Eine Selbstinstallation als künstlicher Mensch von Keanu Reeves.

Abb. Aus Fourastié, siehe Literaturhinweise (o.); Film Museum Berlin/Deutsche Kinemathek (u.)



Der Alltag ist am Ende des 20. Jahrhunderts ohne Technik nicht denkbar.

tegrierung technischer Geräte in den Menschen als Ersatz oder zur Unterstützung nicht ausreichend leistungsfähiger Organe (z.B. bei langen Raumflügen)". Läßt man die illustrierende Klammer vorerst außer Betracht und denkt an Verhältnisse, die Menschen im naturbelassenen Körperzustand nicht überstehen – und das ist im Grunde gemeint –, so fällt es nicht schwer, Cyborgs aufzufinden. Extremsportler, die durch die Antarktis oder die Wüste Gobi wandern, die Himalayagipfel erklimmen oder an Korallenriffs tauchen, sind dann ganz sicher Cyborgs, die durch künstliche Organe und Hinzufügen von Körperteilen in ihrer selbst gewählten Umwelt überhaupt nur überlebensfähig sind. Die Unterschiede zu Astronauten sind eher graduell, weniger grundsätzlich.

Nun sind wir typischerweise nicht in solchen Gefilden unterwegs, so daß diese Extreme zu einer Phänomenologie unserer Alltagstechnik wenig taugen. Doch wo liegen die Grenzen; und sind sie überhaupt scharf zu ziehen? Gehen Sie dafür gedanklich zurück zu den Morgenroutinen im häuslichen Technotop.

Das Teiltechnotop Bad verlasse ich in der Regel leicht bekleidet und komplettiere dies in einem Nebenraum bis zu einem Zustand, in dem ich mich vor die Haustüre traue. Unser aller Kleider sind nun aber technische Produkte. Wenn man will Organergänzungen – auf jeden Fall der isolierenden und der semiotischen Funktion der Haut, aber dank der Taschen, Gürtel und Riemen auch mit diversen Tragefunktionen, die mehr als eine Hand ersetzen können. Sie sind also multifunktional, wie wir heute sagen würden. Besonders interessiert in diesem Fall die semiotische Funktion der Kleidung, das heißt ihr Zeichen- oder Informationscharakter, dessen Herstellung stärker in den Preis der Kleidung eingeht als ihre schützende Funktion. Diesen semiotischen Charakter gering zu schätzen oder gar gedanklich zur Disposition zu stellen, hieße menschliche Kultur auszublenden und würde uns in eine unerhebliche Primatendiskussion führen.

Es ist hier wichtig, daß wir mittlerweile recht wenig im engen Sinne materielle Bedürfnisse haben, sondern viel mehr kulturelle Bedürfnisse, die materieller Träger bedürfen, ohne daß diese Träger jedoch zum Selbstzweck – am Ende gar technischer, ingenieurwissenschaftlicher Rationalität – werden, wie oft mißverstanden wird. Es geht um Bedürfnisse nach Zeichen, die wir an unsere Umgebung aussenden, um akzeptiert und verstanden zu werden, das heißt um überhaupt als soziale Wesen agieren zu können. Kleider sind ein Musterbeispiel hierfür. Sie sind semiotische Organerweiterungen, die unser soziales und damit letztlich auch physisches Überleben garantieren oder doch zumindest ermöglichen. Sonst könnten wir ja bei warmen Wetter auch nackt oder bei Kälte und Regen alle in denselben Kleidern gehen.

Wenn es um die frühmorgendliche Organergänzung geht, dann haben wir realistischerweise gar keine Wahl! Die Cyborgisierung des Körpers wird sozial durchgesetzt. Ganz abgesehen von meinen Zahnplomben, die ich zum Kauen brauche und meiner Brille, die ich aufsetzen muß, um die Zeitung lesen zu können oder auch nur die Fingernägel ohne Verletzungen zu säubern und zu schneiden.

Sie mögen jetzt einwenden, daß wir zur Not auch nackt mit ungeschnittenen Fingernägeln und ohne Zeitungslektüre leben könnten. Das ist ein Ra-

Abb.: aus IKEA-Katalog 2000

dio-Eriwan-Argument: Im Prinzip ja, aber nicht hier! Nicht auf dieser heutigen Welt in der heutigen Gesellschaft; auf jeden Fall nicht lange, ohne daß wir eingesperrt, ruhiggespritzt und dann eben doch zwangsbekleidet werden. Schon die Verweigerung der ganz trivialen Haut-Organerweiterung durch die technischen Produkte der Bekleidungsindustrie führt in unserer Welt zu schweren Dysfunktionalitäten, die ein dauerhaftes Existieren in dieser Form unwahrscheinlich werden lassen. Das hält man nicht sehr viel länger aus, als ein beliebiges Korallenriff ohne frische Sauerstoffflaschen.

Fahren wir in dem Tagesablauf noch einen Moment fort. Irgendwann hört die häusliche Beschaulichkeit auf und wir müssen zur Arbeit. Zu Fuß ist's zu weit, also fahren wir mit Zug, S- und U-Bahn, einige mit dem Fahrrad oder Motorrad, doch die meisten mit dem Auto. In jedem Falle verschmelzen wir mit einer Arbeitsmaschine der Ortsveränderung und bewegen uns entweder als Kollektivcyborg oder als Individualcyborg Richtung Arbeitsplatz. In der häufigsten Form als Autofahrt geht die Mensch-Maschine-Verschmelzung so weit, daß die Cyborgs einander an der Maschinenhülle erkennen und auch über diese miteinander oder übereinander kommunizieren. „Hat mich so ein roter Opel überholt." Oder: „Dem BMW pressiert's aber sehr." In den Autos ist je nach Wetter geheizt, gelüftet oder gar gekühlt. Die Geräusche kommen zum Teil aus dem Inneren der Maschine, zum Teil aus dem Radio.

Die Cybernetics im engeren Sinn liefern die einfachen optischen und optisch-elektronischen Zeichenwelten des durchkreuzten Raumes, die Leitstelle Bayern 3 und verschiedene Bordinstrumente, gestützt vom jeweiligen Zustand des Geräuschhintergrunds. Die Beschaffenheit des Untergrunds, sowie gelegentliche Winde spüren wir als taktile Dissonanzen zwischen den Organverlängerungen Hand-Steuerrad und Gesäß-Fahrersitz.

Als nun gar mehr hypothetische, sondern sehr reale „menschliche Wesen, die ... durch die Hinzufügung künstlicher Organe oder anderer Körperteile modifiziert wurden", bewegen wir uns wie Astronauten bei der Erkundung unseres eigenen Planeten. Wir wechseln dabei im Laufe des Tages von ortsfesten zu ortsveränderlichen Technotopen mit jeweils spezifischen Organerweiterungen, die unser körperliches und soziales Überleben sichern. Nicht cyborgisierte Körperzustände wagen wir nur an besonderen Orten – selbst meistens gut geheizte oder zumindest trockene Technotope – und in enger und wiederholter Absprache mit den potentiellen Zeugen dieses seltenen und heiklen Zustandes.

Unser Normalzustand ist der des mehr oder minder technikmodifizierten Cyborgs. Und als solches nehmen wir auch die Welt wahr, wobei unsere technische Komponente uns oft so vertraut ist, daß sie kaum mehr miterfahren, also im Grunde transparent wird. Die technische Organerweiterung wird als ein Teil von uns selbst erfahren. Sie wird ebenso transparent, wie die Brille oder das Mikroskop, durch die wir hindurchschauen. Am Ende erscheint sogar der Fernseher transparent und man glaubt tatsächlich, den Mars oder Herrn Stoiber zu sehen – oder vielleicht sogar Europa im Satellitenbild oder einzelne Moleküle „durch" das Tunnelrastermikroskop.

IRDISCHE CYBORGS IN IHREN TECHNOTOPEN

Man könnte nun lange Debatten darüber beginnen, was wir da wirklich sehen und – sehr viel interessanter – wie unsere Weltwahrnehmung durch die unterschiedlichen Reichweiten unserer Organverlängerungen kanalisiert wird. Tatsache bleibt, daß wir die Welt technisch medial erfahren und damit meistens sogar prächtig umgehen können; und sei es nur ein einfaches Telefonat. Als irdische Cyborgs haben wir die notwendigen Anschlußorgane, sprich -technologien für unsere verschiedenen Technotope entwickelt und

Cyborgs in München auf dem Weg zur Arbeit – und Umweltschäden durch Autoabgase.

Foto: © Gesellschaft für ökologische Forschung München/Oswald Baumeister

existieren körperlich wie kulturell ganz überwiegend durch diese. Sie uns wegzunehmen oder zu bestreiten, wäre eine sicher schon auf kurze Frist tödliche Verstümmelung, ganz bestimmt aber das Ende unserer Identität und Integrität.

Die Debatte, ob Technik ein Segen oder ein Fluch sei, ist am Ende des 20. Jahrhunderts irrelevant. Mehr noch: Sie ist Ausdruck der Unfähigkeit zur Selbstwahrnehmung ebenso wie einer unverantwortlichen Flucht vor den moralischen Fragen der Gegenwart. Gegenwärtige Menschen sind ohne Technik gar nicht denkbar, da sie erst durch sie konstituiert werden. Nehmen Sie die Technik weg, dann haben Sie ein Wesen, das mit uns Menschen am Ende des 20. Jahrhunderts keine geistige Ähnlichkeit mehr aufweist.

Die Technisierung des Alltags in ihrer nur vermeintlichen Zuspitzung zum Cyborg ist eben nicht nur und noch nicht einmal vorwiegend eine des Körpers. Und wir brauchen dazu in Westeuropa mittlerweile noch nicht einmal ein Drittel der Erwerbstätigen, um die technischen Komponenten herzustellen, während die übrigen zwei Drittel sich damit beschäftigen, auf welche tausendfach verschiedenen Arten sich die Cyborgs des 21. Jahrhunderts in ihrem technisierten Alltag begegnen. □

LITERATURHINWEISE

Jean Fourastié, Die große Hoffnung des Zwanzigsten Jahrhunderts, Köln-Deutz 1954.

Ulrich Wengenroth: Technischer Fortschritt, Deindustrialisierung und Konsum. Eine Herausforderung für die Technikgeschichte, in: Technikgeschichte 65/1997).

Technikgeschichte Band 65/1998) Heft 4, Themenheft „Die Technisierung des täglichen Lebens".

DER AUTOR

Ulrich Wengenroth, geboren 1949, Dr. phil., ist Ordinarius für Geschichte der Technik an der Technischen Universität München, Münchner Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte, in dem verschiedene Forschungsinstitute koordiniert sind und an dessen Gründung er maßgeblich beteiligt war.

Als Franziskanermönch wurde er in die Zahlenmystik eingeführt; als praktisch denkender Lehrer wollte er mit Zahlen nicht nur Gott, sondern auch den Menschen dienen. 1494 erschien sein „Handbuch der angewandten Mathematik", gegen den lateinischen Stil der Zeit italienisch geschrieben, in der Sprache des Volkes: Denn die abstrakte Wissenschaft wollte er für den Bürger nutzbar machen. So handelte der dritte Teil des Handbuchs von der Doppelten Buchführung.
Bei den Kaufleuten von Venedig, wo Pacioli sie kennenlernte, war sie schon seit zwei Jahrhunderten üblich – aber erst Pacioli erhob sie zum System und zur Forderung und gab ihr überdies das Layout der aufgeschlagenen Doppelseite: links das Soll und rechts das Haben. Leonardo da Vinci war von Paciolis Lehre tief beeindruckt, befreundete sich mit ihm und illustrierte Paciolis Buch vom Goldenen Schnitt.

Vorbilder

Luca Pacioli (1445–1514)

Goethe nannte die Doppelte Buchführung „eine der schönsten Erfindungen des menschlichen Geistes", der Nationalökonom Werner Sombart verglich sie mit Galileis System. Sie verbindet das mathematisch Zwingende mit dem Alltagstauglichen und der perfekten Kontrolle, ja mit einer schlüssigen Optik, die den Goldenen Schnitt ins Rechnungswesen holt. Mehr können auch wir nicht wollen – und uns insofern Pacioli nach einem halben Jahrtausend immer noch zum Vorbild nehmen.

Software für individuelle Informationssysteme

ÜBER JEDEM STANDARD

s d & m
software design & management

München
Stuttgart
Frankfurt
Bonn
Düsseldorf
Hannover
Hamburg

Auf Walzen walzen

Freizeitsport-Training zu Beginn des Jahrhunderts

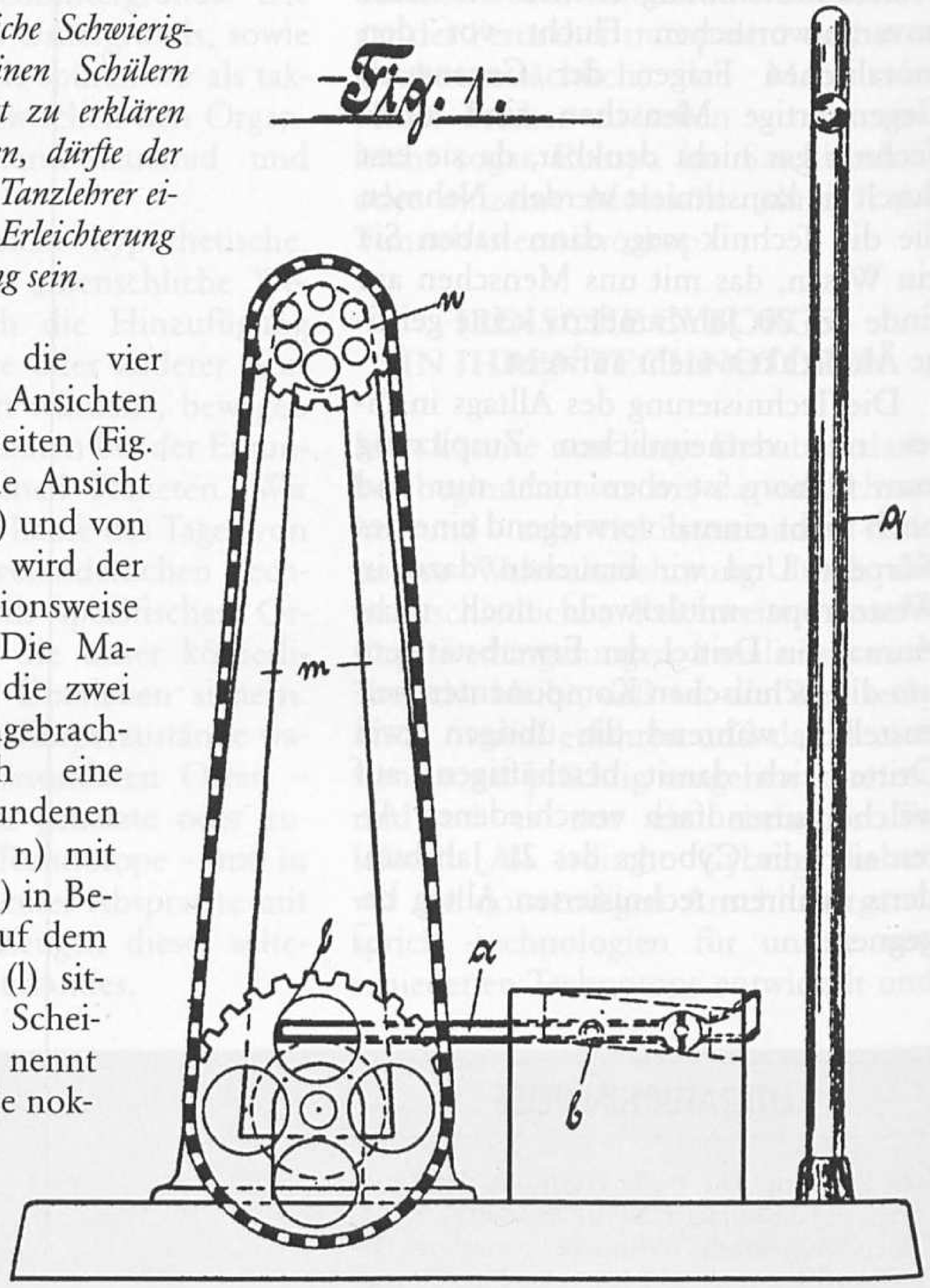
VON ERNST H. BERNINGER

Jogging und Mountain-Biking harrten in der Neuen Welt noch ihrer Erfindung und der Politiker auch in der Alten, die damit gegen Ende des 20. Jahrhunderts Staat zu machen versuchten, als ein Erfinder vor fast 100 Jahren in der Mechanisierung die zukunftsträchtige Dimension des Freizeitsports erkannte. Was damals zu Walzertakten begann, hat heute in Form von Techno einen hohen Grad an Vollkommenheit erreicht.

Am 6. Dezember 1911 wurde beim Kaiserlichen Patentamt für Christoph Herzog aus Erlangen das Patent Nummer 247483 erteilt. Sein Patentanspruch lautete: „Mechanische Vorrichtung zum Erlernen von Tanzschritten, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Fußplatten durch Walzen, die mit entsprechenden Erhöhungen versehen sind, in der dem zu erlernenden Tanz entsprechenden Weise gehoben, gesenkt, zugleich zurückgezogen werden und mittels an den Fußplatten angebrachter Laufrollen auf einer schiefen Ebene in die Anfangsstellung zurückrollen."

Das klingt eigentlich recht einfach. Die Beschreibung samt dem groß gedruckten Titel findet denn auch auf der ersten Seite der Patentschrift Platz, die dann nun noch durch ein Blatt mit erläuternden Abbildungen ergänzt wird. Der Text beginnt recht allgemein:

> *Die Erfindung hat den Zweck, einer das Tanzen lernenden Person den erforderlichen Schritt, im gegebenen Falle den Walzerschritt, in der Weise mechanisch einzuprägen, daß die Person in verhältnismäßig kurzer Zeit imstande ist, den Walzer ohne Apparat zu tanzen. Da es zur Genüge bekannt ist, daß es dem Tanzlehrer außerordentliche Schwierigkeit bereitet, seinen Schülern den Walzerschritt zu erklären bzw. beizubringen, dürfte der Apparat für den Tanzlehrer eine wesentliche Erleichterung und Unterstützung sein.*



Betrachtet man die vier Zeichnungen, die Ansichten von den beiden Seiten (Fig. 1 und Fig. 3), die Ansicht von hinten (Fig. 2) und von oben (Fig. 4), so wird der Geübte die Funktionsweise leicht erkennen. Die Maschine wird über die zwei am Ständer (m) angebrachten und durch eine Gliederkette verbundenen Zahnräder (l und n) mit der Handkurbel (o) in Bewegung gesetzt. Auf dem unteren Zahnrad (l) sitzen zwei breite Scheiben (c), Herzog nennt sie „Laufrollen", die nokkenartige Zapfen (i) tragen und so die aufliegenden Fußplatten (a) heben können. Die Fußplatten haben ein Scharnier (b), um dem Fuß des Tänzers besser angepaßt zu sein; sie sind an ihren vorderen Enden in den Blöcken (d) wie in einer schiefen Ebene mit Laufrollen (c) geführt.

