B 9797 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums Verlag C. H. Beck München 1/1992

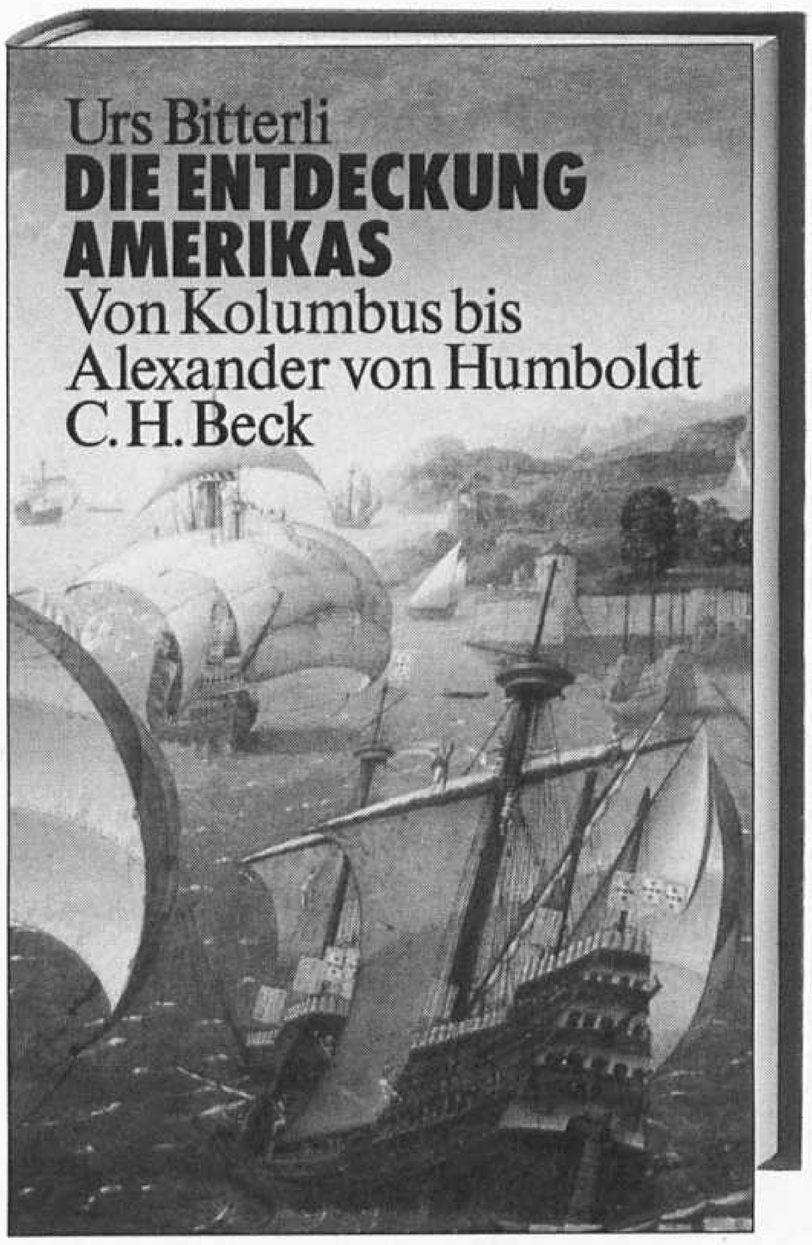
DATEIEN
Gespeichertes Wissen à la carte

RÄTSEL
Spaziergänge durch das Deutsche Museum

BAHN
Flugzeug auf Schienen

ERFINDER
Ein Schwabe wird zum Schwefelkönig

TECHNISCHES ERBE
Die Geburt des Deutschen Museums



Von Alaska bis Feuerland Die abenteuerliche Entdeckung des amerikanischen Kontinents

1991. 544 S., 48 Karten, Ln. 58,–

Verlag C.H.Beck

INHALT

Zum Titelbild: Das Deutsche Museum, Gemälde von Ernst Dorn, 1922. Foto: Deutsches Museum

LESERFORUM 4

Briefe an Kultur & Technik

KULTUR & TECHNIK RUNDSCHAU 6

Nachrichten und Informationen zu Technik und Technikgeschichte — *Hans-Liudger Dienel, Christiane Frische*

EISENBAHN I 10

Flugzeug auf Schienen — *Wolf-Heinrich Hucho*
Aerodynamiker konstruieren den ICE

EISENBAHN II 14

Trumpfbahn und Schrumpfbahn — *Heiner Monheim*
Ein Kommentar zur Verkehrspolitik

EISENBAHNGESCHICHTE 18

Zug um Zug — *Joachim Borchart*
Der Unternehmer Bethel Henry Strousberg

BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE 24

Die Sänfte am See — *Cornelia Kemp*
Landschaftsphotographie um 1860

GESPEICHERTE INFORMATION 26

Wissen à la carte — *Edward Tenner*
Geistige Arbeit und Informationsverwaltung

KULTUR & TECHNIK ZEITBILD 36

Technisches Wissen aus Tradition — *Christiane Frische*
Das Walzwerk Forges de Syam

ENTDECKER 38

1492: Die Entdeckung Amerikas — *Kurt-R. Biermann*
Columbus im Urteil Alexander von Humboldts

ROHSTOFFGEWINNUNG 42

Der Schwefelkönig — *Walter Botsch*
Die Karriere des Schwaben Hermann Frasch

GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT 48

Technik und Bildung — *Charlotte Schönbeck*
Jahrestagung in Mannheim

TECHNIKMUSEEN 50

Zwischen Massenproduktion und Magie — *Joachim Radkau*
Das Deutsche Museum: Spiegel des Zeitgeistes

GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR 59

Daten zur Technikgeschichte — *Sigfrid von Weiher*

KULTUR & TECHNIK RÄTSEL 62

Spaziergänge durch das Deutsche Museum — *Anonymus*
Ein Unterhaltungsspiel mit Gewinn

DEUTSCHES MUSEUM 64

Nachrichten und Veranstaltungen — *Rolf Gutmann*

VORSCHAU/IMPRESSUM 66

INFORMATION. Wie läßt sich Wissen speichern und nach Bedarf wieder abrufen? Die Karteikarte, einst als papierener Stein der Weisen gepriesen, sollte durch elektronische Speichermedien überflüssig werden. Doch die Zettel-Wirtschaft blüht. **SEITE 26**

DEUTSCHES MUSEUM. Aus welchem Zeitgeist heraus entstand eines der bekanntesten Technikmuseen? Welchen Stellenwert hat es heute? **SEITE 50**

DER ICE. Die Bahn ist mit High Tech ins Hochgeschwindigkeitszeitalter eingetreten. Die Technik stimmt. Stimmt auch die Verkehrspolitik? **SEITE 10**

Abb.: Deutsche Bundesbahn (ICE); Archiv für Kunst und Geschichte, Berlin (l.); Deutsches Museum (u. r.)

LESERFORUM

Briefe an: Redaktion Kultur & Technik, Wilhelmstraße 9, 8000 München 40

Poetisches Bild eines wissenschaftlichen Begriffes

Ein Wort und seine Kraft. Hans-Werner Schütt über den lange Zeit umstrittenen Begriff Katalyse. K & T 4/1991

Ich lese Ihre Zeitschrift mit großem Interesse. In Heft 4/1991 hat mir besonders der Artikel von Hans-Werner Schütt gefallen. Er stellt einen bedeutenden Beitrag in der geschichtlichen Entwicklung der Katalyseforschung dar.

Eine eigentliche Katalyseforschung setzte zweifellos erst ein, als Berzelius im Jahre 1836 feststellte, daß allen Prozessen, die im Laufe des 19. Jahrhunderts entdeckt und beschrieben wurden – wie enzymatische und saure Hydrolyse der Stärke, Knallgasvereinigung über Platin, Hydroperoxidzersetzung mit Braunstein, Verätherung des Alkohols mit Schwefelsäure usw. –, ein gemeinsames Merkmal eigen ist: die Beeinflussung einer Reaktion durch einen dritten Stoff.

Eine schärfere Fassung erhielt dieser Begriff aber erst durch W. Ostwald, der erkannte, daß Katalyse eine Angelegenheit der Reaktionsgeschwindigkeit ist und im Jahr 1900 seine berühmte Katalysatordefinition aufstellte. In seinen Vorlesungen über Naturphilosophie, die im Sommer 1901 an der Universität Leipzig gehalten wurden, schreibt der Nobelpreisträger des Jahres 1909:

„Der Ablauf eines chemischen Vorganges und die Beschaffenheit seiner einzelnen Stufen ist im allgemeinen durch die Art und Menge der Stoffe sowie durch äußere Bedingungen, wie Temperatur und Druck, so weit gegeben, daß die Reihenfolge der Vorgänge und die verhältnismäßigen Zeiträume, welche die einzelnen Stadien beanspruchen, fest bestimmt sind. Dagegen ist die Dauer der Zeit, in der diese feste Folge von chemischen Ereignissen abläuft, durch die Natur der sich umwandelnden Stoffe und die äußeren Umstände noch nicht bestimmt, sondern sie hängt noch von der Anwesenheit anderer Stoffe ab, die durch den Vorgang selbst keine bleibende Veränderung zu erfahren brauchen, und die sich hernach unvermindert wiederfinden. Man nennt solche Stoffe Katalysatoren. Sie wirken so, als würde durch sie die Einheit der Zeit geändert, während die gegenseitigen Verhältnisse der für die verschiedenen Stufen des Vorganges erforderlichen Zeiten keine Änderung erfahren. Man verstellt also gleichsam mittelst eines Katalysators die Pendellinse an der Uhr des Vorgangs."