Auf den Unterseiten der Fußplatten befindet sich je eine spitz zulaufende Erhöhung (k), in die die Nocken (i) eingreifen und die Fußplatten ein Stück nach hinten schieben. Die jeweils folgende Vorwärtsbewegung geht wegen der Führung auf der schiefen Ebene dann selbsttätig vor sich. Damit der Tänzer das Gleichgewicht nicht verliert, hat der Erfinder eine feste Haltestange (q) mit Handgriffen (p) vorgesehen.

Wenn wir diese Erfindung aus dem zeitlichen Abstand von fast 100 Jahren betrachten, so kommen gelinde Zweifel, ob selbst in der Zeit der festlichen Redouten und des *bal paré*, der bürgerlichen Tanztees und der Hofbälle bei den Tanzmeistern tatsächlich der Wunsch nach einer solchen Maschine bestand? Sieht der Apparat nicht wie der Vorläufer eines Trainingsgerätes aus einem Fitneßstudio unserer Tage aus? Selbst für den Betrachter, der kein akti-

Fig. 2.

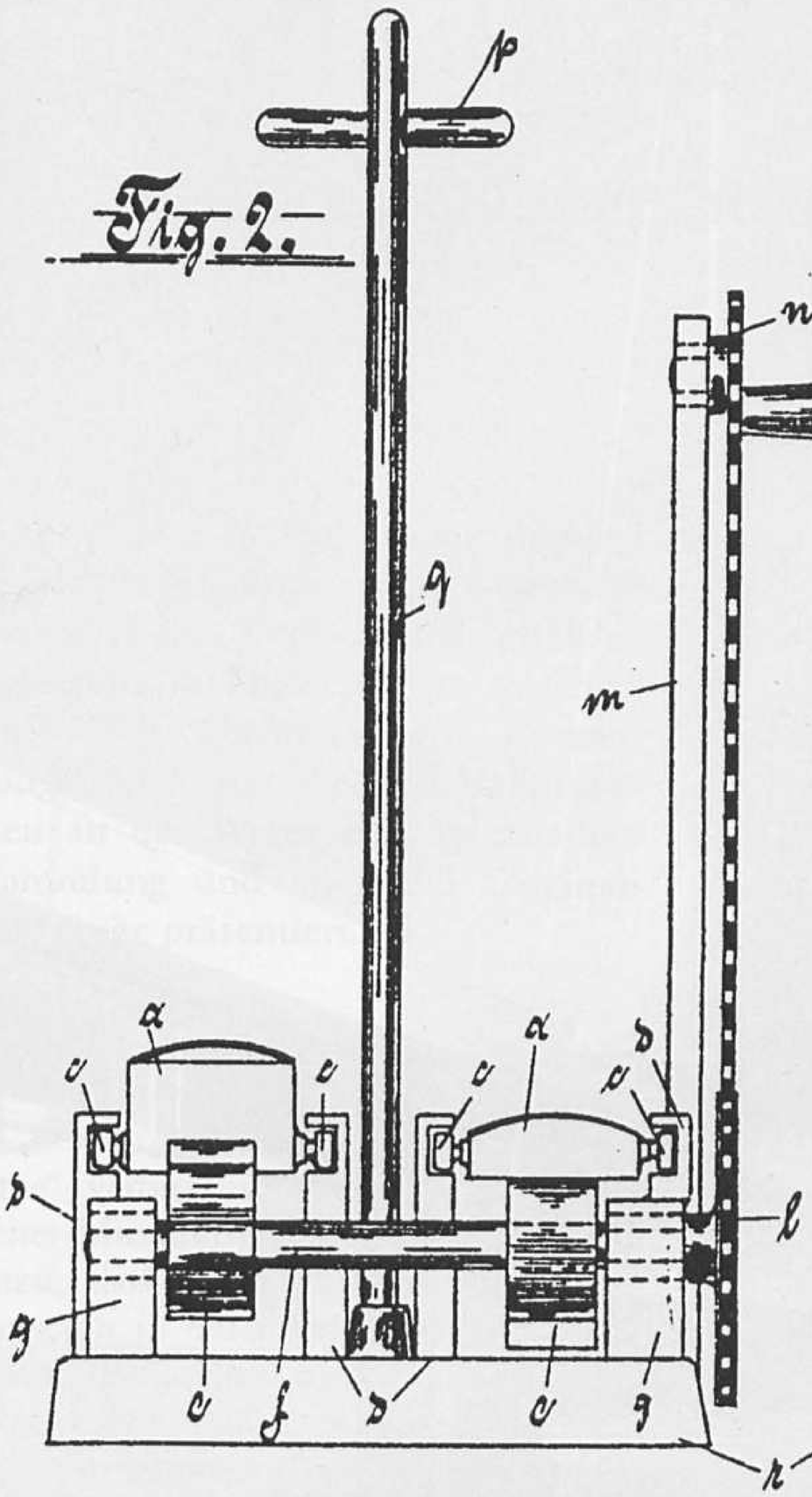


Fig. 3.

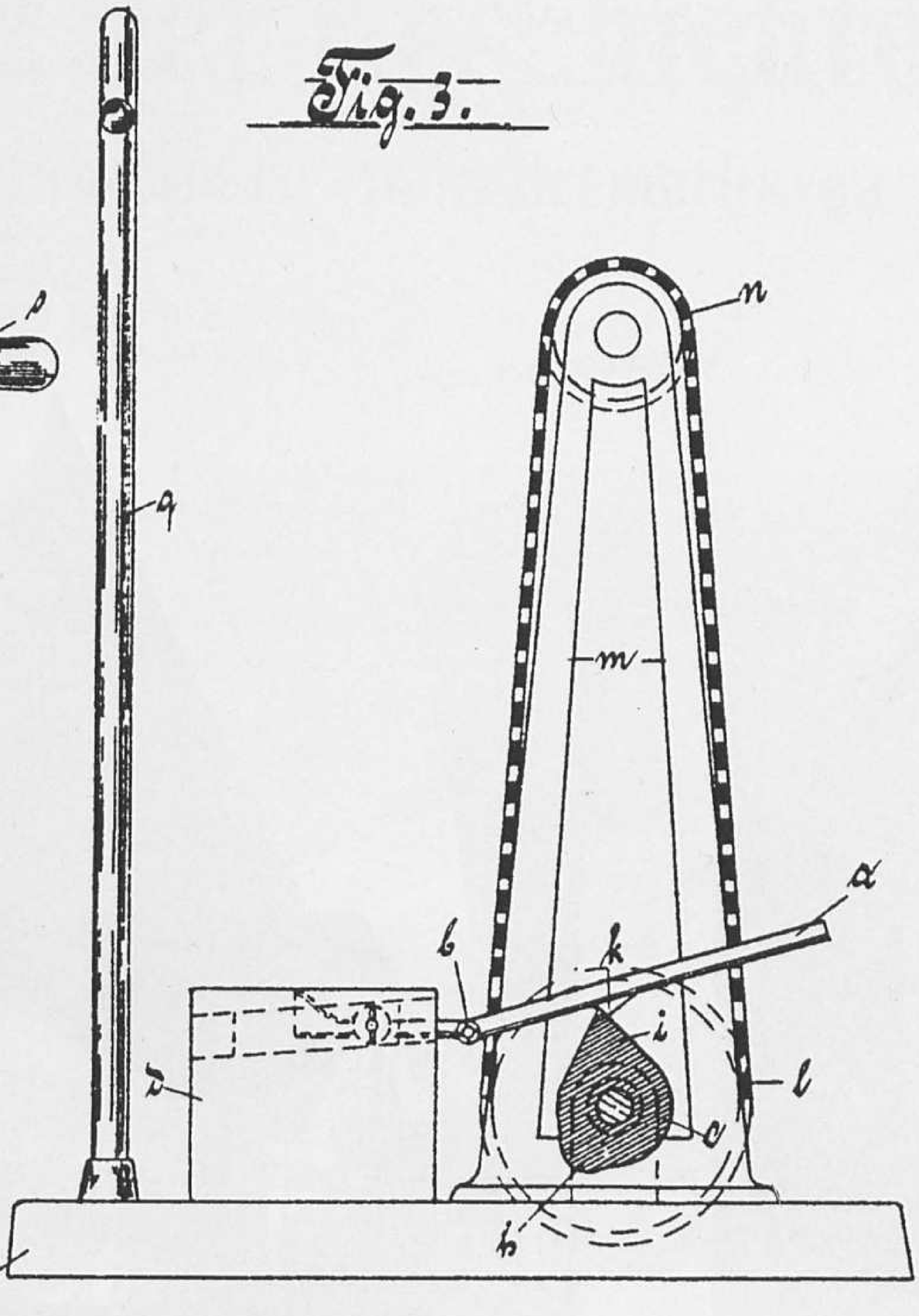
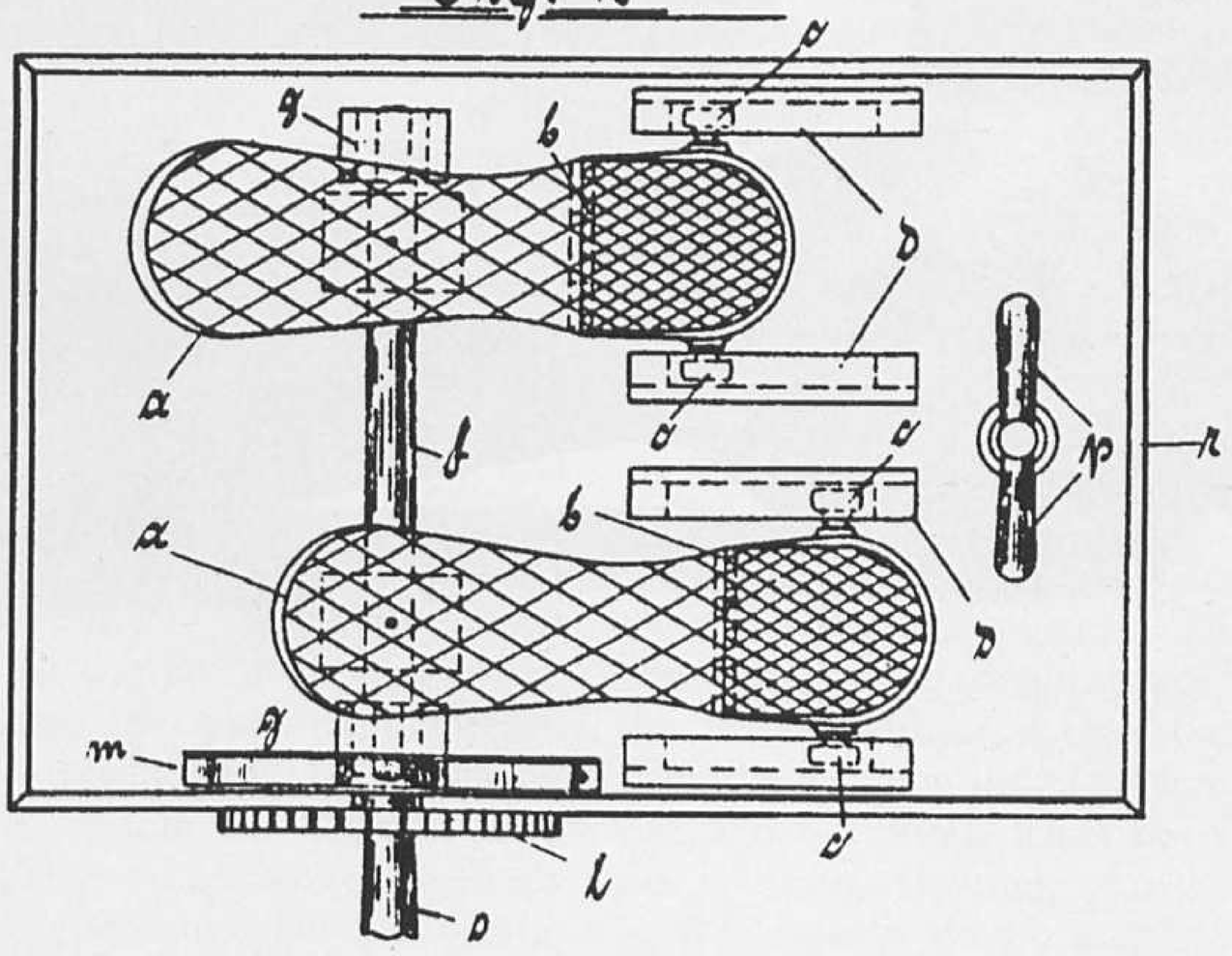


Fig. 4.



ver Tanzsportler ist, mögen sich solche Fragen einstellen. und er wird vielleicht an E. T. A. Hoffmanns Erzählung *Der Sandmann* denken, wie dort der Student Nathanael mit Olimpia, der Automatenpuppe des Optikus Coppelius tanzt.

> *Er glaubte sonst recht tacktmäßig getanzt zu haben, aber an der ganz eigenen rhythmischen Festigkeit, womit Olimpia tanzte und die ihn oft ordentlich aus der Haltung brachte, merkte er bald, wie sehr ihm der Takt gemangelt …*

Der humanistisch gebildete Moralist Sebastian Brant räsoniert über das Tanzen zum Schluß:

> *Ich hielet nah' die für narren gantz*
> *Die freüd vnd lust hant jn dem dantz*
> *Vnd loffen vmb als werens toub*
> *Müd füß zü machen jnn dem stoub.*

Der Neubau des
Deutschen Schiffahrtsmuseums
in Bremerhaven.

Ankerplatz der Geschichte

Das Deutsche Schiffahrtsmuseum in Bremerhaven

Von Jobst Broelmann

Am 31. Mai 2000 eröffnete Bundespräsident Johannes Rau den Erweiterungsbau des Deutschen Schiffahrtsmuseums in Bremerhaven, das nun auf 7.500 Quadratmetern Ausstellungsfläche und in einem Hafenbekken an der Weser eine reichhaltige Sammlung und über 100 Originalfahrzeuge präsentiert.

Bremerhaven – hinter dem Standort dieses „nationalen Museums“ verbirgt sich ein Kapitel deutscher Museumsgeschichte. Wie kam es dazu, daß ein nationales Schiffahrtsmuseum in einer der jüngsten Hafenstädte des Landes und in einer dünnbesiedelten Randzone errichtet wurde? Die „üblichen“ Orte europäischer Schiffahrtsmuseen waren bisher Landesmetropolen oder jahrhundertealte Hafenstädte, die zudem über eine wissenschaftliche Infrastruktur von Universitäten verfügten. Dies galt ehedem ebenso für Berlin mit dem 1906 eröffneten Museum für Meereskunde, bis die geteilte Hauptstadt nach 1945 diese Funktion verlor, die in der DDR dann die Hafenstädte Rostock und Stralsund übernahmen.

In der Bundesrepublik waren es nicht etwa Hamburg oder Bremen, die bereits Sammlungen und Museen besaßen; diese, aber auch mangelnde Initiativen verhinderten eher, daß es hier zum „großen Wurf“ einer Neugründung kam. Der Grundstock, der sich in Bremerhaven fand, war dagegen klein, aber tragfähig.

Zunächst war die *Seute Deern*, der letzte deutsche hölzerne Großsegler, in ein nicht mehr genutztes Hafenbecken verholt worden, dort, wo die Weser in die Nordsee fließt und täglich Hochsee- und Küstenschiffe vorüberziehen.

Das Schiffahrtsmuseum im Überblick: das alte Gebäude von Hans Scharoun (Mitte), der moderne Neubau (links) und die Museumsschiffe im Hafenbecken (rechts).

Diesen Ort anschaulicher, aktueller Schiffahrt bereicherte Bremen mit einer historischen Kostbarkeit und dem größten archäologischen Schatz des Museums: der in den Jahren 1962 bis 1965 ausgegrabenen Bremer Hansekogge von 1380, die zum erstenmal ausführliche Kenntnisse über das wichtigste Fahrzeug der Hanse vermittelte.

Die Kogge (Abbildung auf der nächsten Seite) wurde im Museum aus über 2.000 Holzteilen zusammengesetzt und veranschaulichte, in ein Glasbecken mit Polyethylenglykol versenkt, über Jahre die museale Aufbereitung, bis sie jetzt bei der Eröffnung des Erweiterungsbaues frei präsentiert werden konnte. Schlicht, aber überzeugend verkörpert sie nun das Selbstbewußtsein der Hanse und symbolisiert als Emblem des Museums durch den langwierigen Konservierungsprozeß auch die notwendige Beharrlichkeit der Museumsarbeit, die überwiegend auf den Erhalt von Objekten fixiert ist. Die daran geknüpfte Restaurierungs-Forschung gehört seitdem zum festen Bestandteil der inhaltlichen Arbeit.

Zu diesem Grundstock gesellte sich eine umfangreiche private Kunstsammlung, die seither die Qualität der Ausstellung prägte.

Der Entwurf für das ehrgeizige Museum stammt von Hans Scharoun, einem der bekanntesten Nachkriegsarchitekten, der in Bremerhaven aufgewachsen war und die Umgebung der Hafenstadt in den ihr zugewandten Facetten und Fensterflächen des Gebäudes einbezog. Dadurch wird der Blick in das Museum ebenso interessant wie jener aus dem Museum, auf den Museumshafen oder den Weserverkehr, den auch die im Haus nachgebaute Kommandobrücke eines Frachtschiffes als natürlichen Hintergrund aufgreift.

Fotos: Jobst Broelmann, München (l.); © Egbert Laske/Deutsches Schiffahrtsmuseum Bremerhaven (r.)

Die Hanse-Kogge von 1380, ein sensationeller Fund (oben), und traditionelle Arbeitsboote im Mittelschiff des Neubaus (links).

Das junge Museum verharrte nicht in der Selbstgefälligkeit des exquisiten Kleinodes. Da die Sammlungen und Exponate allein einen nationalen Anspruch nicht erfüllen konnten, galt ein zweites Standbein der Forschung. Hierin und in einer fruchtbaren Publikationstätigkeit erlangte das Museum bald überregionale Bedeutung, so daß es bereits neun Jahre nach seiner Gründung auf die „Blaue Liste" der von Bund und Ländern gemeinsam finanzierten Forschungsstätten aufgenommen wurde. Eine Einrichtung, die – der Name trügt – nicht nur Schiffahrtsmuseen fördert, sondern von der zum Beispiel auch das Deutsche Museum in München profitiert.

Die geglückte Kombination aus historischer Forschung und darauf basierendem zielbewußtem, findigem Sammeln führte zu einer sehr reichhaltigen, objektbezogenen Präsentation, die den Besucher unmittelbar anspricht und durch ihre Fülle und Vielschichtigkeit gefangennimmt, wenn nicht sogar überwältigt. Nicht vergessen seien hier schließlich als Grundlage der Forschung die Einrichtung und der Aufbau eines Archivs und einer Fachbibliothek.

Inhaltlich und räumlich gegliedert ist die Ausstellung in Zwischendecks und Rampen nach den Aufgabenbereichen der Schiffahrt. Das Verkehrswesen allein umfaßt hier die Aktivitäten der Römer auf Rhein und Donau, die Zeit des Mittelalters und der Hanse, den zunehmenden holländischen Einfluß, abgelöst durch die Impulse der (englischen) industriellen Revolution, die in den Techniken des Dampfantriebs durch den originalen Maschinenbereich des Raddampfers *Meißen* von 1881 und Exponate des Stahlschiffbaus präsentiert werden und schließlich im Reaktorleitstand des ersten und letzten atomgetriebenen Frachters Deutschlands, *Otto Hahn*, ihren Abschluß finden.