Ein wunderschönes, poetisches Bild eines wissenschaftlichen Begriffs.

Es war also ein großes Verdienst des Begründers der physikalischen Chemie am Ende des 19. Jahrhunderts, die wichtige Rolle der Reaktionsgeschwindigkeit zu erkennen: Dies erlaubte die enormen Fortschritte der modernen technischen Chemie.

Dr. Vincenzo Cutillo
Neapel, Italien

Keine Bevormundung der Technikgeschichte

Ein Forum für Technikgeschichte. Gespräch mit Prof. Dr. Ulrich Wengenroth über die Gründung der Gesellschaft für Technikgeschichte. K & T 4/1991

Ein Forum für Technikgeschichte? Noch eine Gesellschaft – so möchte man fragen, wenn man die letzten Jahre betrachtet, in denen eine ganze Reihe von Fachgesellschaften mit technikhistorischem Bezug gegründet wurde. Warum nicht – doch ist die Basis wirklich so groß? Sollte man nicht eher die bestehenden Institutionen, wie *Georg-Agricola-Gesellschaft*, die *Deutsche Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaften und Technik* (DGGMNT, gegründet 1901, seit 60 Jahren „und Technik") oder die Hauptgruppe Technikgeschichte beim VDI, nutzen und weiterentwickeln?

Auf den Tagungen trifft man doch immer einen „harten" Kern von „forschenden" Technikhistorikern und – nicht zu unterschätzen – eine große Gruppe von an der Technikgeschichte Interessierten aus anderen historischen und technischen Fachgebieten. Seit 18 Jahren nehme ich an Jahrestagungen der DGGMNT teil, in deren Vorstand ich bin, und ich kann daher sagen, daß dort die Technikgeschichte eigenständig ist und nicht von anderen Disziplinen bevormundet wird. Warum sollte nicht das Gewicht der DGGMNT mit über 700 in- und ausländischen Mitgliedern auch für übergreifende und internationale Belange der Technikhistoriker eingesetzt werden? Entscheidend ist jedoch die Mitarbeit aller.

Dr. Helmut Lindner
W-1000 Berlin

Lichtbrechung in gekühltem Glas

Licht und Materie. Jost Lemmerich über Michael Faradays Forschungen zu den Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie. K & T 4/1991

Lassen Sie mich einen Übersetzungsfehler korrigieren, der in Ihrem Artikel auf Seite 41 unterlaufen ist. In 7505 des *Diarys* muß es heißen: „Das Glas ... war außerordentlich gut gekühlt" (im Original „annealed"; übersetzt wurde mit „gealtert"). Dies ist nicht unwesentlich, da ein schnell gekühltes Glas durch mechanische Spannungen doppeltbrechend wird und damit alleine dadurch Licht polarisiert.

Tatsächlich weist W. Thomson, wie ich meine, in dem auf Seite 40 angeführten Brief an Faraday gerade auf die Spannungsdoppelbrechung hin, von der er meint, daß sie durch den elektrischen Spannungszustand („electronic state", wie Faraday es nannte) hervorgerufen wird. Ob Faraday dies auch so sah, erscheint mir nicht klar; es mag sein, daß er das polarisierte Licht zur Analyse wählte, weil es gleichsam „geordnet" war und so Veränderungen besser anzeigte.

Michael Barth
W-3156 Hohenhameln

Größere und kleinere Hälften

Die viereckte Kugel. Ivo Schneider und Ernst-Peter Wieckenberg über Lichtenbergs Betrachtung „Vom Würfel". K & T 3/1991

Allerdings hat Lichtenberg, der *Mathematiker,* seine Gründe, den Würfel nicht viereckig nennen zu wollen, die der *Techniker* vielleicht nicht verstünde. Sie haben mit sprachlicher Genauigkeit der Wissenschaft zu tun, nicht mit der Umgangssprache, in der man ja sogar von größeren und kleineren Hälften reden darf. Lichtenberg hätte sich über den Verfasser vermutlich so belustigt wie über die Brüder Gerau aus seiner Schulzeit, die nicht einsehen wollten, daß man ein Ganzes nicht in 5 Viertel teilen konnte.

Dr. Ulrich Joost
W-6100 Darmstadt

Die wiedergefundenen Bilder

Pramhure und Paelgeld. Thomas Wolf über mittelalterliche Häfen und Hafentechnik. K & T 3/1991

Auf den Seiten 46/47 befindet sich das Bild „Handelsschiffe im Hafen einer Hansestadt". Mir ist der Maler dieses Bildes persönlich bekannt: Fritz Beyle, inzwischen 91 Jahre alt. Seine Werke aus der Serie „Kulturgeschichtliche Bilder" wurden an den Dr. te Neues Verlag verkauft, der sie in den 50er Jahren veröffentlichte. Der Bild-Nachweis „Stiftung Preußischer Kulturbesitz" läßt nun auf einen anderen Besitzer schließen.

Olaf Andersen
W-2000 Hamburg 67

Ein Jahrhundert Technik für die Menschen. Philips.

BAGINSKI, MUTH

Mit der Glühlampe begann es einst. Aber mit der Halogenlampe hört es längst nicht auf. Die Beiträge von Philips zum modernen Leben sind vielfältig und erfinderisch. Seit 100 Jahren kommt ein ständiger Strom von Neuentwicklungen aus den Labors und Forschungsstätten unseres Unternehmens. Und in der Regel betreffen sie Themen, die für die Menschen wichtig sind.

Nehmen wir die Medizin. Durch entscheidende Schritte in der Röntgentechnik und der Kernspin-Tomographie hat Philips die moderne diagnostische Medizin vorangebracht. Heute sind die Bilder aus dem Körper des Menschen von perfekt zu nennender Qualität.

Oder die elektronischen Medien. Mit seinen Radios und mit seinen Fernsehgeräten hat Philips wichtige Bausteine geschaffen für die modernen Informations- und Unterhaltungsmedien. Bis heute ist das Unternehmen die Nummer Eins weltweit beim Bau von Fernsehbildröhren.

Oder die Kommunikationstechnik. Ob bei der Modernisierung des Telefonnetzes durch Glasfasertechnik und ISDN, ob bei der Entwicklung digitaler Mobilfunk-Technologien – die Beiträge von Philips sind bahnbrechend. Inzwischen gibt es das sprachgesteuerte Autotelefon mit Freisprecheinrichtung und das Funktelefon mit Telefax- und PC-Anschluß.

So war es auch bei der CD, mit der Philips die Technik der Musikwiedergabe revolutioniert hat. Und so ist es jetzt bei der neuesten spektakulären Erfindung des Unternehmens, bei DCC, der digitalen MusiCassette, die Philips im herkömmlichen Kassettenformat entwickelt hat. Die Klangqualität von DCC orientiert sich an den physiologischen Fähigkeiten des Menschen, Musik zu hören und zu genießen.

All dies sind Entwicklungen, die den Menschen das Leben erleichtern oder angenehmer gestalten, die ihnen Probleme lösen, oder die einfach ökologisch sinnvoll sind, weil sie Rohstoffe sparen oder Energie.

Womit wir wieder beim Licht sind, dem ersten großen Thema, mit dem Philips sich vor 100 Jahren profilierte. Die Energiesparlampen, die Philips heute herstellt, verbrauchen 80 Prozent weniger Strom und leben achtmal länger als herkömmliche Glühlampen.

Mit solchem Denken und solchen Produkten will Philips auch sein zweites Jahrhundert in Angriff nehmen. **Philips und der Fortschritt – ein Jahrhundertthema.**

Philips GmbH

PHILIPS

PHILIPS

Von Hans-Liudger Dienel und Christiane Frische

BERLIN: VERGESSENES ERBE AN TECHNISCHEN MUSEEN

Berlin, die alte und neue Hauptstadt, die größte deutsche Industriestadt, die Stadt von Wissenschaft, Technik und Industrie, hat nur wenig Interesse an ihrer technischen Kulturlandschaft.

Vor dem Zweiten Weltkrieg hatte Berlin eine weltweit einzigartige, beeindruckende Palette technischer Museen aufzuweisen, so das Museum für Bergbau und Hüttenwesen (1868), das Postmuseum (1872), die Urania (1889), das Arbeitsschutzmuseum (1903), das Museum für Meereskunde mit der Reichsmarinesammlung (1906), das Verkehrs- und Baumuseum (1906), das Luftfahrtmuseum (1936) und eine Reihe von musealen Sammlungen an den Universitäten (Landwirtschaftsmuseum, Brauereimuseum, medizinhistorische Sammlungen), von Firmenmuseen (Siemensmuseum, AEG-Museum, OSRAM-Museum, Elektrizitätsmuseum der BEWAG) und von privaten Sammlungen (etwa das Schriftmuseum von Rudolf Blankertz).