Parallel dazu wird die Auswirkung der Handelsbeziehungen auf die Wohnkultur dieser Epochen illustriert, auf Möblierung und Geschirr. Ähnliches gilt für die weiteren Bereiche, die sich dem militärischen Aspekt und dem Aufbau der Deutschen Flotte, dem Fischfang, der Navigation, dem Rettungswesen und dem Sport widmen, wobei immer auch auf deren Widerhall in künstlerischer Dimension verwiesen wird.

Beim Aufbau des Museum konnten seine Schöpfer den Umstand nutzen, daß etablierte Museen oder Abteilungen mit bestehenden Sammlungen in ihrer räumlichen Enge oder Abgelegenheit notgedrungen nicht immer ihren „Bewahrungsauftrag" erfüllen konnten. So fand das große U-Boot *Wilhelm Bauer*, dessen Überführung nach München der damalige Direktor des Deutschen Museums, Theo Stillger, noch ernsthaft erwog, schließlich eher mühelos den Weg in den Museumshafen Bremerhavens, wo es, über einen Förderverein betrieben, heute eine kommerziell nutzbare Attraktion darstellt.

Scharouns maßgeschneiderte Architektur mußte bei schnell wachsenden Sammlungen und Beständen zu Engpässen führen. Der Erfolg des Museums läßt sich daran ermessen, daß bereits wenige Jahre nach seiner Eröffnung eine Vergrößerung der Ausstellungsfläche erwogen wurde. Im Jahr 1987 regte der Wissenschaftsrat eine Erweiterung des Museumsgebäudes wie der Forschung an, die sich nun auch der „Geschichte der Erforschung der Meere und der Nutzung ihrer Ressourcen" widmen sollte. Mit dem Entwurf des neuen Traktes wurde der Architekt Dietrich Bangert beauftragt, der sich in einem am Weserdeich langgestreckten Bau dem Komplex Scharouns anschloß und sich ihm in den Geschoßhöhen und den Materialien Klinker und Sichtbeton annäherte – allerdings, wie Kritiker meinen, in den beiden frontalen Ansichten in unterschiedlich gelungener Weise.

Zur Landseite öffnet eine große Fensterfront den Neubau als Vitrine für den Bürger und spiegelt die Stadtkulisse wie das benachbarte Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung zu einem Ensemble moderner Architektur.

Äußerlich stößt das Museum dabei kaum an Grenzen, der Museumshafen geht organisch in die Hafenbecken an der Weser über, und wer beim Museumsbesuch ein Auge dafür gewonnen hat, verfolgt im Umfeld weiter, daß Bremerhaven reich an Industriedenkmälern ist. Tatsächlich sind die Themen so dicht gesät, daß sich, wenig entfernt, noch ein respektables, modernes Fischereimuseum entfalten kann –

Fotos (4): Jobst Broelmann, München

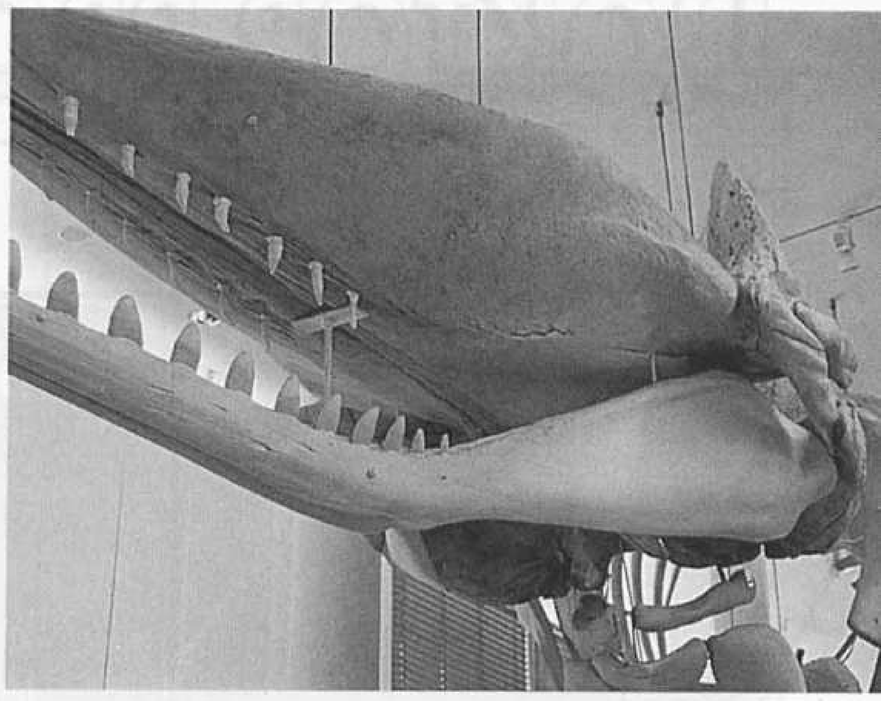
nicht zu vergessen das kulinarische Begleitprogramm am Fischereihafen. Wer sich dann außerdem der Weserfront und ihrem Strand zuwendet, stellt fest, daß die aktuelle „Sinnfrage" moderner Museen, „ob Erlebnispark oder Bildungsstätte", von den potentiellen Möglichkeiten hier in jeder Richtung beantwortet werden kann.

Innen nimmt der langgestreckte Anbau als dreischiffige Halle, wie vom Kiesbett eines Flußlaufes durchzogen, traditionelle Boote und Sportsegler auf. Vor allem wird am zeitlich eng folgenden Neubau deutlich, daß historische Exponate auch gegenüber der Architektur Bestand haben können und bei der Raum- und Lichtgestaltung auf deren Funktion angewiesen sind. Nicht immer gelingt es, die im Gebäude vorgegebenen „idealen" Raumkörper, wie Kugel und Kubus, auch sinnvoll für die Ausstellung zu nutzen, am besten dann, wenn in einem engen Zylinder die beklemmende Erfahrung der Tiefentauchung Piccards nachgespielt wird.

Als Neuheit wurden mit der Erweiterung zwei Bereiche zugänglich, die über die Thematik der Schiffahrt hinausgehen und die Wissenschaften der Meeres- und Polarforschung berühren, die sich im Fundus wiederum auf historische Schiffe wie die *Grönland*, das Schiff der ersten deutschen Polarexpedition, stützen können. Mit diesen Aspekten der Geophysik, der Geologie, der Biologie, allgemein der Wissenschaftspräsentation wird der Anschluß an das moderne „Science-Center" hergestellt, jedoch ohne den Verzicht auf erlesene historische Exponate. Erkennbar wird die Experimentierfreude, ein Thema mit allen verfügbaren medialen Mitteln auszuloten, ob es Telemanns Gigue „Ebbe und Flut" ist, die tiefgründige Theorien der Gezeitenrechnung akustisch umspielt, oder die Ironie, mit demonstrativ gestapelten Berichtsbänden einer Forschungsexpedition die museale Verwaltung der Wissensbestände zu problematisieren.

Der Einsatz neuer Medien ist sparsam und zielbewußt und vermeidet die Oberflächlichkeit modisch-medialer Pflichtübungen. Die Aura des „Altehrwürdigen" wird nicht übertönt, sondern neu deutbar, etwa bei der Darstellung des Walfangs, die zeitgenössische Gemälde und audiovisuelle Medien anbietet. Ein riesiges Walskelett – aus Stralsund, wo ein solches Gerippe in der Apsis einer Kirche hängt, klingt noch die sakrale Anmutung nach – wird hier wissenschaftliches Präparat und weiter auch Symbol für die Gefährdung der Meere. Geplant ist eine Standleitung zu Antarktisforschungsstationen.

Langfristig wird der Neubau auch eine inhaltliche Neugestaltung des Altbaus und einen Diffusionsprozeß nach sich ziehen, so daß das Museum nach seiner jüngsten Erweiterung nur eine Momentaufnahme seiner Entwicklung bietet. Insgesamt stehen den Konservatoren neben hervorragenden Exponaten, Modellen, Dioramen, Gemälden und Plastiken alle Mittel musealer Präsentation zu Gebote: Nachbildungen von Wohnräumen und Werkstätten, Steuerständen und Kommandobrükken, schließlich ein Wasserbecken, in dem Kinder ihr Geschick beim Manövrieren erproben können.



Relikte der Tierwelt: Skelett eines in der Weser gestrandeten Pottwals.

Auch der Neubau wurde von der Geschichte eingeholt, die mit neuen Bundesländern und ihren langen Küsten die bisherige Geographie veränderte. Geriet das Bremerhavener Museum dadurch weiter in die Randlage oder bleibt es im Zentrum der Museumslandschaft? Sein Direktor Professor Detlev Ellmers formuliert es so: „Man muß weit fahren, um einer solchen Fülle qualitätsvoller moderner Bauwerke erneut zu begegnen." □

Erde und Wasser im Lauf der Planeten: der neue Bereich „Gezeitenforschung".

DAS MUSEUM

Deutsches Schiffahrtsmuseum, Hans-Scharoun-Platz 1, D-27568 Bremerhaven, Telefon (+49-471) 482070, Fax 4820755, E-mail: postmaster@dsm.de, www.dsm.de

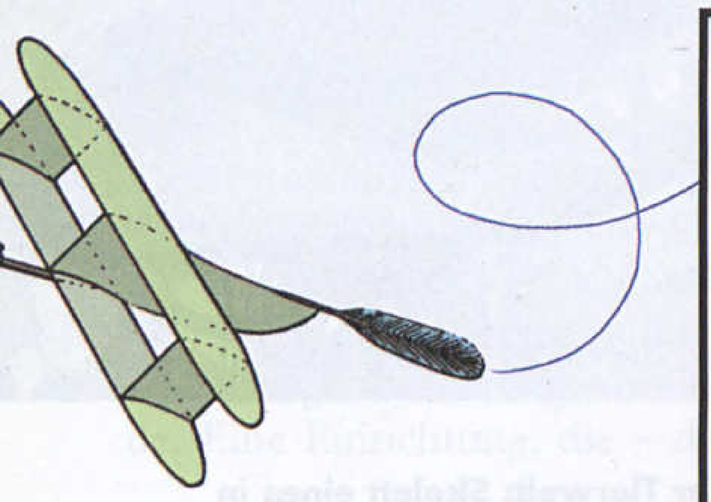
Öffnungszeiten: 1. April bis 31. Oktober täglich 10-18 Uhr, 1. November bis 31. März Di-So 10-18 Uhr. – Besichtigung der Museumsschiffe und des Technikmuseums U-Boot *Wilhelm Bauer* vom 1. April bis 31. Oktober.

DER AUTOR

Jobst Broelmann, geboren 1943, studierte Schiffstechnik in Hannover und Hamburg. Nach Forschungstätigkeit an der Universität Hamburg war er Konstruktionsingenieur bei MAN, Neue Technologien. Seit 1984 ist er Konservator der Abteilung Schiffahrt im Deutschen Museum.

DOKTOR PROFs PLAYMODROM

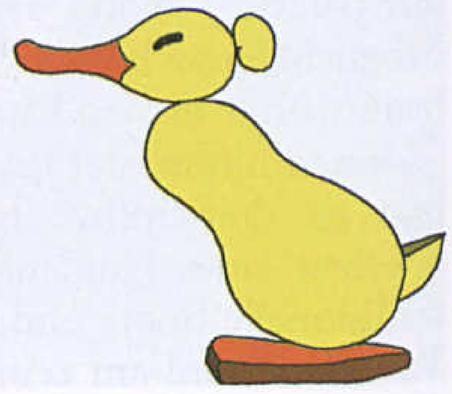
heute mit Bücherkiste!



Vom Spiel zur Forschung: Bevor Otto Lilienthal mit diesem Flieger das Flugverhalten getestet hat, entwickelte er zusammen mit seinem Bruder Bauklötze.

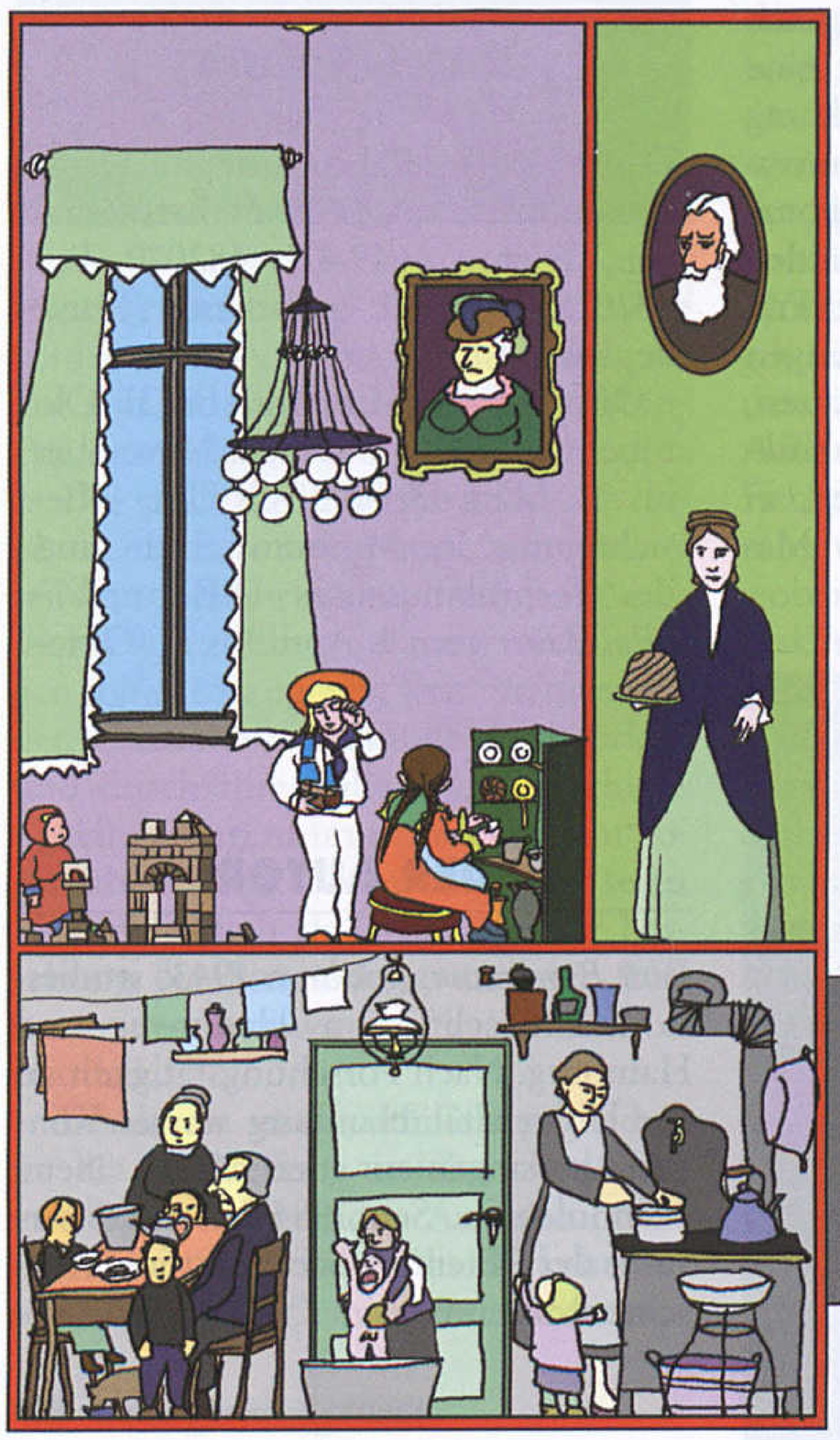
DAS JAHRHUNDERT DER TECHNIK – IM KINDERZIMMER

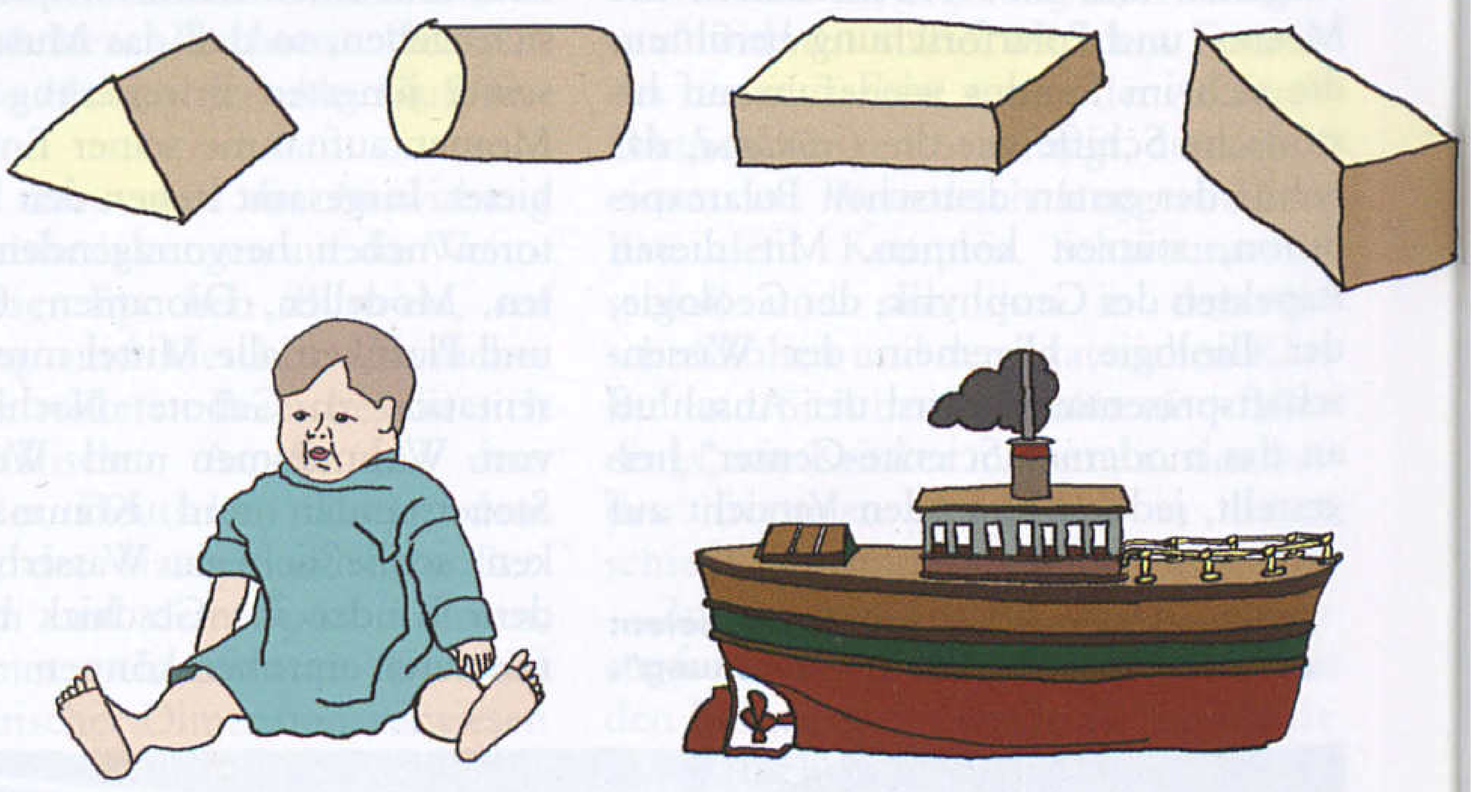
100 Jahre, von 1900 bis 2000: Was hat sich in dieser Zeit technisch verändert? Welche neuen Erfindungen haben den Alltag erobert? Man könnte beim Aufzählen das ganze Alphabet durchgehen, angefangen von A wie Auto (da gab`s um 1900 nur ganz wenige, heute findet man in den Städten kaum noch einen Parkplatz) bis zu Z wie Zappen. Wir machen Halt bei K wie Kerzenständer, Kastenbrot und Kinderzimmer …



Das geht immer: Enten sind ein zeitloses Spielvergnügen und passen in jede Badewanne. Aber gelb sollten sie schon sein.