Von diesen Museen ist fast nichts geblieben. Der Direktor des Museums für Verkehr und Technik, Günther Gottmann, spricht vielleicht etwas pathetisch von einer in der neueren Geschichte beispiellosen „Totalvernichtung eines Kulturbestandes". Der einzige Lichtblick sei das 1983 eröffnete Museum für Verkehr und Technik. Doch der geplante und schon beschlossene Ausbau des Museums gerät nun ins Stocken. Es mangelt an Geld. Gottmann fragt sich, warum die Kunstförderung in Berlin mehr Erfolge verbuchen kann als die Technikkultur.

Ein Grund ist sicherlich das Museum für Verkehr und Technik selbst – es ist in der Berliner Museumslandschaft auffällig unorthodox, auf wirkungsvolle Inszenierung bedacht, wissenschaftsferner auch als manch anderes Technikmuseum in Deutschland. Hohe Besucherzahlen honorieren dieses Konzept, mancher Kulturpolitiker aber meldet innere Widerstände an.

Das 1983 eröffnete Museum für Verkehr und Technik in Berlin.

TELEKOMMUNIKATION: MEINUNGSFREIHEIT PER DATENNETZ

Wer heute einen Staatsstreich machen will, muß zuerst die Rundfunkstationen besetzen, so wie er in früheren Jahrhunderten die Kirchenglocke geläutet hätte. Die Massenmedien sind ein mächtiges Werkzeug geworden, um die Öffentlichkeit zu erobern oder Widerstand zum Schweigen zu bringen.

Freie Datennetze können diesen Mechanismus unterlaufen, so zum Beispiel die *Networks* der *Association for Progressive Communications* (APC). Solche Nachrichtensysteme wurden in den letzten Jahren in allen Industriestaaten von Umwelt- und Friedensorganisationen aufgebaut; und seit Mai 1991 ist auch *GlasNet*, der Informationsknoten der russischen Friedensbewegung, in das APC-System integriert. Schon zwei Stunden nach dem Militärputsch in der Sowjetunion konnten so unzensierte Berichte via Schweden, USA und Großbritannien an die Öffentlichkeit gelangen; Berichte auch über die Proteste in den baltischen Staaten, wo die Rundfunkstationen in der Hand der Putschisten waren.

Das sowjetische *GlasNet* tauscht mittlerweile im Zweistundentakt Nachrichten mit dem *PeaceNet* in San Francisco, von wo aus die Informationen an die nationalen Netzwerke des APC-Verbundes weitergesendet werden: an das deutsche *ComLink*, das englische *GreenNet* und weitere Netzknoten in Kanada, Schweden, Lateinamerika, Australien, Afrika und Japan.

Die Teilnehmer des Datenverbundes, Organisationen, Bürgerinitiativen und Einzelpersonen, können die aktuellen Informationen über angeschlossene Länder abrufen, aber auch Mailboxen benutzen oder Online-Konferenzen organisieren.

Datenverbünde, eine Waffe aus dem Arsenal des „Überwachungsstaates", können so auch gegen ihn gewendet werden und zum Werkzeug der Meinungsfreiheit werden.

EINE ELEKTRONISCHE NASE MALT GERÜCHE

Mit einem Verfahren, das sie dem Geruchssinn der Säugetiere abgeschaut haben, konnten schwedische Wissenschaftler jetzt Gerüche beziehungsweise verschiedene Gasmischungen mit einem künstlichen Sensor nachweisen. Konventionelle Sensoren sprechen in der Regel nur auf *eine* Gasart an. Um ein Gasgemisch zu analysieren, sind viele verschiedene Sensoren nötig, die zudem unbekannten Gasmischungen gegenüber hilflos sind. Die neue Meßmethode dagegen erzeugt auf einer sensiblen Fläche ein für jede Gasmischung charakteristisches Geruchsbild, das mit vorher gemachten „Erfahrungen", das heißt gespeicherten Geruchsbildern, verglichen und damit identifiziert werden kann.

Bei dem Geruchssinn der Tiere und Menschen besteht die sensible Fläche aus einer Vielzahl von verschiedenartigen Geruchssensoren, den Glomeruli. Für einen bestimmten Geruch spricht jeder Sensor auf eine spezifische Art an; die Fläche bildet ein zweidimensionales Reizmuster. Es ist für den Geruch charakteristisch und kann mit ihm identifiziert werden. Der Geruchssinn des Menschen zum Beispiel kann bis zu 10000 verschiedene Gerüche unterscheiden.

Die Gassensoren der Wissenschaftler bestehen aus einer Halbleiterfläche, kleiner als ein Fingernagel, die mit Metallkatalysatoren strukturiert wurde. An der Oberfläche dieser Katalysatorstruktur reagieren die verschiedenen Gase ganz unterschiedlich, je nach der Beschaffenheit des speziellen Oberflächensegmentes. So entsteht ein Muster unterschiedlicher Oberflächenspannungen, das mit dem pulsierenden Lichtstrahl eines Lasers abgetastet und gemessen werden kann. Mit konventioneller Bildverarbeitungssoftware werden diese Informationen dann in ein interpretationsfähiges Bild umgesetzt.

WENN NEUTRONENQUELLEN VERSIEGEN

In Garching bei München wird zur Zeit heiß über den Bau einer neuen Neutronenquelle diskutiert, die den 30 Jahre alten Forschungsreaktor, das „Atomei", ersetzen soll. Ein Argument entsteht den Befürwortern des Neubaus aus einem Engpaß an deutschen Neutronenströmen: Die stärkste europäische Neutronenquelle, der deutsch-französische Reaktor in Grenoble, wurde jahrelang mit überhöhter Leistung gefahren und hat Schäden davongetragen; die Reparaturen ziehen ihn für drei

Foto: Museum für Verkehr und Technik, Berlin

Das „Atomei" in Garching bei München.

Jahre aus dem Verkehr. Der Kernreaktor in Jülich ist wegen eines Schadens im Primärkreislauf abgeschaltet, und der Neutronenquelle in Rossendorf bei Dresden mißtrauen die Fachleute zur Zeit noch in punkto Sicherheit.

Bleiben also nur die altersschwachen Reaktoren in München und in Berlin für die unzähligen Forschungsvorhaben unter Einsatz von Neutronenströmen, die besonders feinfühlig die atomare Struktur beliebiger Stoffe sichtbar machen können. Sie bieten Anwendungsmöglichkeiten von der Werkstoffprüfung über die Archäologie bis zur Medizin und Krebstherapie.

Der Garchinger Plan sieht vor, das „Atomei" durch einen leistungsfähigen, hochverdichteten Urankern zu ersetzen, der hohe Neutronen-Outputs mit geringer thermischer Leistung verbindet. Das ist nur möglich durch einen hochangereicherten Brennstoff, der zu rund 90 Prozent aus Uran-235 besteht. Das ist allerdings auch der Stoff, aus dem die Atombomben sind. Weltweit hat man sich daher geeinigt, den Brennstoff in Forschungsreaktoren auf weniger als 20 Prozent Anreicherung zu beschränken, um das Risiko unbefugter Zugriffe zu senken.

Garching wäre dann eine der wenigen Ausnahmen von dieser Regel. Der hochangereicherte Atommüll muß deshalb in militärischen Anlagen behandelt werden; bisher ist unklar: Wo? Trotzdem, andere Teilchenströme sind weniger handlich und oft auch teurer als die energiereichen Neutronen; und die Nachfrage in der Forschung ist enorm.

EINE ZUKUNFT FÜR DIE DAMPFLOKOMOTIVEN

Was man der Deutschen Reichsbahn gern als Mangel vorwirft, nämlich rückständige Verfahren und altmodische Ausrüstung, will sie nun zum Vorteil ummünzen. Teilweise jedenfalls: nämlich dort, wo es dampft.

Dampflokomotiven verkehren auf einigen Strecken noch regelmäßig, auf der Insel Rügen und im Ostharz zum Beispiel. Und sie werden zur Touristenattraktion. Im Harz verfügt die Harzquer- und Brockenbahn noch über mehr als 20 Dampflokomotiven; die älteste stammt aus dem Jahr 1897. Trotzdem wird von kühlen Rechnern die Umstellung des Regelverkehrs auf Dieselmaschinen gefordert. Bisher aber scheitern die konkreten Planungen an unklaren Besitzverhältnissen: Die alten Aktionäre der *Nordhausen-Wernigerode-Eisenbahn* wurden 1948 enteignet.

Jetzt wollen die Kreise Wernigerode, Quedlinburg und Nordhausen eine Kapitalgesellschaft gründen, die sie übernehmen kann.

Eine andere der neun regionalen Schmalspurbahnen ist die bekannte von Putbus nach Göhren auf der Insel Rügen. Das Angebot der Reichsbahn geht über das bloße Mitfahren und Zuschauen hinaus: Es gibt sogar die Möglichkeit, sich in zehn Tagen Unterricht in Theorie und Praxis zum Ehrenlokführer für Dampflokomotiven ausbilden zu lassen.