Auf der Suche nach dem Kinderzimmer wirst du kurz nach 1900 in vielen (den meisten) Wohnungen feststellen müssen: Fehlanzeige! Spielsachen findest du schon eher: Reifen, Murmeln, Kreisel, Ball zum Draußenspielen – auf den Straßen war noch nicht so viel los, da hatte man gut Platz zum Spielen. Drinnen spielten Mädchen vor allem mit Puppen, Puppenhaus und Kochherd. Du meinst, das gibt's auch heute noch? Ja, aber kaum mehr aus Holz, sondern hauptsächlich aus Plastik! Die Jungs beschäftigten sich mit Zinnsoldaten und Schiffen, kleinen Fuhrwerken, Autos und der Eisenbahn – was eben auch die Erwachsenen so interessierte. Wenn die Eltern nicht so viel Geld hatten, waren die Spielsachen oft aus Holz, im Erzgebirge hergestellt. Spielzeug aus Blech kostete um einiges mehr (und hat





Um 1900 wohnten die meisten Familien sehr beengt. Nur in betuchten Häusern hatten die Kinder ein eigenes Zimmer, oft weit weg (zu weit?) von den Räumen der Eltern. Zum Glück gab es noch das Kindermädchen.

Doktor Profs Bücherkiste

Spurensuche

Was ist das eigentlich: „Technik“, seit wann gibt es sie? Ist Technik sehr kompliziert, wie hat sie sich entwickelt? Ein neues Buch zeigt anhand der Exponate des Deutschen Museums die Entfaltung des technischen Fortschritts und der wissenschaftlichen Erklärung der Welt, von den ersten Anfängen in der Steinzeit bis heute (es gibt heute immer noch viele Fans). Viel Zeit konnte man mit Baukästen verbringen: Die Anker-Steinbaukästen wurden in einem ausgeklügelten System verkauft, so dass man immer mehr Steine dazu haben wollte. Zum Kasten gehörten nicht nur Bauanleitungen, sondern auch eine Abbildung, wie die Steine wieder in die Kiste einsortiert werden sollten! Ob die sooo beliebt war? Die Steine fühlten sich zwar ziemlich echt an und ließen sich zu hohen Türmen stapeln – aber wehe, es stieß jemand dran …

Mitte des Jahrhunderts kam der große Clou: Bausteine aus Kunststoff, mit Noppen und Vertiefungen, die gut zusammen halten und mit denen man auch Motorräder und Raumschiffe bauen kann. Seither füllen Spielsachen aus Plastik die Regale in den Kaufhäusern und so manches Kinderzimmer.

Im Jahr 2000: Elektronik im Kinderzimmer! Gameboys und Telespiele, fantastische Abenteuer im Weltraum, (Krümel)monster, Ritter, Piraten, Bienen, und Knuffeltiere zum Sammeln und Schmußen.

Spurensuche: die Bockwindmühle

aus der Doktor-Prof-Redaktion hat die Bilder gemalt und mit der ganzen Hilfe der Museumsleute die Texte geschrieben. Das Buch „Spurensuche in der Welt der Technik“ ist im C. Bertelsmann Jugendbuch Verlag erschienen, hat 100 reich illustrierte Seiten und kostet DM 29,90 – im Shop des Museums und überall im Buchhandel. Das kann man jetzt vor Weihnachten gar nicht oft genug sagen.

Redakton: Taudel Weber und Christof Gießler

„...etwas Seltsames um diesen Mann“

Ernst Mach und sein Nachlaß im Deutschen Museum

VON WILHELM FÜSSL UND IVO SCHNEIDER

Im Archiv des Deutschen Museums befinden sich rund 230 Nachlässe herausragender Wissenschaftler. Solch bedeutende Nachlässe zu erwerben, hat Tradition. Sie beginnt bei Georg Simon Ohm (1789-1854), dessen Ohmsches Gesetz zum Grundwissen jedes Gymnasiasten gehört. Aus der Fülle der Nachlässe seien hier die Unterlagen der Nobelpreisträger Ferdinand Braun, Wilhelm Wien oder Hermann Staudinger erwähnt. Und nicht zuletzt der Nachlaß von Ernst Mach (1838-1916), seit knapp zwei Jahren im Besitz des Deutschen Museums.

Ernst Mach wurde am 18. Februar 1838 in dem mährischen Dorf Chirlitz bei Brünn geboren und verlebte seine Kindheit auf den elterlichen Gütern in Sladenegg und später in Untersiebenbrunn bei Wien. In einer unvollendeten Autobiographie, die Mach im Jahr 1913 an Wilhelm Ostwald sandte, beschreibt er sich selbst als „schwaches, elendes Kind, das sich langsam entwickelte“.

Mit Ausnahme eines einjährigen Gymnasialbesuchs bei den Benediktinern in Seitenstetten, die Ernst Mach als „sehr talentlos“ beurteilten, lag seine schulische Ausbildung bis zum 15. Lebensjahr bei seinem Vater Johann Mach, der den Jungen im freidenkerischen Sinne erzog. Verbunden war damit der praktische Unterricht in der Landwirtschaft, der durch eine Tischlerlehre erweitert wurde. Erst ab 1853 besuchte Mach das Gymnasium in Kremsier, das er zwei Jahre später mit dem Abitur abschloß.

Von 1855 bis 1860 absolvierte er ein Studium der Physik, Philosophie und Mathematik in Wien, das er – im Alter von 22 Jahren – mit seiner Doktorarbeit *Über elektrische Entladung und Induction* abschloß. Schon 1861 habilitierte er sich. Nach dreijähriger Tätigkeit als unbesoldeter Privatdozent in Wien übernahm er 1864 die Professur für Mathematik in Graz, welche zwei Jahre später in eine Professur für Physik umgewandelt wurde.

Ernst Mach wirkte fast drei Jahrzehnte, von 1867 bis 1895, an der Universität Prag. Bei deren Teilung in eine tschechische und eine deutsche Universität war Mach 1883/84 erster Rektor der deutschen Karl-Ferdinand-Universität. In die Prager Zeit fällt die produktivste Schaffensperiode Machs. Dort entstanden seine bahnbrechenden physikalischen, sinnesphysiologischen, physikhistorischen und erkenntnistheoretischen Arbeiten.

Ab 1894 dachte Mach daran, seine ordentliche Professur in Prag aufzugeben, um trotz beträchtlicher finanzieller Einbußen in Wien als Honorarprofessor zu lehren. Ein Ruf an die Universität der österreichischen Hauptstadt 1895 kam ihm daher sehr gelegen. Seine Stelle in Wien war jedoch nicht in Physik angesiedelt; vielmehr übernahm Mach eine Professur für Philosophie. Bereits 1898 mußte Mach seine Lehrtätigkeit wegen eines Schlaganfalls und einer bleibenden rechtsseitigen Lähmung aufgeben. 1901 trat er of-

Ernst Mach (1838-1916) in seinem Arbeitszimmer, aufgenommen von dem Hoffotografen Charles Scolik, 1910.

Foto: Deutsches Museum München

fiziell von seiner Professur zurück. Trotz seiner körperlichen Behinderung blieb Mach weiterhin wissenschaftlich aktiv. Seine Korrespondenz und seine Manuskripte schrieb er, indem er mit der linken Hand eine Schreibmaschine bediente.

Bis 1913 lebte Mach in Wien. Dann verschlechterte sich sein Gesundheitszustand derart, daß er mit seiner Frau Louise zu seinem ältesten Sohn Ludwig Mach nach Vaterstetten bei München zog. Dort verstarb er einen Tag nach seinem 78. Geburtstag im Jahr 1916.

Die wissenschaftliche Tätigkeit Ernst Machs zeichnet sich durch eine bemerkenswerte Vielseitigkeit aus. Insgesamt hat Mach rund 160 teilweise umfangreiche Arbeiten veröffentlicht, nicht eingerechnet die Übersetzungen seiner wichtigsten Bücher, die in fast alle großen Weltsprachen übersetzt wurden. Mach war nicht nur ein vielgerühmter akademischer Lehrer und Experimentator, sondern auch Forscher auf physikalischem, physiologischem und psychologischem Gebiet. Hinzu kamen seine wissenschaftshistorischen Neigungen. Als Philosoph wollte Mach ungern bezeichnet werden, trotz seines Lehrstuhls in Wien und trotz seiner schulebildenden philosophischen Ansichten.

Die breite Anerkennung, die Mach schon zu Lebzeiten erfuhr, kommt in einer Fülle von Ehrungen und Auszeichnungen zum Ausdruck: 1901 wurde er zum Mitglied des österreichischen Herrenhauses ernannt, die Universität Tübingen verlieh ihm die Ehrendoktorwürde in Medizin; Mach war korrespondierendes Mitglied der Leopoldina in Halle sowie Mitglied der Akademien in Wien, München und Göttingen.

Machs Arbeitsfelder und sein Einfluß auf die internationale Wissenschaftsgemeinde waren zu umfassend, als daß sie schematisch auf eng umrissene Zeiträume festgelegt werden könnten. Trotzdem kann man in bestimmten Zeitspannen thematische Schwerpunkte erkennen. Von 1860 bis 1865 beschäftigte er sich mit optischen und akustischen Forschungen, in den Jahrzehnten zwischen 1860 und 1880 mit Arbeiten über Wahrnehmung. Von 1878 bis etwa 1890 experimentierte er mit der Bewegung von Projektilen. Von 1878 bis zu seinem Tode betrieb er wissenschaftshistorische und epistemologische Studien.

Die wissenschaftliche und historische Bedeutung Ernst Machs wird von Ivo Schneider im zweiten Teil dieses Beitrags beschrieben. Hier soll deshalb nur auf zwei Schwerpunkte der wissenschaftlichen Tätigkeit Machs eingegangen werden.

Zu Machs frühesten Arbeiten gehören seine sinnesphysiologischen Forschungen, die unter dem Einfluß Emil Du Bois-Reymonds, Gustav Fechners und der Wiener Physiologen Ernst Wilhelm von Brücke und Carl Ludwig entstanden. Bleibende Ergebnisse dieser Forschungen sind die Untersuchung von Farbübergängen an rotierenden Scheiben, die zur Entdeckung der sogenannten „Mach-Bänder" führten, und die Untersuchung des Gleichgewichtssinns. In seinem Buch *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* hat Mach mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß seine sinnesphysiologischen Versuche von der physikalischen Seite bestimmt gewesen seien. Und er erklärt, wie seine Forschungen über den Gleichgewichtssinn begannen:

> *Ein Zufall führte mich auf das Studium der Bewegungsempfindungen zurück. Ich beobachtete die Schiefstellung der Häuser und Bäume beim Durchfahren einer Eisenbahncurve. Sie liess sich leicht erklären, wenn man eine directe Empfindung der resultirenden Massenbeschleunigung annahm … Die Anschauung, die ich gewonnen habe, … ist nun die, dass gewisse Labyrinthnerven vermöge ihrer specifischen Energie jeden Reiz mit einer Bewegungsempfindung beantworten.*

Im Verlauf seiner Forschungen führte Mach Versuche mit Testpersonen auf einem Drehstuhl durch. Die Tests ergaben, daß die Probanden bei verbundenen Augen eine Drehbewegung lediglich bei der Beschleunigung oder Verlangsamung wahrnahmen, während die gleichmäßige Rotation nicht aufgenommen wurde. Die Ursache für diese Sinneswahrnehmung konnte Mach in den drei senkrecht aufeinanderstehenden Bogengängen des Innenohres lokalisieren, wo durch eine einseitige Reizung eine kompensatorische Wirkung ausgelöst wird, die das Gleichgewicht wieder herstellt.

Eine der Pionierleistungen Machs, die aus seiner Prager Zeit stammt, sind die berühmten Experimente über Erscheinungen an schnell fliegenden Geschossen. Durch einen geschickten optisch-akustischen Versuchsaufbau aus einer Kombination der Momentfotografie mit der Toeplerschen Schlierenmethode gelangen ihm im Sommer 1886 die ersten Fotografien solch schnell fliegender Projektile. Gleichzeitig konnte er das Strömungsfeld der Überschallgeschosse und den Verdichtungskegel an ihrer Spitze fotografisch festhalten.

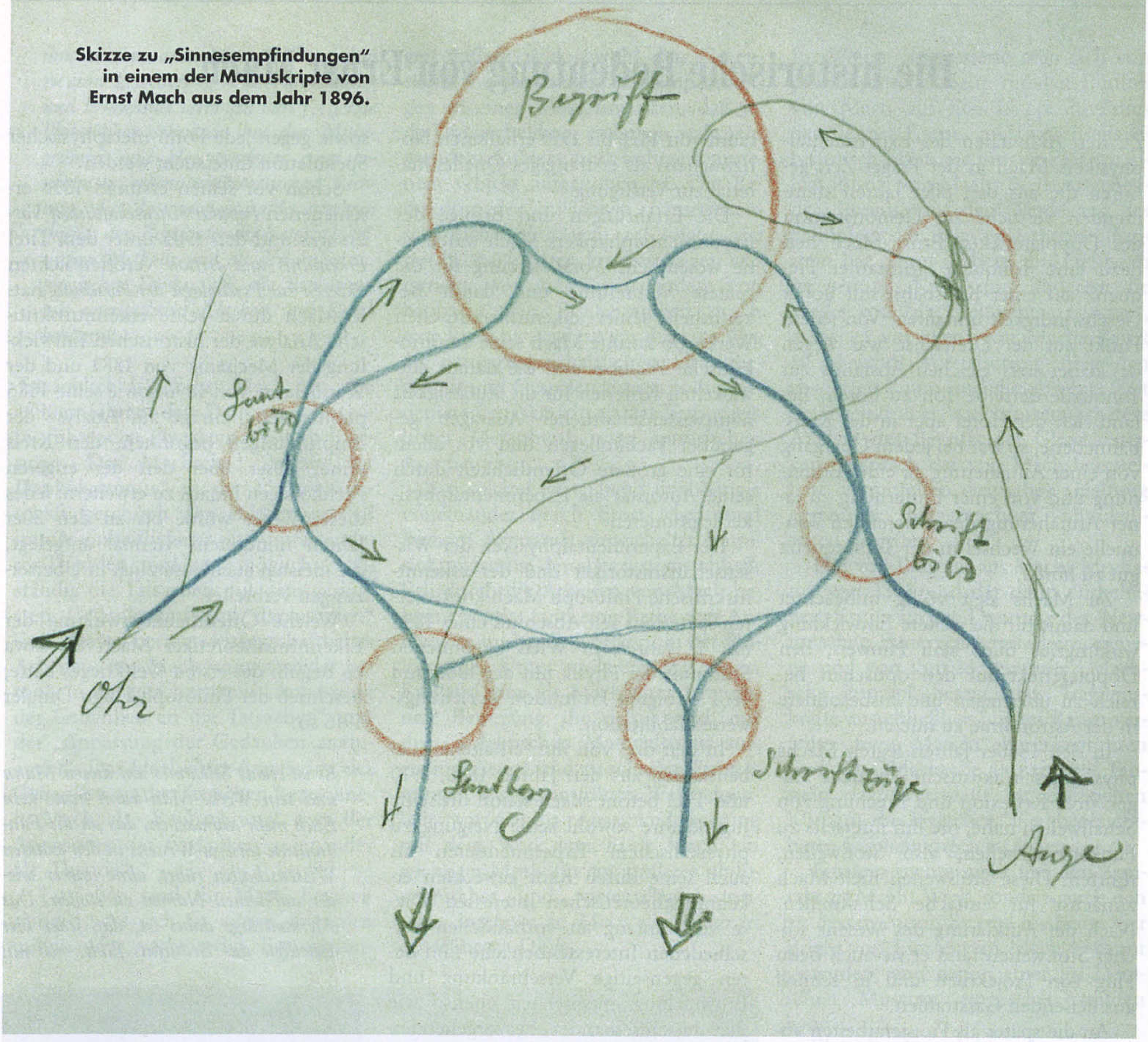
Mach erforschte und beschrieb in den folgenden Jahren die beobachteten Strömungsphänomene und führte in seinem Prager Labor beziehungsweise auf dem Schießplatz der kaiserlichen Marine in Fiume (dem heutigen Rijeka) weitere Versuche durch. Die dabei gemachten Beobachtungen waren bahnbrechend für die Entwicklung der Gasdynamik und der Ballistik. Sie führten zu einem besseren Verständnis der auftretenden Verdichtungswellen.

Machs experimentelle Leistungen auf diesem Gebiet wurden namensgebend: Die kegelförmige Kopfwelle an der Spitze eines mit Überschallgeschwindigkeit bewegten Körpers wird heute als „Machscher Kegel", die Beschreibung des Öffnungswinkels des Kegels als „Machscher Winkel" bezeichnet. Die in der Luftfahrt gebräuchliche „Mach-Zahl" als Beschreibung des Verhältnisses der Geschwindigkeit eines Körpers (v) zur Schallgeschwindigkeit (v_c) wurde erst später zu Ehren Ernst Machs so benannt.

Die publizierten Arbeiten Machs auf dem Gebiet der Sinnesphysiologie, etwa die 1886 erschienenen Beiträge zur Analyse der Empfindungen, zeichnen sich in ihrem Vorgehen durch eine Methodik aus, die bei Mach auch in seinen physikalischen Arbeiten zu beobachten ist: Mach lehnte alle Begrifflichkeiten ab, die über die sinnliche Wahrnehmung hinausgehen. Sie sollten, wie im zweiten Teil dieses Beitrags genauer dargelegt wird, durch „Erfahrungen" ersetzt werden. Man erkennt den experimentellen Physiker, der hinter einer solchen Ansicht steht.

Foto: Deutsches Museum München

Skizze zu „Sinnesempfindungen" in einem der Manuskripte von Ernst Mach aus dem Jahr 1896.