Auskunft bei der Deutschen Reichsbahn in Schwerin, Telefon (0037)84-825-0.

FLUGKÜNSTLER FLIEGE UND DAS PRINZIP LEICHTBAU

Es gibt kaum jemanden, der es mit den Insekten auf dem Gebiet der Flugakrobatik aufnehmen könnte. Die einfache Stubenfliege kann fast augenblicklich vom Schnell- zum Langsamflug übergehen, in der Luft schweben, Loopings, Rückenflug und abrupte Richtungsänderungen ausführen – meist, um Verfolgern zu entkommen. Landen kann sie millimetergenau und problemlos auch auf dem Kopf unter der Decke.

Ein Grund für diese außergewöhnlichen Flugkünste sind ihre fein konstruierten Flügel aus einer festen, aber flexiblen Membran, die durch recht starke Blutkanäle in Längsrichtung

Schmalspurbahn auf Rügen, Bahnhof Binz.

und etwas dünnere quer dazu ausgesteift sind. Die genaue Struktur der Membran ist noch nicht bekannt, ihre Eigenschaften jedoch sind bemerkenswert. Trotz der Dicke von nur wenigen tausendstel Millimetern weist sie genug Festigkeit auf, um die starken Kräfte während des Fluges auszuhalten.

Insektenflügel unterscheiden sich vor allem in zwei Eigenschaften von technischen Tragflächen. Zum einen durch die aktive Bewegung der Flügel: Um sie mit möglichst geringem Aufwand ausführen zu können, müssen die Schwerpunkte der Flügel sehr nah am Insektenkörper liegen. Das andere Merkmal ist die Deformierbarkeit der Flügel während eines Flügelschlages. Im Gegensatz zu den Flügeln der Vögel, die durch Muskelkraft beim Schlagen verändert werden, sind Insektenflügel so gebaut, daß die nötige Deformation passiv und automatisch erfolgt. Nötig ist sie, um einen beim Auf- und Abschlag veränderten Luftwiderstand und damit Auftrieb zu erzeugen.

In der Technik haben Insektenflügel eine entfernte Verwandtschaft allenfalls mit Segeln – flexiblen Membranen, die durch ein Gerippe – Mast und Rahen – ausgesteift sind. Selbst die innerhalb des Insektenflügels verschiedenen Membranstärken und Festigkeiten findet man bei den Multi-Stoff-Segeln von Hochleistungsyachten wieder.

Die Verwendung von ausgesteiften Gerüsten oder Gerippen in Kombination mit flächenhaften Membranen ist ein typisches Konstruktionsmerkmal des Prinzips Leichtbau, wie es am *Institut für leichte Flächentragwerke* in Stuttgart erforscht wird.

KUPFERHERSTELLUNG IM ALTEN PERU

Die Kupferherstellungsverfahren der Inkas und ihrer Vorgänger waren erstaunlich mühsam und unproduktiv. Um nur ein Kilogramm dieses Metalls zu erschmelzen, waren mehrere Arbeiter einen halben Tag lang beschäftigt, wie jetzt Versuche zur Nachahmung der technischen Prozesse ergeben haben. Im steinzeitlichen Südamerika hatte die Sican-Kultur, die 1100 bis 900 vor Christus an der Nordküste Perus ihren Höhepunkt hatte, als erste die Kupferverhüttung in größerem Stil ausgeübt und das Metall mit Arsen zu höherwertigen Legierungen veredelt.

Fotos: Heinrichsen/tup (o.); Deutsche Reichsbahn/Bär (r.)

Eine typische Schmelzwerkstatt der Sicans hatte vier Schmelzöfen. Sie bestanden aus kleinen Gruben im Boden der Werkstatt von je eineinhalb bis dreieinhalb Liter Fassungsvermögen. Durch Blasrohre wurde künstlich Luft zugeführt, um die Temperatur des Holzkohlenfeuers auf die zum Schmelzen nötige Höhe zu bringen. Zwei Gruppen von je bis zu vier Bläsern mußten sich abwechseln, um für einen kontinuierlichen Luftstrom zu sorgen. Trotzdem konnten die Erze nicht vollständig zum Schmelzen gebracht werden. Es entstand nur ein zäher Schlackenbrei, der kleine, einige Millimeter große Kügelchen des reinen Metalls enthielt. Nach dem Schmelzvorgang mußten die abgekühlte Schlacke auf einem steinernen Amboß zerkleinert und die Metallkügelchen einzeln herausgelesen werden.

Die Versuche der Archäologen haben ergeben, daß dieser Prozeß, der mindestens drei Stunden dauerte, nur um die 300 bis 600 Gramm Kupfer ergab. Bei einer Werkstatt, von der man weiß, daß sie über 400 Jahre bei intensiver Benutzung im Schmelzbetrieb war, wurde ein Schlackenberg von nur etwa 5000 Tonnen gefunden. Bei einem Maximalgehalt der Erze von zehn Prozent Kupfer läßt sich die insgesamt hergestellte Kupfermenge leicht abschätzen: Sie beträgt nur wenige Kilo pro Tag.

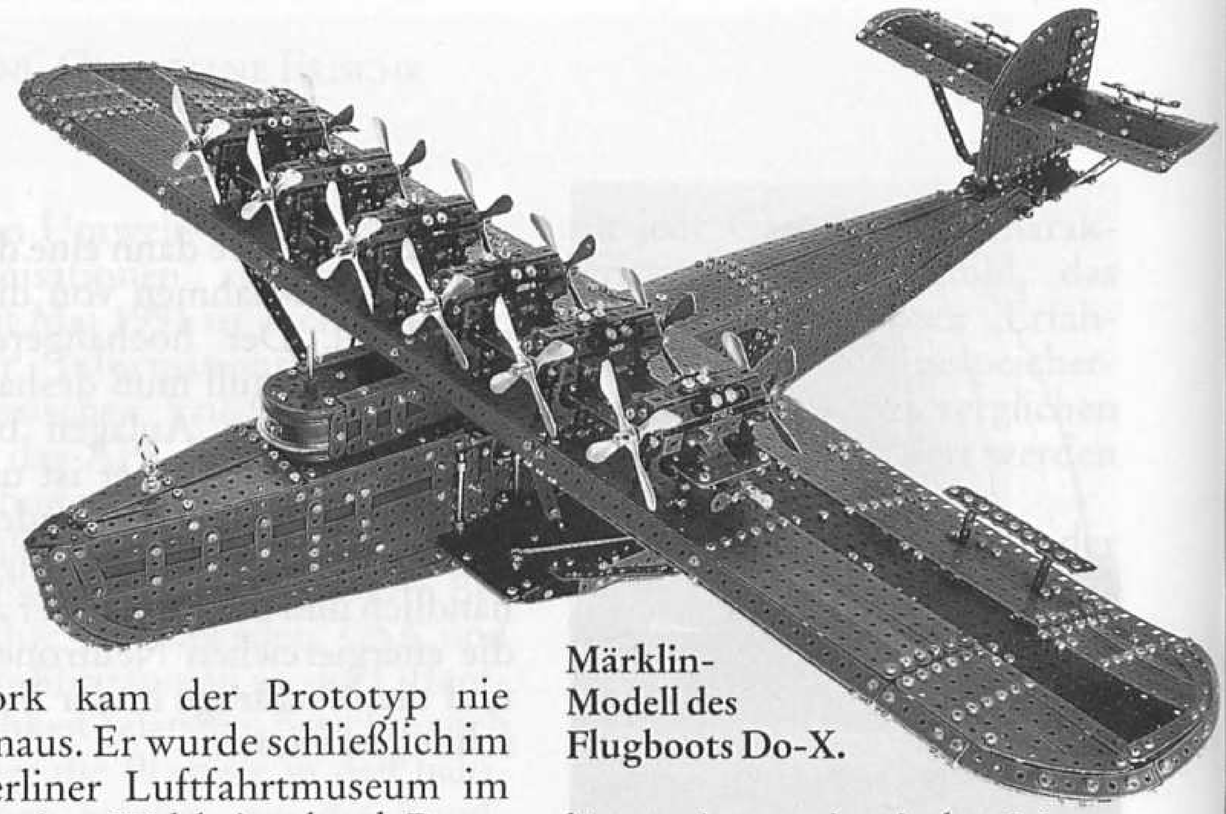
Aber die Produktivität der Kupferverhüttung war für die Sicans nicht das Entscheidende, das Schmelzen vielmehr ein zeremonieller Akt mit symbolischen Handlungen. Verziertes Werkzeug und bei den Werkstätten gefundene Opfergaben zeugen von der Bedeutung und dem Ansehen dieser Arbeit. Bei den folgenden Kulturen der Chinmu und der Inka, die die Schmelztradition der Sicans im wesentlichen übernommen haben, war diese Bedeutung allerdings schon abhanden gekommen und das Kupferschmelzen auf den Zweck reduziert.

Opferaxt aus einer Gold-, Kupfer- und Zinnlegierung (ganz links); Augen und Ohren des Lamakopf-Stiels sind aus reinem Kupfer. Rechts daneben eine getriebene kupferne Schmuckscheibe aus der klassischen Blütezeit der Inkakultur.

DAS LEGENDÄRE FLUGBOOT DO-X ALS MODELL

In limitierter Stückzahl und superstabil wird die Do-X, das legendäre Flugboot von *Dornier,* als Modellbaukasten von dem Spielwarenhersteller *Märklin* angeboten. Gegenüber den 240 000 Arbeitsstunden, die es brauchte, um den Prototyp 1929 fertigzustellen, kann man die mehr als 4750 Teile in vielleicht 100 Stunden zusammenbauen. Mit 1,2 Metern Spannweite und einem Gewicht von fast 15 Kilogramm ist das Modell wie sein Vorgänger ein Koloß unter seinesgleichen.

Die Do-X war zu Beginn der 30er Jahre das ehrgeizigste Projekt in der Linie der ersten Ganzmetallflugzeuge von Dornier. Allerdings waren die Flugmotoren damals noch nicht weit genug entwickelt, um diesen Riesen mit einer Spannweite von 48 Metern, 40 Metern Länge und Platz für bis zu 169 Passagieren wirtschaftlich über den Atlantik zu bringen. Über einen zehnmonatigen Demonstrationsflug nach Afrika, Brasilien und New York kam der Prototyp nie hinaus. Er wurde schließlich im Berliner Luftfahrtmuseum im Zweiten Weltkrieg durch Bomben zerstört. Daneben gab es nur noch zwei weitere Exemplare, die schon in den 30er Jahren in Italien ausrangiert wurden und von denen seither jede Spur fehlt.



Märklin-Modell des Flugboots Do-X.

ZWEI EXPEDITIONEN AUF METER-SUCHE

Vor 200 Jahren, im Sommer 1792, starteten in Paris zwei Expeditionen, um die Basis des Dezimalsystems, den Meter, so exakt wie möglich auszumessen. Sie sollten die Länge des Meridians von Dünkirchen bis Barcelona mit größtmöglicher Genauigkeit bestimmen.

Die Einführung des Dezimalsystems war die Anwendung der aufklärerischen Rationalität auf das Alltagsleben: Statt überkommener und an alte Herrschaft gemahnender, überall unterschiedlicher Ellen und Hufen sollte ein universeller Maßstab die Grundlage für ein einheitliches Meßsystem bilden: die Erdkugel, genauer der vierzigmillionste Teil des Meridians.

Die Expedition war erst im Winter 1798 beendet, als schon längst ein provisorischer Meter aufgrund früherer Meridianberechnungen eingeführt worden war. Nach langen, minutiösen Kalkulationen zeigte jedoch das Ergebnis der mehr als 200 Einzelmessungen: Der echte Meter war um ein Sechstel länger als der provisorische. Zur 100-Jahr-Feier der Französischen Revolution, 1889, wurde dieser Meter durch zwei eingeritzte Linien auf einem Platin-Iridium-Stab von X-förmigem Querschnitt festgelegt, dem berühmten Urmeter; Kopien wurden an alle Mitgliedsstaaten der Meterkonvention ausgegeben.

Von 1927 an definierte man den Meter mittels der roten Linie des Cadmiumspektrums, und auf der 11. Weltkonferenz für Maße und Gewichte wurde schließlich 1960 beschlossen, den Urmeter durch die Wellenlänge der Orangelinie des Kryptonisotops Kr-86 zu definieren: nämlich als ihr genau 1650 763,73faches.

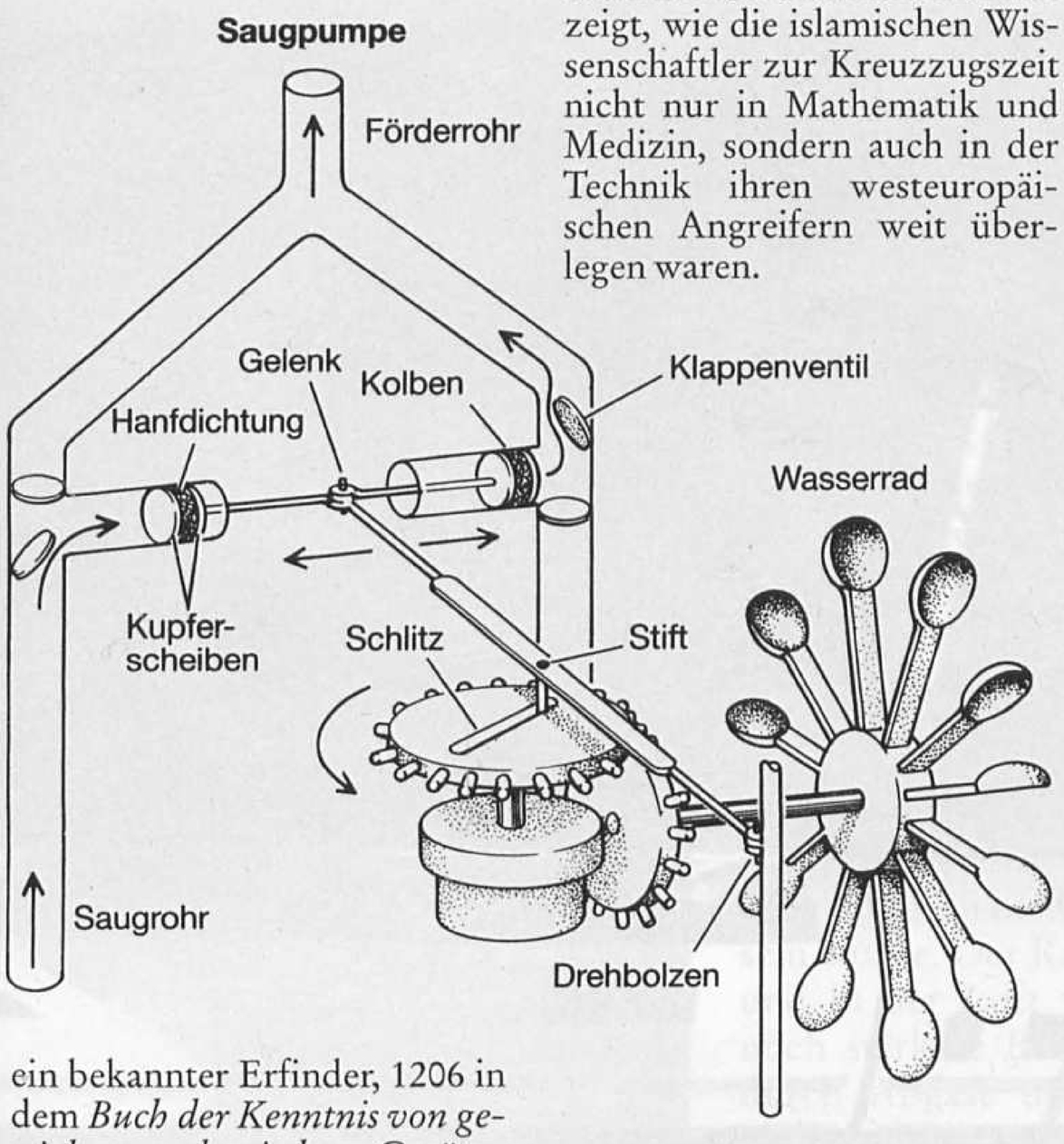
Die Geschichte der Exkursionen zur Berechnung des revolutionären Meters liegt jetzt auch auf deutsch vor: *Die Geburt des Meters* von Denis Guedj. Campus-Verlag, Frankfurt/ Main 1991.

Fotos: Märklin & Cie., Göppingen (o.); aus M. Bruggmann, S. Waisbord: Die Kultur der Inkas, Zürich 1980 (l.); Museum für Völkerkunde, Berlin (M)

INNOVATIONEN DER MOSLEMISCHEN INGENIEURE DES MITTELALTERS

Im 10. Jahrhundert war Bagdad schon eine Millionenstadt, waren Kairo, Cordoba und Samarkand Metropolen. Es war daher die Aufgabe moslemischer Ingenieure, die technischen Grundlagen für die Versorgung der vielen Menschen in den Großstädten zu schaffen. Die zentralen Probleme waren das Wasser und die Nutzung der Wasserkraft.

Der technische Stand der Zeit wurde von alJazari, selbst



ein bekannter Erfinder, 1206 in dem *Buch der Kenntnis von genialen mechanischen Geräten* zusammengefaßt. Dort ist zum Beispiel eine mechanische Wasserschaufel beschrieben, die als erste bekannte Maschine eine automatisch betriebene Kurbel einsetzte. Eine Wasserpumpe weist gleich drei neue technische Prinzipien auf: Sie wendet erstmals echte Ansaugstutzen an, um Wasser aus relativ großen Tiefen zu heben. Über ein Gestänge wird die Drehbewegung des Wasserrades in eine periodische Pendelbewegung der beiden Pumpenkolben umgesetzt. Der Gegentakt der beiden miteinander gekoppelten Pumpenzylinder sorgt für einen kontinuierlichen Wasserfluß.