Im Nachlaß von Ernst Mach läßt sich das Wirken dieses bedeutenden Wissenschaftlers in vielen Bereichen hervorragend nachvollziehen. In der Forschung standen bisher die gedruckten Publikationen und die rund 2.600 Briefe führender Fachgelehrter an Mach im Vordergrund. Über sie hinaus beinhaltet der Nachlaß nahezu sämtliche Bücher und Sonderdrucke Machs, eine Vielzahl von Manuskripten zu Vorlesungen und Veröffentlichungen und einige Dokumente zur Biographie Machs (Würdigungen, Ehrungen, Nachrufe). Eine besondere wissenschaftshistorische Quelle sind die über 50 Notizbücher Machs, beginnend in den 1870er Jahren; das letzte Notizbuch datiert aus dem Jahr 1910. Diese Aufzeichnungen wurden bisher noch wenig genutzt.

Abgerundet wird der Nachlaß durch Hunderte von Originalglasplatten, die unter anderem die berühmten Aufnahmen schnell fliegender Geschosse und die dabei entdeckten Machschen Wellen zeigen.

Es ist fast eine Pikanterie der Museumsgeschichte, daß der Nachlaß Ernst Machs heute im Archiv des Deutschen Museums lagert. Nach dem Tode seines Sohnes Ludwig Mach war der Nachlaß gemeinsam mit der kompletten Bibliothek dem Deutschen Museum käuflich angeboten worden. Damals fehlte das Geld. So wurde die Bibliothek über einen Münchner Antiquar verkauft und in alle Winde zerstreut. Immerhin wurden damals die Bücher Machs in zwei Auktionskatalogen erfaßt, die heute einen Eindruck vermitteln, welch reichhaltige Bibliothek Ernst Mach besessen hat.

Der wissenschaftliche Nachlaß mit den Briefen, Sonderdrucken und Dokumenten ging damals nach Freiburg an das heutige Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, das Ernst-Mach-Institut. Nach rund 40 Jahren ist er 1998 von der Fraunhofer-Gesellschaft – dank der Unterstützung von Professor Hans-Jürgen Warnecke, München, und Professor Klaus Thoma, Freiburg – aufgrund der Vermittlung von Professor Ivo Schneider dem Archiv des Deutschen Museums übergeben worden.

Wilhelm Füßl

Foto: Deutsches Museum München

Die historische Bedeutung von Ernst Mach

Zu den Aktivitäten des Experimentalphysikers Mach in der Prager Zeit gehören die aus den 60er Jahren stammenden Versuche zur Demonstration des Dopplereffekts. Ernst Mach ließ dazu eine Tonquelle konstanter Frequenz auf einer Kreisbahn mit hoher Geschwindigkeit umlaufen. Von jedem Punkt auf der Drehachse war wegen des dabei stets gleichen Abstands zur Tonquelle derselbe Ton zu hören. Befand sich der Hörer aber in der Kreisbahnebene, so war bei jedem Übergang von einer Annäherung zu einer Entfernung und von einer Entfernung zu einer Annäherung der rotierenden Tonquelle ein Wechsel in der Tonfrequenz gut zu hören.

Zu Machs Zeit völlig unbeachtet und damit für die weitere Entwicklung wirkungslos blieb sein Hinweis, den Dopplereffekt auf den optischen Bereich zu übertragen und insbesondere in der Astronomie zu nutzen.

In den 1880er Jahren legten Machs physiologisch akustische Versuche Fragen über Reflexion und Brechung von Schallwellen nahe, die ihn ihrerseits zu Funkenknallwellen, also Stoßwellen, führten. Diese Stoßwellen hielt Mach zunächst für einfache Schallwellen. Nach der Aufklärung des Wesens solcher Stoßwellen fand er sie auch beim Flug von Projektilen und in schnell ausfließenden Gasstrahlen.

An die später als Pionierarbeiten angesehenen gasdynamischen Veröffentlichungen von Ernst Mach schloß sich eine etwa am Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung in Göttingen unter Ludwig Prandtl und bis heute im Ernst-Mach-Institut (EMI) in Freiburg fortgesetzte Entwicklung an, deren Träger Leistungen von Mach durch Benennungen wie Machzahl, Machkegel oder Machwinkel ehrten.

Von den Bemühungen Machs und seiner Mitarbeiter, gasdynamische Phänomene sichtbar zu machen, zeugen heute noch etwa 400 erhaltene Aufnahmen, die, soweit beschriftet und datiert, aus den Jahren 1889 bis 1893 stammen. Sie stehen jetzt für die Rekonstruktion der Aktivitäten des Gasdynamikers Mach in München zusammen mit den lückenlos für den Zeitraum von 1871 bis 1910 erhaltenen Notizbüchern als erstrangiges Quellenmaterial zur Verfügung.

Die Erfahrungen und Erfolge des Experimentalphysikers Mach waren eine wesentliche Voraussetzung für die spätere Verbreitung und damit Bekanntheit seiner erkenntniskritischen Werke. So konnte Mach seine empiriokritische Position und die daraus entwickelten Kriterien für die Zulässigkeit naturwissenschaftlicher Aussagen gegenüber Fachkollegen und vor allem für eine größere Öffentlichkeit durch seine Autorität als Experimentalphysiker legitimieren.

Der Experimentalphysiker, der Wissenschaftshistoriker und der erkenntniskritische Philosoph Mach koexistierten spätestens seit Abschluß eines 1855 mit 17 Jahren in Wien begonnenen Studiums der Physik mit der 1860 und 1861 erfolgten Promotion beziehungsweise Habilitation.

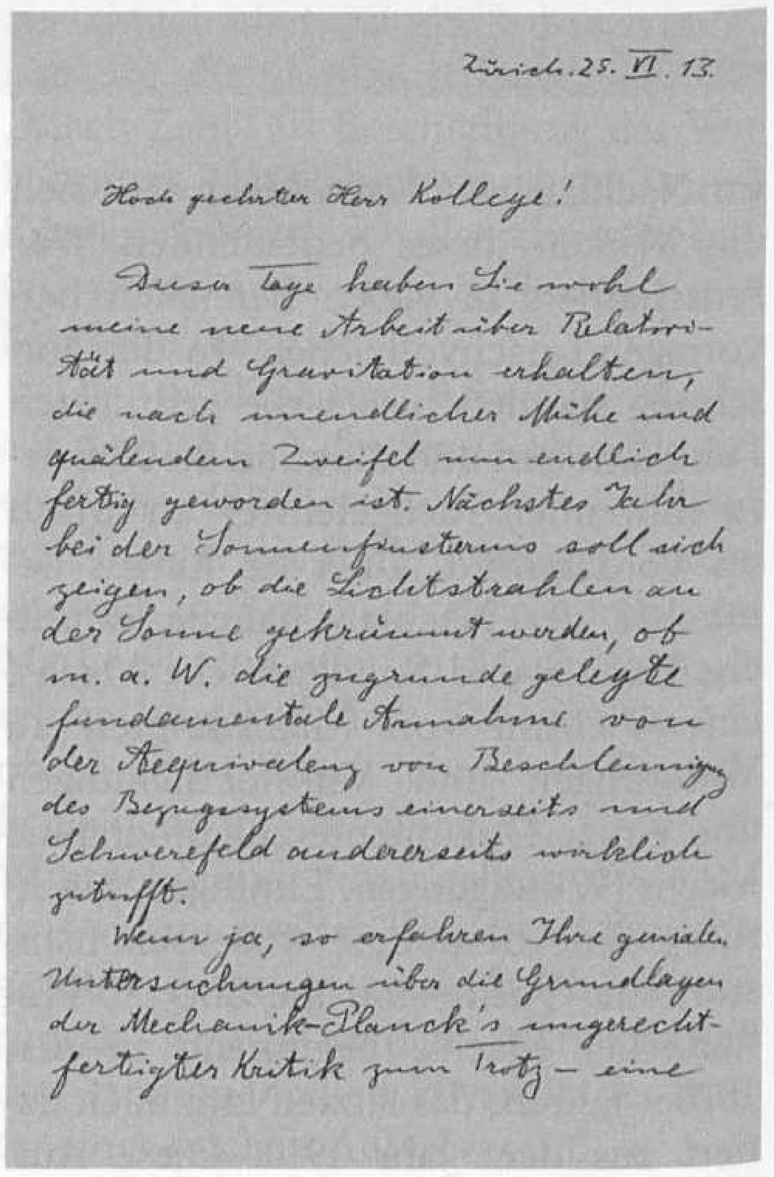
In den drei von ihm erhaltenen Lebensläufen aus den Jahren 1880, 1910 und 1913 betont Mach schon für seine Jugendjahre sowohl seine Neigung zu physikalischem Experimentieren als auch seine durch Kant geweckten erkenntnistheoretischen Interessen. Diese von Anfang an vorhandenen verschiedenen Interessenbereiche und deren gegenseitige Verschränkung und Entwicklung entsprechen ebenso wie die der auseinander hervorgehenden Versuchsreihen des Experimentalphysikers Mach der Abarbeitung eines Forschungsprogramms.

Spätestens in der 1872 veröffentlichten *Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit* hat Mach ein solches Forschungsprogramm formuliert. Danach sollte Bedeutung und Funktion wissenschaftlicher Theorien, die erkenntnistheoretische Bedeutung der Physiologie und Psychologie sinnlicher Wahrnehmungen für die Naturwissenschaften im Allgemeinen, das Prinzip der Denkökonomie, die Unangemessenheit der Newtonschen Mechanik, die Sterilität der Atomtheorie, die Berechtigung der Vorbehalte gegenüber dem klassischen Kausalitätsprinzip, dem Reduktionismus, Mechanismus und Materialismus in der Physik sowie gegen jede Form metaphysischer Spekulation untersucht werden.

Schon vor seinen erstmals 1896 erschienenen *Populärwissenschaftlichen Vorlesungen* und den 1905 unter dem Titel *Erkenntnis und Irrtum* veröffentlichten *Skizzen zur Psychologie der Forschung* hatte Mach durch seine erkenntniskritische Analyse der historischen Entwicklung der Mechanik von 1883 und der Wärmelehre von 1896 sowie seine 1886 publizierten Beiträge zur Analyse der Empfindungen begonnen, den Kreis seiner Leser über den der engeren Fachkollegen hinaus zu erweitern. Jedes dieser Werke wurde bis zu den 20er Jahren mindestens viermal aufgelegt, die meisten auch zusätzlich in Übersetzungen verbreitet.

Welche Öffentlichkeitswirkung der Erkenntnistheoretiker Mach bis etwa zu Beginn des ersten Weltkrieges hatte, beschrieb der Philosoph Hugo Dingler 1916 so:

> *Es ist etwas Seltsames um diesen Mann und sein Werk. Man kann heute kein Buch mehr aufmachen, das an die Fundamente unseres Wissens in den exakten Wissenschaften rührt, ohne immer wieder auf seinen Namen zu stoßen. Das Merkwürdige dabei ist, daß jeder hier Beteiligte das Bedürfnis fühlt, sich mit*



Zürich. 25. VI. 13.

Hoch geehrter Herr Kollege!

Dieser Tage haben Sie wohl meine neue Arbeit über Relativität und Gravitation erhalten, die nach unendlicher Mühe und quälendem Zweifel nun endlich fertig geworden ist. Nächstes Jahr bei der Sonnenfinsternis soll sich zeigen, ob die Lichtstrahlen an der Sonne gekrümmt werden, ob m. a. W. die zugrunde gelegte fundamentale Annahme von der Äquivalenz von Beschleunigung des Bezugsystems einerseits und Schwerefeld andererseits wirklich zutrifft.

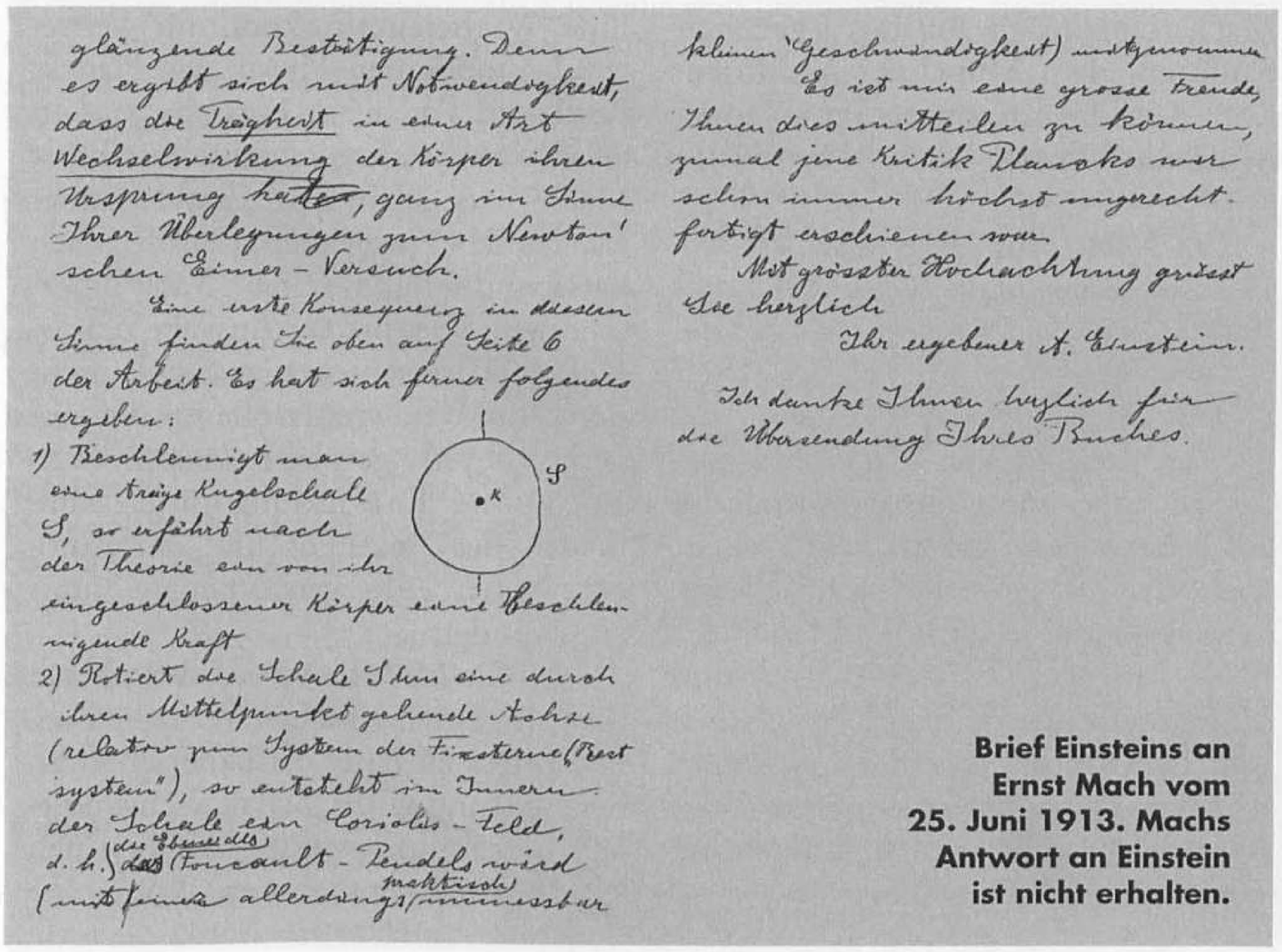
Wenn ja, so erfahren Ihre genialen Untersuchungen über die Grundlagen der Mechanik-Planck's ungerechtfertigter Kritik zum Trotz – eine

ihm auseinanderzusetzen, daß er jedem zu einer Erweiterung seiner Anschauung und Erkenntnis verholfen hat. […] Die Philosophen sehen in ihm den Mitbegründer und Hauptvertreter einer bestimmten erkenntnistheoretischen Richtung, die Naturwissenschaftler verehren ihn als den Begründer der historisch-kritischen Methode und als den antimetaphysischen Denker, der alle Fantasmen mit unerbittlicher Klarheit und Kritik bekämpft.

Tatsächlich hat Ernst Mach seit den 1890er Jahren das Denken von später führenden Physikern wesentlich geprägt. Das Machsche „Prinzip der Denkökonomie" in der Naturwissenschaft beschrieb den Bildungsprozeß immer einheitlicherer und umfassenderer Theorien, in denen „möglichst vollständig die Tatsachen mit dem geringsten Gedankenaufwand darzustellen" sind. Dabei besteht wissenschaftliches Arbeiten, wie Mach immer wieder betont, in der gleichzeitigen „Anpassung der Gedanken an die Tatsachen" und der „Anpassung der Gedanken aneinander". Das Ideal einer Anpassung der Gedanken an die Tatsachen bezeichnete Mach als „Beobachtung" und der Anpassung der Gedanken aneinander als „Theorie".

Tatsachen sind für Mach Erscheinungen, die sich in einem Komplex miteinander verknüpfter Empfindungen äußern und sowohl den Gegenstand wie das Subjekt der Empfindungen in einer Weise umfassen, daß jede Unterscheidung zwischen wahrnehmendem Subjekt und wahrgenommenem Objekt aufgehoben ist. Die Reduktion der zulässigen naturwissenschaftlichen Aussagen auf solche, die mit beobachtbaren Erscheinungen verbunden werden können, indem von beobachtbaren Erscheinungen durch eine logische Analyse ein direkter Weg zu naturwissenschaftlichen Grundbegriffen und Gesetzen führen sollte, bedeutete den Verzicht, ja das Verbot jeglicher Metaphysik oder apriorischen Anschauung.

Ein solcher weitgehend unabhängig voneinander durch Ernst Mach und Richard Avenarius entwickelter Empiriokritizismus, der aber fast ausschließlich durch die Arbeiten von Mach bekannt wurde, fand eine Reihe von Anhängern und auch Kritikern in der Philosophie. Unter anderem gab es in Rußland eine als Machismus bezeichnete Bewegung, die sich kritisch mit dem dialektischen Materialismus auseinandersetzte und zu scharfen Entgegnungen von Lenin führte. Wahrscheinlich war Lenins Auseinandersetzung mit dem Werk von Ernst Mach ein wichtiges Motiv für ein größeres philosophisches und wissenschaftshistorisches Interesse an Mach vor allem in der früheren DDR.



glänzende Bestätigung. Denn es ergibt sich mit Notwendigkeit, dass die Trägheit in einer Art Wechselwirkung der Körper ihren Ursprung hatten, ganz im Sinne Ihrer Überlegungen zum Newton'schen Eimer-Versuch.

Eine erste Konsequenz in diesem Sinne finden Sie oben auf Seite 6 der Arbeit. Es hat sich ferner folgendes ergeben:

1) Beschleunigt man eine träge Kugelschale S, so erfährt nach der Theorie ein von ihr eingeschlossener Körper eine Beschleunigende Kraft

2) Rotiert die Schale S um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Achse (relativ zum System der Fixsterne („Restsystem"), so entsteht im Inneren der Schale ein Coriolis-Feld, d. h. (die Ebene des Foucault-Pendels wird [mit kleiner allerdings meßbarer

klinen (Geschwindigkeit) mitgenommen.

Es ist mir eine große Freude, Ihnen dies mitteilen zu können, zumal jene Kritik Planoks mir schien immer höchst ungerecht fertigt erschienen war.

Mit größter Hochachtung grüßt Sie herzlich

Ihr ergebener A. Einstein.

Ich danke Ihnen herzlich für die Übersendung Ihres Buches.

Brief Einsteins an Ernst Mach vom 25. Juni 1913. Machs Antwort an Einstein ist nicht erhalten.

Foto: Deutsches Museum München

Im Westen interessierte man sich von philosophischer Seite für den Einfluß von Mach auf den Neopositivismus des Wiener Kreises und wissenschaftshistorisch bis in die jüngste Zeit vor allem für die von Machs Werk ausgehenden Impulse auf den Werdegang des Schöpfers der Relativitätstheorie. Einstein hat schon in Bern mit Freunden im privaten Kreis unter anderem die Werke von Mach eingehend studiert, wobei er vor allem von Machs Kritik an Newtons Vorstellungen über den absoluten Raum und die absolute Zeit tief beeindruckt war. Einsteins spätere Analyse des Begriffs der Gleichzeitigkeit entsprach der von Mach beispielhaft vermittelten kritischen Haltung gegenüber hergebrachten physikalischen Begriffen.

Das von Einstein aus Machs Mechanik von 1883 und der darin enthaltenen Kritik an der Deutung des Newtonschen Eimerversuches übernommene und von ihm so genannte „Machsche Prinzip" besagt, daß Trägheitskräfte ausschließlich auf im Raum verteilte „ferne Massen" zurückzuführen sind. Das Machsche Prinzip hat Einstein dazu veranlaßt, in materiellen Körpern die Ursachen aller beobachtbaren Erscheinungen zu sehen.

Einstein suchte nicht nur den Kontakt zu Machs Werk, sondern auch den zu dessen Autor. Es sind bis heute vier Briefe von Einstein an Mach bekannt geworden, von denen einer im Deutschen Museum eingesehen werden kann.

Einstein, der sich bis nahezu 1910 in der Rolle eines Außenseiters in der Physik fand, konnte sich für seine der herkömmlichen Physik widersprechenden und deshalb sehr kontrovers diskutierten Ansätze durch Machs Kritik an der Newtonschen Mechanik ermutigt fühlen und bezog nicht nur aus dem Machschen Prinzip wesentliche Anregungen wie hier zur Entwicklung der Relativitätstheorie. Mach spielte für Einstein eine ähnliche Rolle wie Descartes für Newton – mit dem Unterschied, daß Einstein die menschliche Größe hatte, die Verdienste Machs für seinen Werdegang als Physiker anzuerkennen.

Dafür ist beispielhaft für die über 2.600 Briefe der Machkorrespondenz im Deutschen Museum der Brief Ein-

Gravur auf der Münchner Friedhofsstele für Ludwig Mach, den Möchtegern-Miterfinder der Maßeinheit Mach.

steins vom 25. Juni 1913 ein wichtiger Beleg. Der Text des kurzen Briefes:

Dieser Tage haben Sie wohl meine neue Arbeit über Relativität und Gravitation erhalten, die nach unendlicher Mühe und quälendem Zweifel nun endlich fertig geworden ist. Nächstes Jahr bei der Sonnenfinsternis soll sich zeigen, ob die Lichtstrahlen an der Sonne gekrümmt werden, ob m. a. W. die zugrunde gelegte fundamentale Annahme der Äquivalenz von Beschleunigung des Bezugssystems einerseits und Schwerefeld andererseits wirklich zutrifft. Wenn ja, so erfahren Ihre genialen Untersuchungen über die Grundlagen der Mechanik – Plancks ungerechtfertigter Kritik zum Trotz – eine glänzende Bestätigung. Denn es ergibt sich mit Notwendigkeit, daß die Trägheit in einer Art Wechselwirkung der Körper ihren Ursprung hat, ganz im Sinne Ihrer Überlegungen zum Newtonschen Eimer-Versuch.

Angesichts der von Einstein auch in Veröffentlichungen bekannten Wirkung der Machschen Mechanik auf die Entstehung seiner Relativitätstheorie, wäre Machs eigene Position zur Relativitätstheorie für Einstein weitgehend irrelevant geblieben, solange Mach nicht die Akzeptanz der Relativitätstheorie direkt zu beeinflussen versuchte. Zu Machs Lebenszeit ist eine solche Beeinflussung nicht erfolgt. Die negative Stellungnahme zur Einsteinschen Relativitätstheorie in dem angeblich 1913 niedergeschriebenen Vorwort Machs zu der postum 1921 erschienenen Optik stammt nicht von Ernst Mach, sondern ist nach heutiger Auffassung eine durch Ludwig Mach vorgenommene Fälschung.

Das, wie das Beispiel Einstein zeigt, im Werk von Ernst Mach enthaltene Potential an konkreten und auch methodischen Anregungen war nach Einsteins Meinung bis 1916 alles andere als vollständig ausgeschöpft. Wer außer Einstein in welcher Form das Machsche Angebot genutzt hatte, welchen Einfluß Mach auf das Akzeptanzverhalten gegenüber den Naturwissenschaften von Bildungs- und Wirtschaftsbürgertum vor der Weimarer Republik ausübte, welche Rolle militärische Interessen für die Arbeiten Machs spielten, sind Beispiele für Fragen, die in Zukunft, gestützt auf die im Archiv des Deutschen Museums befindlichen Machbestände, von der wissenschaftshistorischen Forschung beantwortet werden können. *Ivo Schneider*

DIE AUTOREN

Wilhelm Füßl, geboren 1955, Dr. phil., studierte Geschichte, Germanistik und Sozialkunde und ist Leiter der Archive des Deutschen Museums. Er arbeitet an einer Biographie Oskar von Millers.

Ivo Schneider, geboren 1938, Dr. rer. nat., ist Professor für Wissenschaftsgeschichte an der Universität der Bundeswehr in Neubiberg bei München und in verschiedenen Funktionen für das Deutsche Museum tätig.

Mach: Maß und Vermessenheit

Stellt man sich die Frage, welcher Text unter einer Büste von Mach im Ehrensaal des Deutschen Museums stehen sollte, wenn die Satzung des Deutschen Museums die Aufnahme eines vor 160 Jahren in Mähren geborenen Österreichers zuließe, so müßten dort mindestens Etiketten wie Pionier und Wegbereiter der Gasdynamik, Wissenschaftshistoriker und Wissenschaftstheoretiker zu finden sein. Dabei würde der Wissenschaftstheoretiker nähere Bestimmungen wie einer der Schöpfer des Empiriokritizismus, Vertreter eines Neopositivismus oder eines Neosensualismus erfordern.

Ein Versuch, einen solchen Text, eingeschränkt auf die Gasdynamik, zu gestalten, findet sich auf einer kleinen, mutmaßlich von der Familie nach dem Tod des ältesten Sohnes von Ernst Mach, Ludwig, in Auftrag gegebenen Säule auf dem Münchner Nordfriedhof. Auf ihr ist unter dem Namen Mach die folgende Inschrift zu lesen:

Der Name dieser Wegbereiter der modernen Physik ist als Maßeinheit für die Schallgeschwindigkeit in aller Welt bekannt.

Das sicherlich selbst vielen Machexperten unbekannte Epigramm dürfte auf erheblichen Widerspruch stoßen: Der Anspruch, Wegbereiter der modernen Physik zu sein, wird auf der Säule für zwei Personen, Ernst und Ludwig Mach, erhoben, deren Namen und Lebensdaten mit den Appositionen Physiker und Philosoph für Ernst sowie Arzt und Ingenieur für Ludwig sich an den beiden Seiten finden.

Eine Wegbereiterfunktion für Vertreter der modernen Physik wie Planck, Pauli und vor allem Einstein wird in der Wissenschaftsgeschichte nur Ernst Mach – vor allem dem Einfluß seiner Mechanik – zugewiesen. Ludwig Mach hat aber durch das seinem Vater unterschobene Vorwort zur Ausgabe der *postum* (1921) erschienenen Optik nicht nur keine Wegbereiterrolle für die moderne Physik gespielt, sondern versucht, ihre Entwicklung unter Mißbrauch des Ansehens und der Autorität seines 1916 verstorbenen Vaters zu behindern.

Daß die Mithilfe von Ludwig Mach bei den gasdynamischen Versuchen seines Vaters zu einer Teilhaberschaft an der Benennung der Schallgeschwindigkeit berechtigen würde, läßt sich den Quellen nicht entnehmen. *I. Schneider*

Foto: Dieter Beisel, München

VON SIGFRID UND MANFRED VON WEIHER

1.10.1925

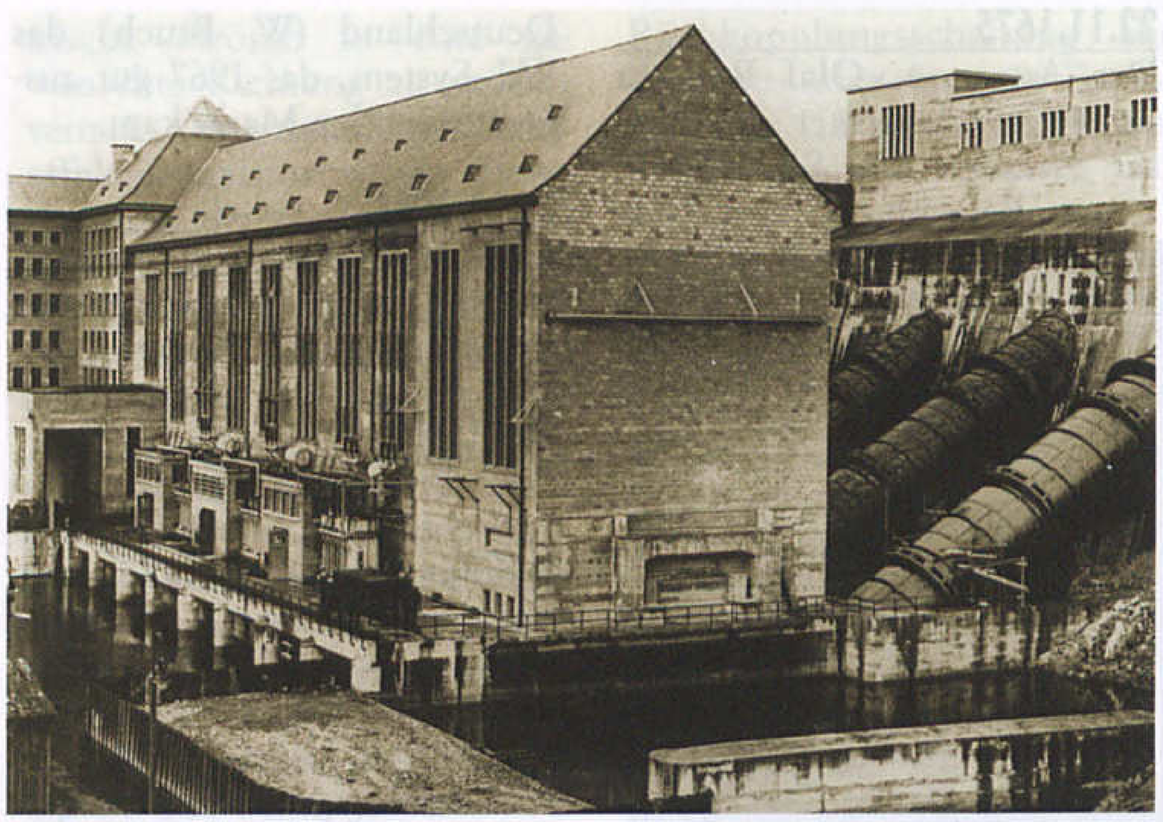
Der irische Freistaat beginnt mit dem Bau des **Shannon-Kraftwerks** zur elektrischen Energieversorgung des gesamten Landes. Planung und Ausführung dieser bis dahin in ihrer Größenordnung einmaligen Anlage überträgt Irland der Firma ***Siemens***, die den Grundausbau des Wasserkraftwerks am Shannonfluß in vierjähriger Arbeit bewältigt, einschließlich der umfangreichen, nicht vorausgesehenen **Flußregulierungs- und Meliorationsaufgaben**. Dadurch wurde die technisch hervorragend gelöste Aufgabe für *Siemens* wirtschaftlich zunächst ein Mißerfolg, zog jedoch später neue entsprechende Aufträge aus aller Welt nach sich.

2.10.1850

In einem Armenhaus in Wien stirbt 82jährig der Schneidermeister **Josef Madersperger**. 1815 hatte er bereits ein erstes Patent auf eine selbstkonstruierte **Nähmaschine** bekommen, die in der Praxis jedoch noch mangelhaft war. 1839 hatte Madersperger mit seiner durch Fadenverschlingung nun brauchbaren Maschine ein marktfähiges Modell geschaffen, das er mangels kaufmännischer Befähigung nicht mehr herausbringen konnte. Ein Modell übergab er dem Polytechnischen Museum in Wien. 1903 setzte ihm seine Geburtsstadt Kufstein ein Denkmal.

3.10.1850

In München wird auf der Theresienhöhe das 19 Meter hohe, 64 Tonnen schwere **Standbild der Bavaria** feierlich enthüllt. Das von **Ludwig Schwanthaler** (1802-1848) modellierte und vom Erzgießer **Ferdinand von Miller** (1813-1887) geschaffene Denkmal bestimmt seither das Gesamtbild der großen **Oktoberfestwiese**. Der Gießer war der Vater Oskar von Millers, der 1903 das Deutsche Museum gründete.



Das von *Siemens* gebaute Shannon-Kraftwerk, Irland 1934.

4.10.1825

Friedrich Krupp (1787-1826) nimmt seinen Sohn Alfred 13jährig in die Firma seines Gußwerks in Essen auf. Nachdem dieser 1848 die alleinige Leitung des zunächst wenig florierenden Unternehmens übernommen hatte, entwickelte sich der Betrieb zur größten **Gußstahlfabrik** Deutschlands, die vor allem geprägt war durch Erzeugnisse für die aufkommenden Eisenbahnen, insbesondere für die von Krupp entwickelten und patentierten **nahtlosen Eisenbahnräder**.

7.10.1825

In Karlsruhe wird Deutschlands **erste polytechnische Schule** eingerichtet. Ihr Initiator war der Ingenieur-Oberst **Johann Gottfried Tulla** (1770-1828), der sich bei seinem Antrag an den Landesfürsten auf die Pariser *École Polytechnique* bezieht, die, 1795 gegründet, bereits ihre Bewährung unter Beweis gestellt hatte. Tullas fachliche Kompetenz hatte Gewicht, war er doch als quasi-technischer Minister in Baden für den Wege-, Straßen- und Kanalbau zuständig und hatte sich durch die Regulierung des Rheins seinerzeit hohes Ansehen erworben.

7.10.1850

In Berlin verstirbt 74jährig der Mechaniker und Unternehmer **Johann Caspar Hummel**. 1800 aus Kassel nach Berlin berufen, gründet er mit Unterstützung Beuths eine Fabrik zur systematischen Entwicklung von **Bau- und Werkzeugmaschinen**, die zur Industrialisierung Preußens maßgeblich beitrugen und den Wandel von der Textil- zur Maschinenbau-Industrie einleiteten. Bohrmaschinen, Drehbänke und Kalander gehörten zu den Spezialitäten der Hummelschen Arbeiten.

10.10.1450

Geburtstag des Technikers **Ludwig von Eyb zum Hartenstein d.J.**, der im Jahre 1500 ein umfangreiches **Lehrbuch der Technik** veröffentlichte, das durch zahlreiche Bildmalereien einen besonders anschaulichen Eindruck des Standes der Technik vor 500 Jahren vermittelt. Die Schrift wird in der Universitätsbibliothek zu Erlangen aufbewahrt. Neben der Kyeserschen Handschrift *Bellifortis* von 1405 ist Eybs Lehrbuch das bedeutsamste Kompendium damaliger Technik.

14.10.1450

Daniel von Chamen aus dem nordfranzösischen Amiens erhält von der Stadt Aachen das Recht zuerkannt, dort im Haus zum Speicher eine erste Messingfabrik einzurichten. Damit beginnt für Aachen eine **Blütezeit der Messingfabrikation** und ihrer künstlerischen Ausgestaltung.

18.10.1825

In einem Brief an ihre Mutter schildert die Dichterin **Annette von Droste-Hülshoff** (1797-1848) ihre ersten Eindrücke des Rhein-Dampfschiffes *Friedrich Wilhelm*, das in Köln an- und ablegte. Überaus imaginiert von den Geräuschen, dem rauchenden Schlot, der „schwindelerregenden Geschwindigkeit" war sie von die-

Abb.: Siemens-Forum (o.); Deutsches Museum München (u.)

Guß der „Bavaria", München 1850, durch Ferdinand von Miller, den Vater Oskar von Millers.

OKTOBER – NOVEMBER – DEZEMBER 2000

17.11.1875

In Hythe, Hampshire/England, stirbt **Charles Baker Vignoles**. Gemeinsam mit Stevens ist er der Erfinder der nach ihm benannten **Vignoles Breitfußschiene**, die sich prinzipiell bis in die Gegenwart im Eisenbahnwesen erhalten hat. 1841 übernahm er in England den ersten Lehrstuhl für Ingenieurwissenschaften. 1850 erbaute er die derzeit größte **Hängebrükke bei Kiew** über den Dnjepr.

19.11.1700

In Pimpré bei Noyon/Frankreich wird **Jean Antoine Nollet** geboren. Geistlicher und Physiker zugleich, dessen Experimente sich besonders mit der jungen Elektrizität befaßten, hat Abbé Nollet wesentliche Erkenntnisse zur **Elektrizitätsanwendung** beigetragen, insbesondere im Bereich der Medizin. 1746 unternahm er Versuche mit Tieren und Pflanzen unter Elektrizitätseinwirkung.

Abbé Nollets (1700-1770) elektrische Versuche mit Pflanzen und Tieren.