Die Wasseruhren alJazaris wurden durch den Wasserfluß aus einem größeren Reservoir betrieben. Um einen kontinuierlichen Strom und damit die Ganggenauigkeit der Uhr zu gewährleisten, wurde ein Durchflußmesser eingesetzt, der mit einem Schwimmer bei zu großem Wasserfluß ein Ventil schloß. Er konnte von Winter- auf Sommerzeit umgestellt werden und damit durch eine unterschiedliche Stundenlänge die Anzahl der Stunden pro Tag über die Jahreszeiten konstant halten. Das Konstruktionsbuch zeigt, wie die islamischen Wissenschaftler zur Kreuzzugszeit nicht nur in Mathematik und Medizin, sondern auch in der Technik ihren westeuropäischen Angreifern weit überlegen waren.

Zeichnung: Georg Retseck/Spektrum der Wissenschaft, Juli 1991

DER COMPUTER LERNT HANDSCHRIFTEN LESEN

Das Rennen um die Entwicklung des ersten serienreifen handschrifterkennenden „Griffel-Computers" ist fast gelaufen. Der große Elektronikhersteller NCR bringt in Kürze einen Computer ohne Tastatur auf den Markt, flach wie ein Brett. Mit einem kabellosen elektronischen Stift kann man auf den Din-A-4-großen Flüssigkristall-Bildschirm einfach schreiben. Allerdings nur in Blockschrift.

Technik erleben
begreifen
verstehen

SiemensMuseum

Elektrotechnik
Elektronik
Mikroelektronik

SiemensMuseum
Prannerstraße 10
8000 München 2
(10 Minuten
vom Marienplatz)

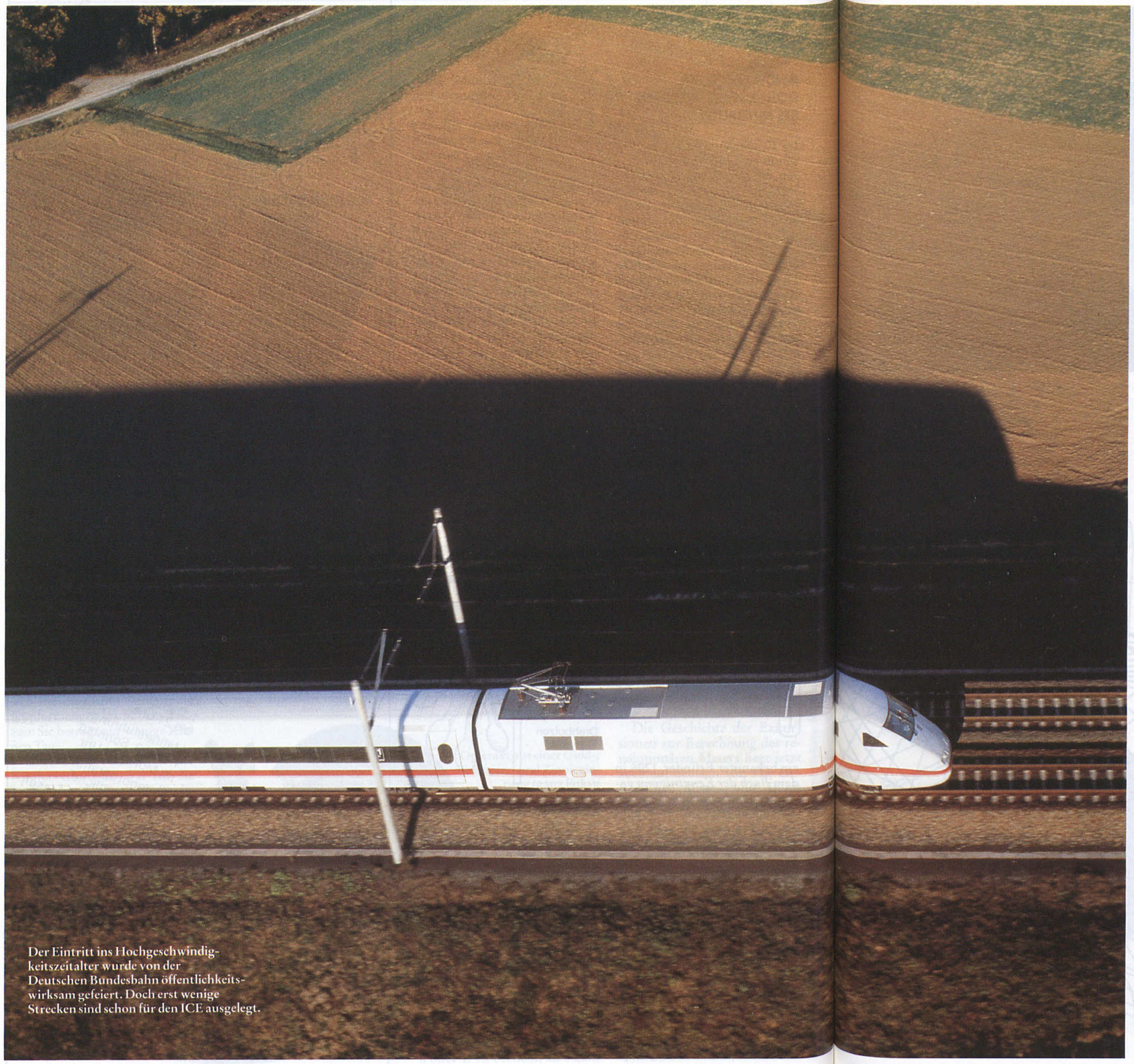
Öffnungszeiten:
Montag bis Freitag
9 Uhr bis 16 Uhr
Samstag, Sonntag
10 Uhr bis 14 Uhr

Abendöffnung:
1. Dienstag im Monat
bis 21 Uhr

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

Ferienprogramme
für Jugendliche

Feiertags geschlossen
Eintritt frei



Der Eintritt ins Hochgeschwindigkeitszeitalter wurde von der Deutschen Bundesbahn öffentlichkeitswirksam gefeiert. Doch erst wenige Strecken sind schon für den ICE ausgelegt.

Foto: Deutsche Bundesbahn

FLUGZEUG AUF SCHIENEN

Die Geburt des ICE aus dem Geiste der Aerodynamik

Von Wolf-Heinrich Hucho

Der Hochgeschwindigkeitszug ICE wurde entwickelt, um die Probleme zu entschärfen, die mit der zunehmenden Verkehrsdichte in der Bundesrepublik Deutschland verbunden sind. Um die Form des Zuges zu finden, wurde aerodynamische Grundlagenforschung betrieben. Es entstand ein Verkehrsmittel, dessen Reisegeschwindigkeit zwischen der von Autos und Flugzeugen liegt. Die Bewältigung der technischen Probleme ist indessen nicht gleichbedeutend mit der Bewältigung der Verkehrsprobleme. Technik kann Verkehrspolitik nicht ersetzen.

Bereits Anfang der 70er Jahre wurde erkennbar, daß sich die Entwicklung des Verkehrs in Zentraleuropa Grenzen näherte, deren Überschreitung politisch nicht länger zu vertreten sein würde. Der Raum auf den Straßen und in der Luft wurde knapp. Eine noch stärkere Belastung der Umwelt durch Abgase und Lärm war nicht mehr zumutbar. Zudem ließ die drastische Verteuerung des Erdöls Zweifel an der Wirtschaftlichkeit von Auto und Flugzeug aufkommen.

Ein revolutionär neues Verkehrsmittel schien die Lösung zu bieten: Mit der leisen Magnetschwebebahn sollten alle diese Nachteile auf einmal überwunden werden. Sie versprach, mit einer Geschwindigkeit von 500 Kilometern pro Stunde auf den vergleichsweise kurzen Entfernungen innerhalb Europas selbst das Flugzeug auszustechen. Die Weiterentwicklung der „klassischen" Bahntechnik schien nicht mehr möglich, so meinten die Verfechter der Magnetbahn. Das System Rad-Schiene sei an seine physikalischen Grenzen gestoßen.

Diese Einschätzung erwies sich als vorschnell getroffen. Die Franzosen gingen ohne große Umstände daran, ihren *Train à grande Vitesse* (TGV) auf die Reise zu schicken. Damit sicherten sie sich einen beachtlichen Vorsprung in der Bahntechnik. In Deutschland wandte man sich erst einmal den Grundlagen zu – und auch das mit Erfolg. Denn das Forschungsprogramm „Technisch-wirtschaftliche Grenzen des Rad-Schiene-Systems" führte zu zwei klaren Aussagen:

1. Die vielzitierte physikalische Grenze dieses Systems ist nicht in Sicht.
2. Die „klassische" Lauftechnik, das auf der Schiene rollende Rad, verfügt über ein noch beachtliches Entwicklungspotential.