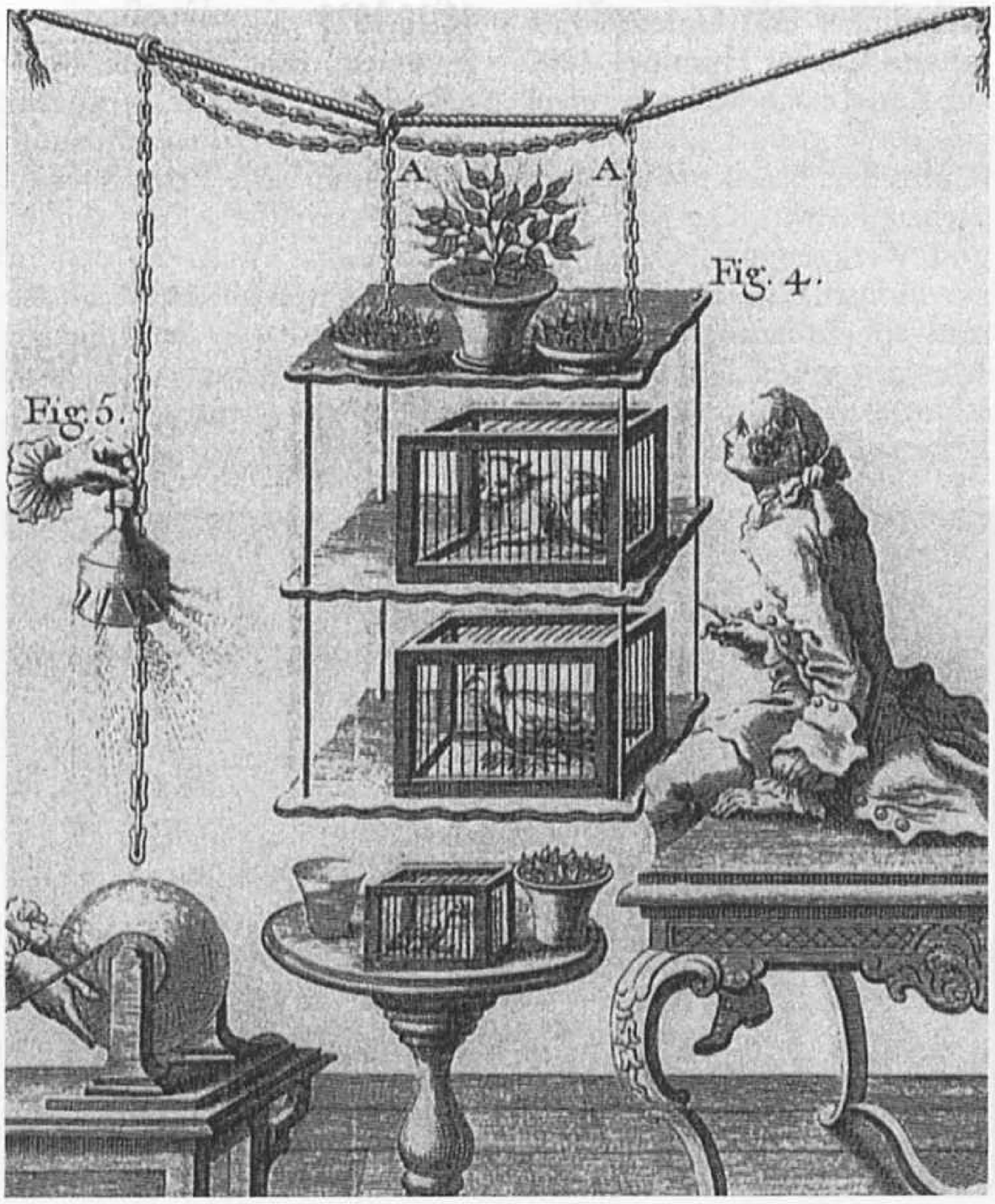


Abb.: Sammlung v. Weiher

22.11.1675

Der Astronom **Olaf Roemer** (1644-1710) berichtet der Pariser *Académie des Sciences* von seiner Berechnung der **Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes**, die er aus scheinbaren Verzögerungen der Umlaufzeiten der Jupitermonde ermittelt hatte.

22.11.1950

In den USA werden erstmalig Versuche mit der Ausstrahlung von **Farb-Fernsehsendungen** unternommen, entwickelt von der *Columbia Broadcasting Corporation* (CBS). Das System ignorierte den Kompatibilitäts-Grundsatz nach dem die bisherigen Schwarzweiß-Fernsehgeräte auch problemlos das Farbsignal empfangen und umsetzen müßten. Dieser Grundsatz war für die deutsche Entwicklung im März 1950 (W. Nestel) festgelegt worden. Auch die Vorführung im August 1951 am Berliner Funkturm, wo das amerikanische NTSC-System favorisiert werden sollte, brachte keine Meinungsänderung. Statt dessen entwickelte man in Deutschland (W. Bruch) das PAL-System, das 1967 gut ausgereift auf den Markt kam.

25.11.1925

In Berlin nimmt der „Sportpalast" seine überdeckte **Eiskunstlaufbahn** in Betrieb.

29.11.1800

Eine Errungenschaft der Französischen Revolution, die **Einführung der Meter-Maßeinheit**, erlangt Gesetzeskraft und setzt sich im öffentlichen Leben, von Paris ausgehend, schnell durch. Das Meter und die davon abhängigen Maßeinheiten werden von vielen Nationen Europas rasch übernommen.

1.12.1750

In Nürnberg stirbt der Mathematiker und Physiker **Johann Gabriel Doppelmayr** infolge eines Experiments mit einer Leidener Flaschenbatterie. Er ist damit das erste bekannt gewordene **Todesopfer der Elektrophysik**.

3.12.1825

Heinrich Berry, ein Londoner Kaufmann, erhält ein britisches Patent auf elastische Gummiringe und mit Kautschuk überzogene Korkscheiben zum **„luftdichten Verschließen von Gefäßen"** – ein wesentlicher Schritt zur **Lebensmittel-Konservierung**.

3.12.1995

Das **Deutsche Museum München** gründet eine bemerkenswerte **Filiale in Bonn**, die sich vorzugsweise der seit etwa 1945 entwickelten modernen Technik und zukunftsweisenden neuesten Erfindungen zuwendet, zum Beispiel dem räderlosen Transrapid. Diese Einrichtung hat sich unter der Leitung von **Peter Fries** bereits gut eingeführt.

4.12.1925

In Genf wird die **Internationale Radio-Union** gegründet, deren Aufgabe die Wellenverteilung ist und die auch den internationalen Programmaustausch vorbereiten soll. 1927 findet in Washington unter Teilnahme von 80 Ländervertretungen eine erste Konferenz statt.

6.12.1850

Hermann Helmholtz (1821-1894) gibt vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin seine **Entdeckung des Augenspiegels** bekannt. Erst in den 50er Jahren wandte sich der Arzt Helmholtz mehr und mehr den physikalischen Problemen zu und wurde der seinerzeit bedeutendste Physiker in Deutschland.

7.12.1850

In Zittau wird **Paul Theodor Sievert** geboren. Schon in jungen Jahren beschäftigen ihn die Probleme der **Glasfabrikation**. Unter den vielen Verbesserungen, die er hierzu beitrug, war die Herstellung von **Tafelglas** auf der Grundlage des Druckluft-Blaseverfahrens seine wichtigste Erfindung.

7.12.1925

In Berlin stirbt 55jährig der Kraftwerksbauer **Georg Klingenberg**. Er war einer der erfolgreichsten Fachmänner seiner Zeit und schuf mit dem **Kraftwerk Golpa-Zschornewitz** eines der größten Dampfkraftwerke um 1914, das die mitteldeutsche Braunkohle zur Energieerzeugung nutzt. Das Kraftwerk bei Rummelsburg, das kurz nach seinem Tod vollendet wurde, erhielt ihm zu Ehren den Namen **"Klingenberg"**.

8.12.1775

Friedrich der Große stellt für eine **Berliner Ingenieurschule** (nach französischem Vorbild *École de génie*) im Erdgeschoß des Stadtschlosses Räume zur Verfügung. Das Institut wurde eine Privatlehranstalt zur Heranbildung einer relativ geringen Zahl von Ingenieur-Aspiranten. Über die zu treffende Schüler-Auswahl schrieb der Alte Fritz: „Tumme Teufels müssen sich darunter ebensowenig als Windbeutels einschleichen!" (nach Feldhaus)

14.12.1900

Der Physiker **Max Planck** (1858-1947) spricht vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin „zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum". Dieses unter dem

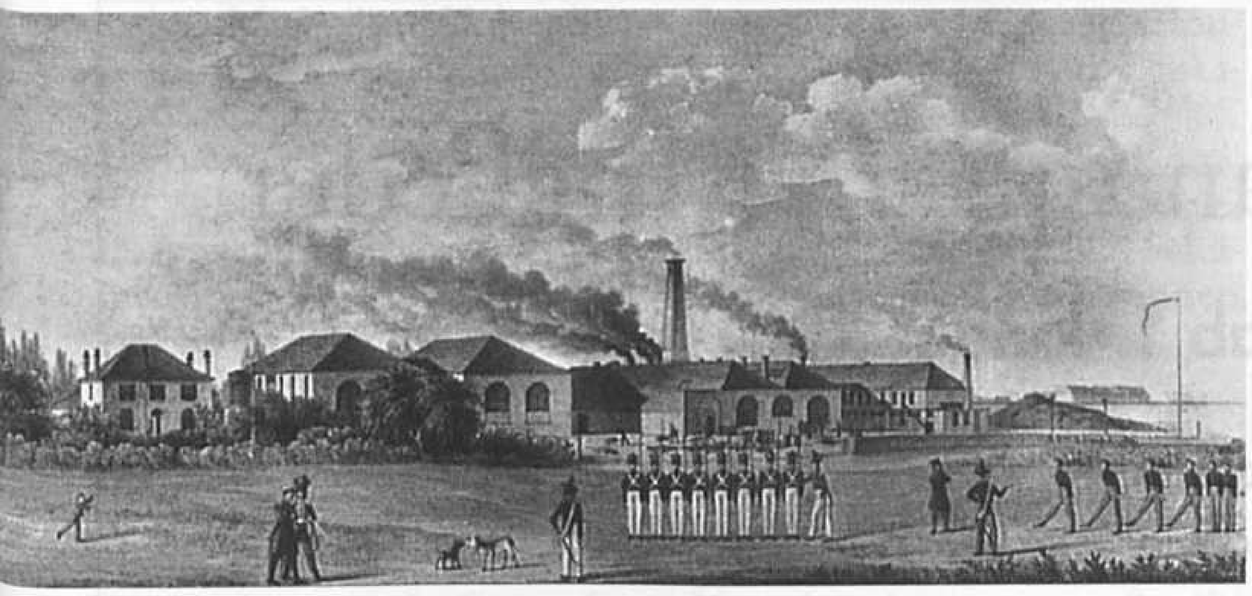
sem Erlebnis eher positiv beeindruckt und hoffte, eines Tages selbst auf dem Flußdampfer zu fahren. Auch andere technische Neuerungen finden in Annette von Hülshoffs Briefen ihren Niederschlag, ja sogar die Vision des künftigen **Telefons** und der erst im 20. Jahrhundert verwirklichten **Mondfahrt**.

19.10.1875

In Paris stirbt 73jährig der britische Physiker **Charles Wheatstone**. Nach mehrjähriger Tätigkeit als Fabrikant von Saiteninstrumenten schuf er 1837 einen elektrischen Nadeltelegrafen, der ihm (und Cooke) patentiert wurde. Es folgten elektrische Uhren und als Meßinstrument für den elektrischen Widerstand die nach ihm benannte „Wheatstonesche Brükke". 1868 wurde er von Queen Victoria in den Ritterstand erhoben.

21.10.1800

In Gloucester, Großbritannien, kommt **Lenard Drory** zur Welt. Im Dienst einer Londoner Gas-Gesellschaft errichtet er 1825 in Hannover und 1826 in Berlin die ersten **Gas-Erleuchtungs-**



Das von Lenard Drory in Berlin erbaute Gaswerk, 1826.

anstalten Deutschlands. So erstrahlte im Herbst 1826 die Prachtstraße „Unter den Linden" erstmals im Doryschen Gaslicht. Das Gaswerk befand sich „j.w.d." (Berlinisch für: janz weit draußen), östlich vom Halleschen Tor am Landwehrkanal.

22.10.1925

Der kanadische Physiker **Julius Edgar Lilienfeld** (1882-1963) erhält ein Patent auf einen **Kristall-Verstärker** mit dem er elektrische Ströme in eine gewünschte Richtung zu steuern vermag. Unter dem Begriff **Feldeffekt-Transistor** wurde dieser Vorläufer der modernen **Halbleiter-Technik** bekannt, die in den Jahren 1947/48 mit dem Germanium-Transistor der Bell-Laboratories in den USA ihren Auftakt nahm.

24.10.1900

Das deutsche Kaiserpaar fährt mit der soeben fertiggestellten **Wuppertaler Schwebebahn**. Sie war von dem Kölner Ingenieur **Eugen Langen** (1833-1995) konzipiert und begonnen und von der *Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen* errichtet worden. Die Schwebebahn ist noch heute in Betrieb, erlebte jedoch keine entsprechenden Nachbauten an anderen Orten.

25.10.1900

Geburtstag des Fliegers **Gottfried Espenlaub**. In seiner Jugend begeisterte er sich für den damals aufkommenden **Segelflugsport**. Besonders interessiert war er an einer Verbesserung der Startmöglichkeit, beispielsweise per Schleppflug durch ein Motorflugzeug (inzwischen allgemein üblich) und um 1929 sogar durch Pulverraketenantrieb. Viele seiner Anregungen wurden von der Forschungsanstalt Darmstadt-Griesheim systematisch weiterentwickelt.

30.10.1925

In Berlin wird dem Funk-Pionier **Alexander Meißner** (1883-1958) in besonderer Anerkennung seiner Verdienste um die **Rückkopplungsschaltung für Röhrensender** das erste Exemplar der **Heinrich-Hertz-Medaille** verliehen.

Alexander Meißner (1883-1958)

1.11.1825

William Ranyard erhält ein Patent auf seine **Straßenkehrmaschine**. Bereits 1674 wurde seinem britischen Landsmann **Toogood** die Urheberschaft für Straßenreinigung in einem sehr wortreichen aber für die Praxis inhaltlosen Patent geschützt. Seit 1856 kamen Walzenkehrmaschinen auch in Deutschland zum Einsatz.

3.11.1500

In Florenz wird als Sohn eines Architekten der Künstler **Benvenuto Cellini** geboren. Etwa vergleichbar mit Leonardo da Vinci und Michelangelo, befaßte er sich auch mit technischen Problemen. Als Goldschmied und Emailleur, Stempelschneider, Münzmeister, Bildhauer und Erzgießer schuf er für Päpste und Fürsten künstlerische Meisterwerke.

6.11.1825

In Seesen am Harz wird **Carl Friedrich Theodor Steinweg** geboren. Zusammen mit seinem Vater, einem Tischlermeister, wanderte er 1850 nach Amerika aus. In New York gründeten sie gemeinsam mit seinem Bruder die Pianoforte-Fabrik ***Steinway and sons***, die wegen ihrer hervorragenden Qualitätserzeugnisse – vor allem Konzert-Flügel – schnell Weltruf erlangte.

9.11.1875

In Todtmoos im Schwarzwald kommt **Hans Lehmann** zur Welt. Als Physiker bei den Dresdner *Ernemann-Werken* befaßte er sich mit der **Entwicklung der Zeitlupe**, die seit 1914 in die Kinotechnik Eingang fand. Bereits 1917 verstarb Lehmann.

14.11.1875

In Berlin wird als Handwerkersohn **Bruno Bürgel** geboren. Aus eigener Kraft arbeitete er sich vom einfachen Arbeiter zum wissenschaftlich gebildeten Astronomen hoch. Seine volkstümliche Himmelskunde ***Aus fernen Welten*** machte ihm auch als Schriftsteller einen Namen. In seinen Büchern widmete er sich besonders auch den zahlreichen technischen Hilfsmitteln der Astronomen. Bürgel verstarb 1948.

Der Astronom Bruno Bürgel (1875-1948)

15.11.1850

Dem Beispiel Bayerns, das 1849 die ersten deutschen **Briefmarken** einführte, schließen sich nun die Bundesländer Preußen, Sachsen und Hannover an.

15.11.1975

Auf Schloß Rambouillet in Frankreich tagt auf Initiative des französischen Ministerpräsidenten **Guiscard d'Estaing** und des deutschen Bundeskanzlers **Helmut Schmidt** erstmals ein **Weltwirtschaftsgipfel**, der das Wohlstandsgefälle der Weltbevölkerung zum Hauptthema hat und die Armuts-Probleme sogenannter Dritter-Welt-Gesellschaften ins Bewußtsein der Öffentlichkeit rückt.

Abb.: Sammlung v. Weiher (l. und r.); Deutsches Museum München (o.)

OKTOBER – NOVEMBER – DEZEMBER 2000

Begriff **Quantentheorie** in die Wissenschaftsgeschichte eingegangene Modell markiert den Beginn der modernen Physik. Es beruht auf der Annahme, daß die Atome ihre Strahlungsenergie nicht stetig in jeder beliebigen Größe, sondern immer nur periodisch in bestimmten Quanten (Energie-Elementen) aussenden oder aufnehmen. Mit dieser Quantentheorie und den sie ergänzenden Forschungen Albert Einsteins (1879-1955) im Anschluß an dessen Relativitätstheorie entstand das neue physikalische Weltbild.

15.12.1900

Das erste **Fernheiz-Kraftwerk** Europas in Dresden nimmt seinen Betrieb auf. Es dient der Versorgung öffentlicher und kommunaler Gebäude.

21.12.1925

In Berlin stirbt **Melly Beese** im Alter von nur 39 Jahren. Sie war Künstlerin und schuf beachtliche Porträtplastiken. Doch im wesentlichen gehörte ihr Leben der **Fliegerei,** die sie als erste deutsche Frau seit 1911 betrieb (Pilotenzeugnis Nr. 115). Auch die Ausbildung von Flugschülern gehörte zu ihren Aufgaben. Der Erste Weltkrieg zerstörte jedoch ihren weiteren Lebensweg; sie gab auf und lebte nur noch zurückgezogen.

Die Fliegerin Melly Beese (1886-1925)

22.12.1850

Im russischen Tambow wird **Constatin Fahlberg** geboren. Er bildete sich zum Chemiker und erfand 1878 den künstlichen Süßstoff, dem er im Patent den Namen *Saccharin* gab. 1886 gründete er in Magdeburg die erste *Saccharin*-Fabrik, die bis zur Wende um 1990 fortbestand.

22.12.1900

Professor **Adolf Slaby** (1849-1913) hält in Berlin einen Experimentalvortrag, in dem der Nachweis gleichzeitiger **drahtloser Telegrafie** auf verschiedenen Wellenlängen demonstriert wird. Die in der TH Charlottenburg und im Kabelwerk Oberspree gesendeten Texte werden im Vortragsraum am Schiffbauerdamm empfangen.

25.12.1925

Letztmalig befördert die Berliner Post ihre **Paketlieferungen** mit Pferde-Postwagen. Fortan werden dafür nur noch Benzinkraftwagen oder die leise laufenden (akkubetriebenen) Elektrowagen eingesetzt.

29.12.1800

In New Haven, Connecticut, USA, wird **Charles Nelson Goodyear** geboren. Sein Vater ließ ihn nicht Pfarrer werden und bestimmte ihn zum Kaufmann. Seit 1839 beschäftigte er sich experimentell mit der **Vulkanisation des Kautschuks**, die ihn zu wesentlichen Erfindungen befähigte: 1852 hatte er den Hartgummi entwickelt, den er in die Zahnheilkunde einführte.

30.12.1525

In Augsburg stirbt 65jährig **Jacob Fugger.** Er ist der Schöpfer jener Finanzmacht, die am Beginn des deutschen Kapitalismus steht und der Stadt Augsburg bedeutenden Wohlstand eintrug. Auf sozialem Gebiet wurde seine 1519 gegründete Mitarbeitersiedlung „Fuggerei" vorbildhaft. Schon zu seinen Lebzeiten sprach man von „Jacob Fugger dem Reichen", dessen einmalig umfangreiche Besitzungen im Ausland zum Reichtum beitrugen.

Abb.: Sammlung v. Weiher (2)

Jacob Fugger der Reiche (1459-1525)

Wichtige Nachricht an unsere Mitglieder

Beitragsanhebung ab 1. Januar 2001

Vollmitgliedschaft statt 76,- DM dann 85,- DM im Kalenderjahr
Jungmitgliedschaft statt 45,- DM dann 50,- DM im Kalenderjahr

Auch in Zukunft muß das Deutsche Museum seine Planungen und Projekte vorantreiben. Das kostet Geld, Zeit und Phantasie.