Solche Erkenntnisse eröffneten dem Schnellverkehr auf der Schiene auch in Deutschland wieder neue Perspektiven. Es wurde der Bau eines Versuchsfahrzeugs beschlossen, das zugleich der Prototyp eines künftigen Reisezuges sein sollte. Schon die erste Fassung des „Lastenhefts" legte fest: Der *Inter City Experimental*, kurz ICE, sollte zu einem völlig neuen Eisenbahntyp führen. Das war nicht nur technisch zu verstehen. Der ICE sollte den Zukunftswillen der Deutschen Bundesbahn sichtbar machen und dem Reisen auf der Schiene ein modernes Image geben.

Um auch im grenzüberschreitenden Verkehr konkurrenzfähig zu bleiben, wurde die Entwurfsgeschwindigkeit für den ICE auf 350 Kilometer pro

Deutsches Museum Bibliothek

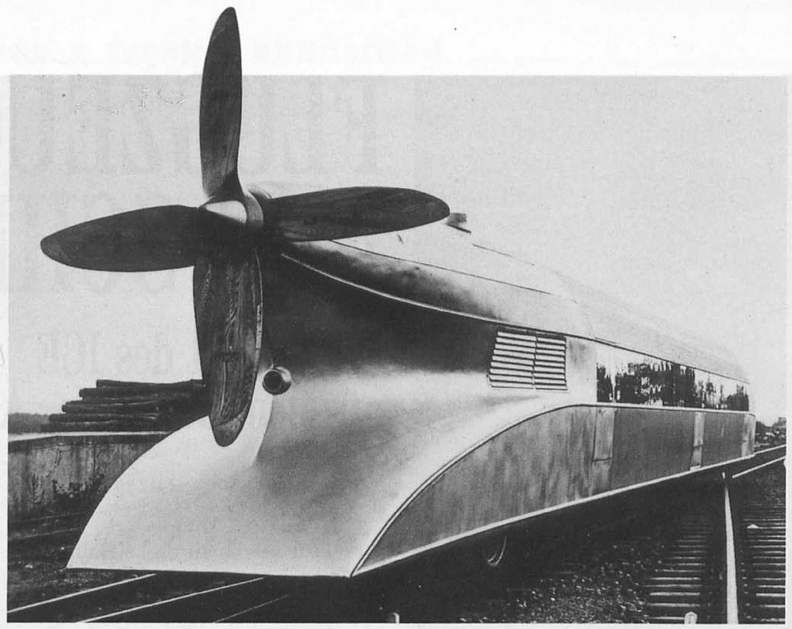
Stunde festgesetzt. Bei dieser Geschwindigkeit sind vor allem die aerodynamischen Effekte zu berücksichtigen: Luftwiderstand, Kopfwelle und Windgeräusche. Nur von einer völlig neuen Form konnte man erwarten, eine Lösung für die mit ihnen verbundenen Probleme zu finden. Das wiederum verlangte nach Auslegungsmethoden, wie sie sonst nur in der Aerodynamik von Flugzeugen üblich sind. Leistungsfähige Entwurfsverfahren bilden einen Forschungsschwerpunkt bei der *Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt* (DLR). Deren Aerodynamiker übernahmen es, die Form des Zuges zu entwickeln.

Die Entwicklung von Schienenfahrzeugen nach aerodynamischen Gesichtspunkten verlief lange Zeit eher sporadisch. Anders als bei Auto und Flugzeug ist der Energieanteil an den gesamten Betriebskosten bei der Bahn relativ klein – und die Motivation daher nur gering, den Wirkungsgrad durch Verkleinerung des Luftwiderstandes zu steigern. Immer erst dann, wenn die Leistung nicht ausreichte, um eine angestrebte Geschwindigkeit zu erreichen, wurde der Versuch unternommen, den Luftwiderstand zu verringern.

Das geschah beim Wettlauf zwischen Dampf- und Elektrolokomotiven. Schon 1903 wurde mit einem Drehstromtriebwagen die damals fast unvorstellbare Geschwindigkeit von 210 Kilometern pro Stunde erreicht. Die leistungsschwächeren Dampflokomotiven konnten nur mithalten, wenn es gelang, ihren Luftwiderstand drastisch zu verringern.

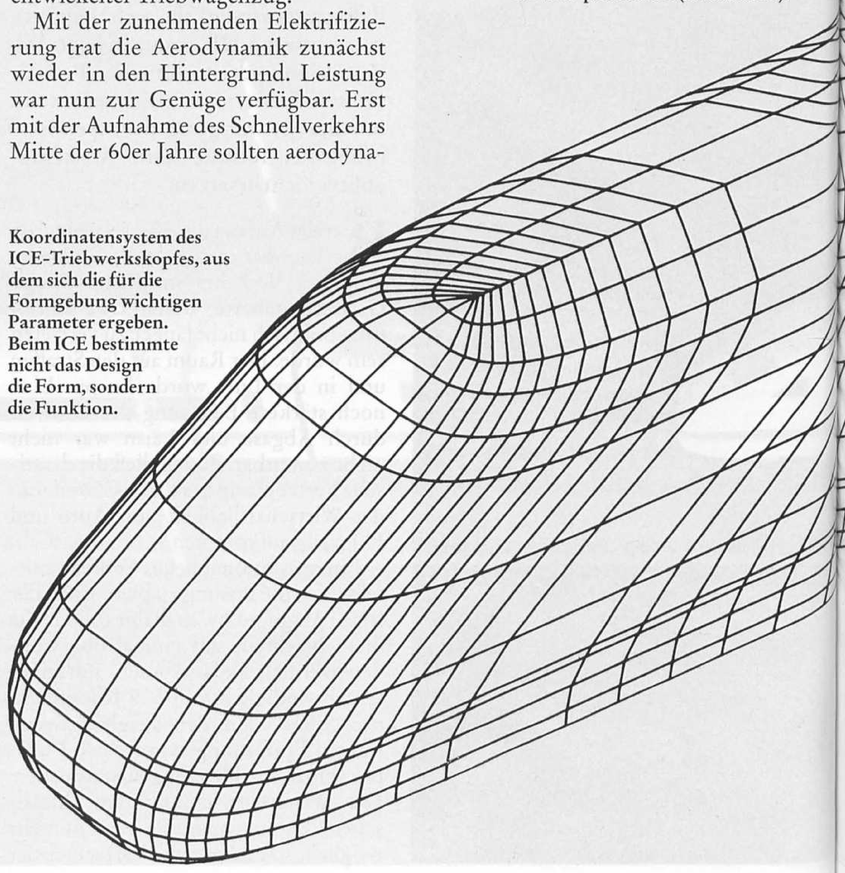
Bereits 1904 wurden strömungsgünstig verkleidete Versuchslokomotiven erprobt. Sie wurden aber nicht in Dienst gestellt. Erste Windkanalmessungen an Modellen von Eisenbahnzügen wurden in der *Göttinger Modellversuchsanstalt,* der Urahne der heutigen DLR, bereits ab 1913 durchgeführt. 1921 stellte Professor Ludwig Prandtl eine teilverkleidete Lokomotive vor. 1922 entwickelte Professor Albert Betz die Windleitbleche, die im Gegensatz zur Stromlinie von den Bahnmitarbeitern sofort angenommen wurden: Sie verschafften dem Lokführer endlich freie Sicht auf die Strecke, da sie den Rauch nach oben ablenkten.

Einen großen Aufschwung nahm die Bahn-Aerodynamik mit der Einführung der Dieselmotoren. Die Triebfeder dafür war ihr Leistungsdefizit gegenüber dem Elektroantrieb. Berühmt wurde der „Fliegende Hamburger", ein im Windkanal der *Zeppelinwerke* entwickelter Triebwagenzug.



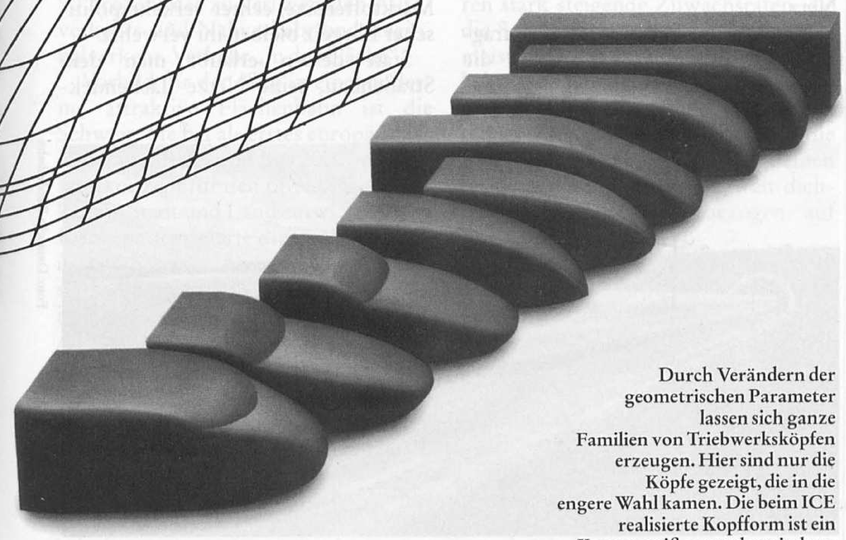
Der Schienenzeppelin von Kruckenberg (oben) erreichte 1931 schon 230 Kilometer pro Stunde. Fahrplanmäßige D-Züge fuhren 1936 mit vollverkleideten Stromlinien-Lokomotiven 200 Kilometer pro Stunde (rechts oben).