Unser nächstes großes Ziel ist es, neben aktuellen Verbesserungen, das Verkehrszentrum des Deutschen Museums fertigszustellen. Es wird in denkmalgeschützten Gebäuden auf der Theresienhöhe in München untergebracht sein.

Bitte helfen Sie uns, jeder in seinem Rahmen, das Verkehrszentrum in den nächsten Jahren den Besuchern übergeben zu können.

DEUTSCHES MUSEUM

ZUSAMMENGESTELLT VON BIRGIT HEILBRONNER

WINTERVORTRÄGE: WISSENSCHAFT FÜR JEDERMANN

11. Oktober 2000
Professor Dr. Herbert Walther, Max-Planck-Institut für Quantenoptik: Quantenphänome einzelner Atome – Neue Experimente zur Quantenphysik

18. Oktober 2000
Professor Dr. G. Rempe, Max-Planck-Institut für Quantenoptik: Quantenphysik am absoluten Nullpunkt – Neue Experimente zur Quantenphysik

25. Oktober 2000
Professor Dr. T. W. Hänsch, Max-Planck-Institut für Quantenoptik: Höchste Präzision als Fenster zur Quantenphysik – Neue Experimente zur Quantenphysik

8. November 2000
Professor Dr. Eckhard Wolf, Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für molekulare Tierzucht: Gentechnik – Klonen – Tierzucht

15. November 2000
Talkshow: Das Alter der Erde. Mit Sir William Thomson, T. H. Huxley, Sir Charles Lyell und Hermann von Helmholtz als Moderator. Gespielt von Professor Altermann, Professor Dr. Lesch, Dr. Grothe, Professor Dr. Teichmann, Professor Dr. Vossenkuhl

Alle Wintervorträge jeweils an einem Mittwoch um 19 Uhr im Ehrensaal des Deutschen Museums. Einlaß ab 18.30 Uhr. Der Eintritt ist frei.

FRAUEN FÜHREN FRAUEN

19. Oktober 2000, 18 Uhr
Unser Wunsch nach Mobilität. Konzept des neuen Verkehrszentrums. Treffpunkt: Messehallen auf der Theresienhöhe.

26. Oktober 2000, 10 Uhr
Von Genen, Tomaten und Gentomaten. Gentechnik und Umweltschutz. Treffpunkt: Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen Südbayern

2. November 2000, 18 Uhr
Gegen alles ist ein Kraut gewachsen. Die neue Ausstellung Pharmazie

9. November 2000, 10 Uhr
Vom Kristall zum Chip. Mikroelektronik

16. November 2000, 18 Uhr
Bits and Bytes. Die Entwicklung digitaler Rechenanlagen

23. November 2000, 10 Uhr
Lebendige Wissenschaft (Sonderausstellung). Heiß wie die Sonne

30. November 2000, 18 Uhr
Wie die Klosterfrau zum Melissengeist kam. In einer Klosterapotheke des 18. Jahrhunderts.

7. Dezember 2000, 10 Uhr
Meilensteine der Verkehrsgeschichte. Verkehrsabteilungen des Deutschen Museums

14. Dezember 2000, 18 Uhr
Jungen bauen, Mädchen schauen? Zur Geschichte des Baukastens

Anmeldung erwünscht, Telefon (089) 2179-252. Für Schülerinnen und Studentinnen DM 5,– sonst DM 12,–

WOCHENENDEN IM KERSCHENSTEINER KOLLEG

6. bis 8. Oktober 2000
Vom Astrolabium zum Satelliten. Ein Astronomie-Wochenende für Sternfreunde in Zusammenarbeit mit dem Franckh-Kosmos Verlag.

3. bis 5. November 2000
Zeitreise ins Mittelalter: Altes bäuerliches Handwerk. Für Familien (in Zusammenarbeit mit der Museumswerkstatt der Münchner Volkshochschule). Anfahrt: Freitag bis 15 Uhr, Ende Sonntag 13 Uhr. Kursgebühr DM 60, Kinder bis zu 12 Jahren DM 25. Zwei Übernach-

Oktober · November · Dezember 2000

Neuheiten-Ecke: »Weg in die Zukunft«

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

Sonderausstellungen

bis 19. Nov. **»Opus Caementitium«** – Neue Bautechnik der Römer
EG Ausstellung in Zusammenarbeit mit der Südwestzement und Bayern Zement GmbH

21. bis 26. Nov. **Die Wissenschaft lebt!**
1. OG. Ausstellung der Helmholtz-Gemeinschaft

Sonntagsmatineen und Orgelkonzerte

in der Abteilung Musikinstrumente

ab Oktober Das Programm und die Termine standen bei Redaktionsschluss noch nicht endgültig fest. Telefonauskunft unter (0 89) 21 79-445.

Flugwerft Schleißheim

Effnerstraße 18 · 85746 Oberschleißheim · Telefon (089) 31 57 14-0

seit 1. April **Die deutschen Senkrechtstartflugzeuge**

11. + 12. Nov. **Hallen-Airshow**
Umfangreiches Flugprogramm mit allem, was in einer Halle fliegt.
Info: Werftladen, Tel. (0 89) 31 57 14-56

Deutsches Museum Verkehrszentrum

Theresienhöhe 14 a · 80339 München · Telefon (089) 21 79-5 10
Öffnungszeiten tägl. von 9.00 bis 19.00 Uhr

bis 31. Okt. »Clean Energy«
Ausstellung der BMW Group

Veranstaltungen / Vorträge:

5. Oktober Thomas Schmalschläger, Stadtwerke München GmbH
»Das Münchener Windrad« (19.30 Uhr)

12. Oktober Dr. Roland Geres, »Klimaschutz als Markteinführungschance für Neue Technologien« (19.30 Uhr)

19. Oktober Robert Burkard,
»Erneuerbare Energien – Projekte der Stadt München« (19.30 Uhr)

21. Oktober Lange Nacht der Museen im Verkehrszentrum (siehe eigener Artikel)

25. Oktober Podiumsdiskussion BMW (17.00 Uhr)

Kolloquiumsvorträge

Montagskolloquien MZWT, 16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt

6. November Andreas Knie, Wissenschaftszentrum Berlin
»Möglichkeiten und Grenzen intermodaler Verkehrsangebote«

20. November Martin Melosi, University of Houston, Texas
»Technologies of Sanitation: Making Cities Liveable«

4. Dezember Silke Berdux, Deutsches Museum
Zwischen »onnütz instrument« und »Nonnentrompete«:
Zur Geschichte von Trumscheit und Tromba marina

18. Dezember Andreas Daum, Deutsches Historisches Institut, Washington D.C.
»Natur als Theater: Visualisierung von Wissenschaft und die Inszenierung von Volksbildung im Berlin des Fin de Siècle«

Montagsseminare MZWT, 16.30 Uhr, Seminarraum der Institute, freier Eintritt

30. Oktober Peter Schimkat, »Das geologische Territorium im 19. Jahrhundert: Zur Etablierung einer naturwissenschaftlichen Disziplin in Deutschland«

13. November Stefan M. Zech, »Die Sicherung geistigen Eigentums in Patenten und wissenschaftlichen Veröffentlichungen«

27. November Rudolf Seising,
»Von Kommunikationsnetzen und Schaltkreisen zur Systemtheorie: die elektrotechnische Vorgeschichte der Fuzzy Set Theorie«

11. Dezember Thomas Wieland,
»Pfadabhängigkeiten im deutschen Innovationssystem«

(Weitere Veranstaltungen s. unter Nachrichten aus dem Deutschen Museum)

Deutsches Museum
Museumsinsel 1, D-80538 München, Telefon (0 89) 2179-1

tungen mit Frühstück im Doppelzimmer: Erwachsene 100 DM, Kinder 70 DM.

1. bis 3. Dezember 2000
Für Mitglieder des Deutschen Museums: Chemie und Pharmazie. Anreise Freitag 15 bis 17 Uhr, Abreise Sonntag bis 13 Uhr. – Führung durch die neue Abteilung Pharmazie, die historischen Laboratorien und die Alte Apotheke. Auch für Familien mit größeren Kindern geeignet. Zeitgleich findet für kleinere Kinder die Reihe „Märchen im Museum" statt.

Zwei Tage Übernachtung mit Frühstücksbüffet und das beschriebene Programm. Preis pro Teilnehmer: DM 185 im Einzelzimmer, DM 165 im Doppel- oder Familienzimmer; Kinder DM 90 (zuzüglich MwSt).

8. bis 10. Dezember 2000
Alchemistenküche – Seifensiederei – Kräuterofen. Weihnachtliches Duft- und Gewürzlabor. Zeiten und Kosten wie bei „Zeitreise ins Mittelalter".

Weitere Informationen zu den Angeboten des Kerschensteiner Kollegs: Telefon (089) 2179-243/294/523 oder Fax 2179-273

DIE LANGE NACHT IM DEUTSCHEN MUSEUM

Welche Lust gewährt das Reisen? Dazu gibt es am 21. Oktober 2000 (19 bis 2 Uhr) eine lange Nacht im Deutschen Museum. Thema: eine literarische Reise von Hermann Hesse bis Antoine de Saint Exupéry. In den Ausstellungen Schiffahrt, Luftfahrt, Raumfahrt und Eisenbahn finden Lesungen, szenische Darstellungen und Musikperformances statt.

Zur gleichen Zeit im Deutschen Museum Verkehrszentrum auf der Theresienhöhe: Führung durch CleanEnergy (19 Uhr); Vortrag mit Experiment „Gase zum Anfassen" von Eberhard Lohse (20.30 Uhr); Live Musik der Band „Power! Percussion" (21.30 Uhr); Rezitation von Schauspieler Kluth über Jules Verne (22.30 Uhr); Live Musik der Band „Power! Percussion" (23.30 Uhr).

SONDERVORFÜHRUNGEN DER GLASBLÄSER

17./18. Oktober 2000
Schreibfedern aus Glas. Altertümlichen Schreibgeräte – je nach Wunsch der Besucher mit klassischem oder auch ganz modernem Dekor (ca. 30 Min.)

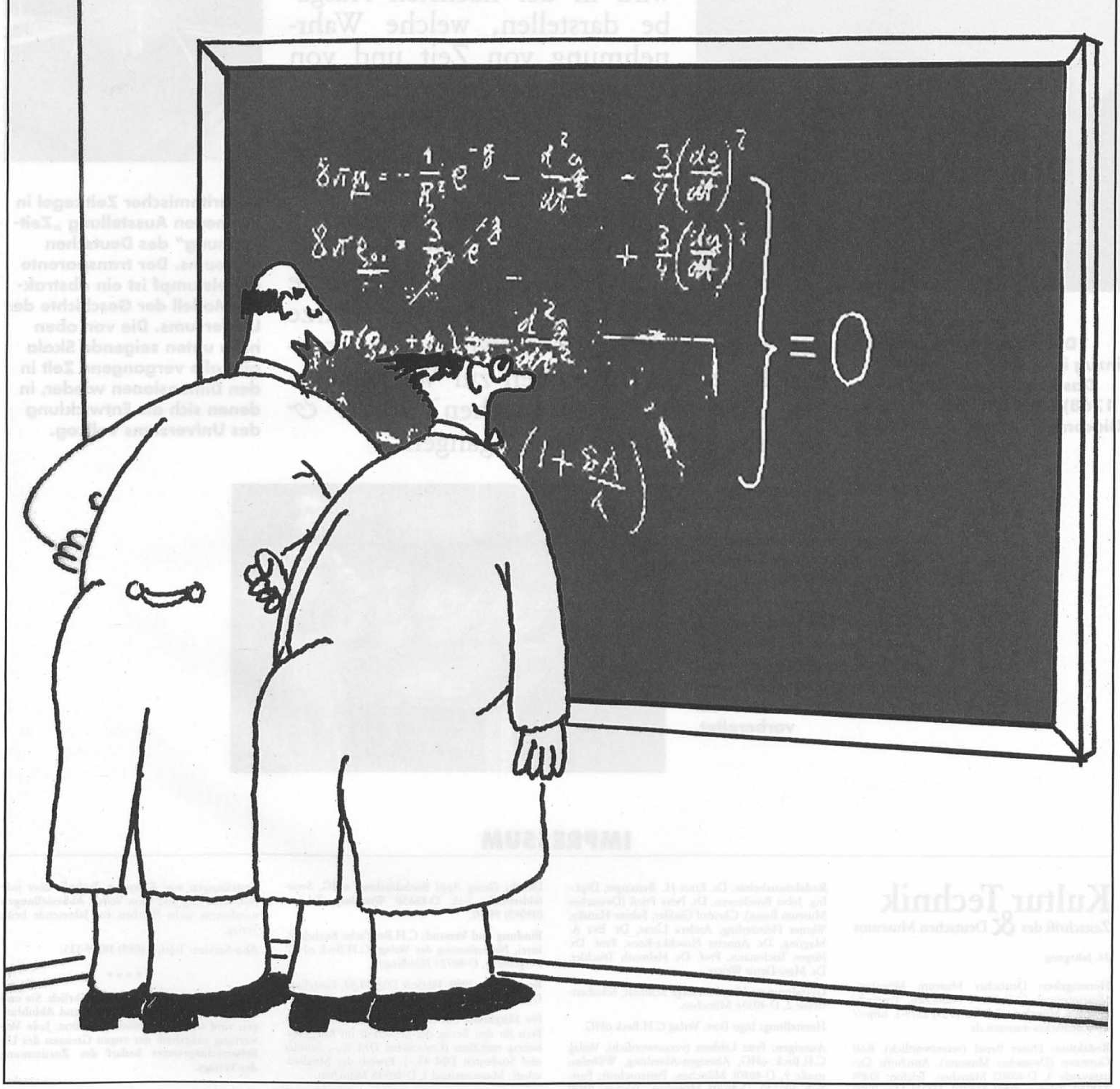
14./15. November 2000
Der Liebig-Kühler. Grundlagen des Glasapparatebaus (ca. 45 Min.)

9. Dezember 2000
Christbaumschmuck. Wie entstehen die bunten Kugeln, die am Weihnachtsbaum hängen? (ca. 30 Min.)

Vorführungen jeweils um 14 Uhr im 2. OG neben der Altamira-Höhle am Vorführ- und Verkaufsstand der Glasbläser.

Die Jahrhundertformel

Aus der Reihe „Geniale Forscher“

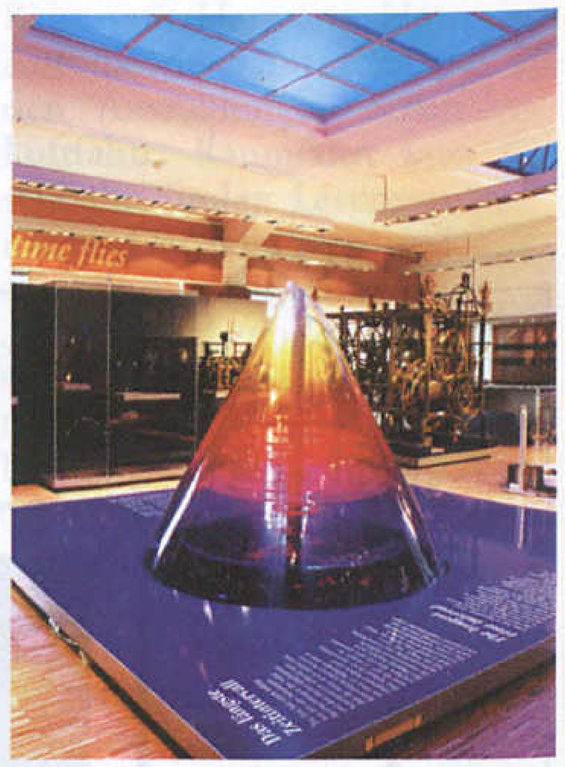


Collage: K&T unter Verwendung der Karikatur eines nicht identifizierten Zeichners (Hinweise erbeten!) und eines Einstein-Manuskripts

„Mein lieber Einstein, damit ist wohl die Weltformel gefunden, die den Zustand des Universums am Ende des 20. Jahrhunderts beschreibt. Genial!“

Begann das neue Millennium nun am Anfang oder am Ende des Jahres 2000? Auch wenn runde Jahreszahlen allein noch keine neue Ära begründen, so sind sie doch stets ein Anlaß, Hoffnungen, Wünsche und Ängste von Menschen sichtbar zu machen. *Kultur & Technik* wird in der nächsten Ausgabe darstellen, welche Wahrnehmung von Zeit und von Zeitenwenden unser Leben bestimmt. □ Im Deutschen Museum ist die Ausstellung Zeit und Zeitmessung umgestaltet und neu eröffnet worden – mit überraschenden Ergebnissen (Bild rechts). □ Gewürze sind nicht zuletzt die Würze des Lebens. Wieviele Gewürze sind notwendig, einen Lebkuchen zur Weihnachtszeit schmackhaft zu machen? *Kultur & Technik* ist der Frage nachgegangen. □

Die mechanische Zeit hält Einzug ins Leben der Menschen. Das zeigt Canalettos (1697-1768) Bild „Der Platz von San Giacomo di Rialto" in Venedig.



Logarithmischer Zeitkegel in der neuen Ausstellung „Zeitmessung" des Deutschen Museums. Der transparente Kegelstumpf ist ein abstraktes Modell der Geschichte des Universums. Die von oben nach unten zeigende Skala gibt alle vergangene Zeit in den Dimensionen wieder, in denen sich die Entwicklung des Universums vollzog.

Abb.: Gemäldegalerie Alte Meister, Dresden (l.); Deutsches Museum (r., u.)

Muskat, Koriander – wenn Lebkuchen, Pfefferkuchen und Printen duften, ist die Zeit exotischer Gewürze da. Ein Blick auf die Inhaltsstoffe der typischen Lebkuchengewürze macht Appetit auf eine Gewürz-Ausstellung, die das Deutsche Museum vorbereitet.

IMPRESSUM

Kultur & Technik
Zeitschrift des Deutschen Museums

24. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München, Museumsinsel 1, D-80538 München, Postfach: D-80306 München. Telefon (089) 2179-1. http://www.deutsches-museum.de

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Rolf Gutmann (Deutsches Museum). Anschrift: Occamstraße 3, D-80802 München. Telefon: (089) 333750, Telefax: (089) 333750. ISDN Mac (089) 34029704. Email: Dieter.Beisel@t-online.de

Verlag: Verlag C.H.Beck oHG, Wilhelmstraße 9, D-80801 München / Postfach 400340, D-80703 München, Telefon: (089) 38189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (089) 38189-398, Postgirokonto: München 6229-802. http://www.beck.de

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

Gestaltung und Layout: Jorge Schmidt, Schubertstraße 2, D-80336 München.

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

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

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

Druck: Georg Appl Buchdruckerei oHG, Senefelderstraße 3-11, D-86650 Wemding, Telefon (09092) 999-0.

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

Bezugspreis 2000: Jährlich DM 39,80, Einzelheft DM 10,80, jeweils zuzüglich Versandkosten.

Für **Mitglieder des Deutschen Museums** ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene DM 76,–, Schüler und Studenten DM 45,–). Erwerb der Mitgliedschaft: Museumsinsel 1, D-80538 München.

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

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

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

* * * * *

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

ISSN 0344-5690