Mit der zunehmenden Elektrifizierung trat die Aerodynamik zunächst wieder in den Hintergrund. Leistung war nun zur Genüge verfügbar. Erst mit der Aufnahme des Schnellverkehrs Mitte der 60er Jahre sollten aerodynamische Forschungen erneut eine Rolle spielen. Der Kopf der Lokomotive 103, die noch heute die Intercity-Züge zieht, wurde im Windkanal der Technischen Hochschule Hannover geformt.



Koordinatensystem des ICE-Triebwerkskopfes, aus dem sich die für die Formgebung wichtigen Parameter ergeben. Beim ICE bestimmte nicht das Design die Form, sondern die Funktion.

Um die hochgesteckten Ziele des ICE zu erreichen, war die bei der Bahn bislang übliche Bildung von Zügen ungeeignet. Sinnvoller war es, an die Entwicklung der Triebzüge anzuknüpfen. Gegenüber dem „klassischen", aus Waggons und Lokomotive zusammengestellten Zug bot deren Konzept die Möglichkeit einer durchgehenden aerodynamischen Gestaltung.



Durch Verändern der geometrischen Parameter lassen sich ganze Familien von Triebwerksköpfen erzeugen. Hier sind nur die Köpfe gezeigt, die in die engere Wahl kamen. Die beim ICE realisierte Kopfform ist ein Kompromiß aus rechnerischem Optimum und Praxisanforderungen.

Die Konstruktion eines Zuges, der mit hoher Geschwindigkeit fährt, wird von drei aerodynamischen Phänomenen bestimmt:

1. Auf den Zug wirken Luftkräfte und -momente ein, allen voran der *Luftwiderstand.* Er wächst mit dem Quadrat der Fahrgeschwindigkeit an. Bei 300 Kilometern pro Stunde besteht der Fahrwiderstand zu 90 Prozent aus Luftwiderstand.

2. Der Zug verdrängt die vor ihm ruhende Luft. Er schiebt eine *Kopfwelle* vor sich her, die in seiner näheren Umgebung zu starken Drucksprüngen führt.

3. Am Zug entstehen Strömungsgeräusche, die mit seiner Fahrgeschwindigkeit wesentlich schneller zunehmen als das Rollgeräusch. Bei hohem Tempo ist allein das *Windgeräusch* maßgebend.

Die Lösung aller drei Probleme führt indessen zu gleichgerichteten Forderungen, und diese lauten: Der Hochgeschwindigkeitszug muß einen schlanken Bug und eine sehr glatte Oberfläche erhalten.

Voraussetzung für schnelles Fahren ist ein niedriger Luftwiderstand. Dessen Minimierung stellte die Jünger Ludwig Prandtls vor keine neuen Probleme. Zum Prüfstein wurde die Kopfwelle. Sie entsteht dadurch, daß der fahrende Zug die vor ihm ruhende Luft aufstaut und über die Seiten und das Dach abdrängt. Ein neben den Gleisen stehender Beobachter spürt zunächst einen Druckanstieg, dem gleich darauf ein Abfall folgt. Die Höhe dieses Druckspunges nimmt, wie auch die Luftkräfte, mit dem Quadrat der Fahrgeschwindigkeit zu. Bei schneller Fahrt wird dieser Druckwechsel als lästiger Schlag empfunden, besonders ausgeprägt, wenn sich zwei Züge im Tunnel begegnen. Ist die Kopfform zu stumpf, können sogar die vorderen Seitenscheiben bersten.

Zwei Eigenschaften der Kopfwelle machen ihre störende Wirkung aus: die Höhe des Druckunterschiedes und die Steilheit des Druckverlaufes. Beide, Amplitude und Gradient, können begrenzt werden, wenn die Querschnittsfläche des Zuges behutsam mit seiner Länge anwächst, der Kopf also eine schlanke Form erhält. Diese wie-

Abb.: Deutsches Museum (o. r., o. l.); DLR (u. r., u. l.)

TRUMPFBAHN UND SCHRUMPFBAHN

High Tech ohne verkehrspolitisches Gesamtkonzept?

Von Heiner Monheim

Der Zustand der Bahnen in Deutschland stürzt den kritischen Betrachter und regelmäßigen Benutzer in schlimme Wechselbäder. Auf der einen Seite die „Trumpfbahn" mit ihrem Symbolträger ICE, der hypermodernen Hochgeschwindigkeitsbahn mit neuen, schnittigen Zügen, voll aktueller Elektronik, ein Produkt der Spitzentechnologie, wirklich eine Art „Flugzeug auf Schienen".

ICE und IC gelten als „Flaggschiffe" der modernen Bahn, mit attraktivem Taktverkehr, qualitätsvollem Service, unschlagbar über mittlere und weite Entfernungen. Sie werden professionell beworben und vermarktet, in einer bis dahin für die Bahn unbekannten Brillianz und Erfolgsorientierung. Politische und wirtschaftliche Prominenz geben der Hochgeschwindigkeitsbahn symbolträchtig die Ehre, beim Systemstart und in den Anzeigenserien des *Verkehrsforums Bahn,* mit markigen Sprüchen von der modernen Bahn als Garant einer zeitgemäßen Mobilität, effizienten Wirtschaft und intakten Umwelt. Verkehrs-, Forschungs- und Finanzminister verschaffen dem ICE in ungewohnter Großzügigkeit politische und finanzielle Rückendeckung, auch wenn die Neubaustrecken und neuen Züge exorbitant teuer sind.

Auf der anderen Seite die häßliche „Schrumpfbahn", die Bahn in der Fläche, im Regional- und Nahverkehr, abseits der vielbefahrenen Hauptkorridore, neuerdings auch die Bahn in den neuen Bundesländern: diskreditiert als unwirtschaftlich, ungeliebt, veraltet, personalintensiv, unrationell, mit archaischem Rollmaterial, marodem Gleiskörper, oft ohne Elektrifizierung, geschweige denn „Elektronisierung". Manuelle Signalsteuerung statt moderner Computer- und Kommunikationstechnik, kein Service, verkommene Bahnhöfe, ungepflegte Züge, kein Takt, keine Systemabstimmung, ohne moderne Werbung und Marketing.

Die Schrumpfbahn ist seit Jahrzehnten gebeutelt von Rückwärtsstrategie und Mängelverwaltung. Notwendige Investitionen werden ihr verweigert, man läßt sie finanziell ausbluten und amputiert immer größere Teile ihres Netzes. In der alten Bundesrepublik wurde das Bundesbahnnetz bisher um über 8000 Kilometer (das sind 30 Prozent) gekappt, das Regionalbahnnetz schrumpfte sogar um 63 Prozent. Im kommunalen Schienennetz verschwanden 2500 Kilometer, im Netz der Privatbahnen 1900 Kilometer. Fast 2000 Bahnhöfe und 800 Haltepunkte wurden stillgelegt, ebenso 4000 Annahmestellen beziehungsweise sogenannte Tarifpunkte des Güterverkehrs. Der Rückzug erfolgte in mehreren Wellen und hat auch in den letzten Jahren noch nicht aufgehört. 28 Prozent aller Landkreise der alten Bundesrepublik waren noch in den letzten Jahren von Streckenstillegungen betroffen, 24 Prozent von Fahrplanausdünnungen, in 52 Prozent sind weitere Streckenstilllegungen geplant. Bei der Reichsbahn droht nun ein noch viel schlimmerer Kahlschlag in dem dort noch dichten Netz.

Die Bahn vollzieht damit eine fragwürdige „Kaskadierung": Nur die Flaggschiffe gelten als wichtig, zukunftsträchtig und förderwürdig, die übrigen Systemteile fahren mit riesigem Qualitäts- und Modernitätsdefizit hinterher. Ein solches „Zweiklassensystem" von Produkten der gleichen Marke, von „vorne hui und hinten pfui", verhindert jeden durchgreifenden Markterfolg, beschädigt das Image, ruiniert das Geschäft. Keine *Lufthansa,* kein *Daimler-Benz,* keine IBM könnte sich eine solche Kaskadierung leisten. Der schönste Glanz von ICE oder IC ist schnell verspielt, wenn der Fahrgast vorher und nachher im sonstigen Bahnnetz meist Negativerlebnisse hat, wenn er nur mit größten Schwierigkeiten und eventuell überhaupt nur mit dem Auto an die attraktiven Korridore des Hochgeschwindigkeitsverkehrs rankommt.

Mit einem isolierten High-Tech-Korridor in einem maroden Gesamtsystem ist die Renaissance der Bahn nicht möglich. Trotzdem wird der Bahn die Kaskadierung in einem Zweiklassensystem durch die staatliche Verkehrs- und Finanzpolitik aufgezwungen. Durchgreifende Systeminnovation und Qualitätssicherung, umfängliche Marktoffensive, echter verkehrspolitischer Ehrgeiz bleiben ihr verwehrt.

Statt dessen erlaubt man dem Straßenbau, seine Netze flächendek-

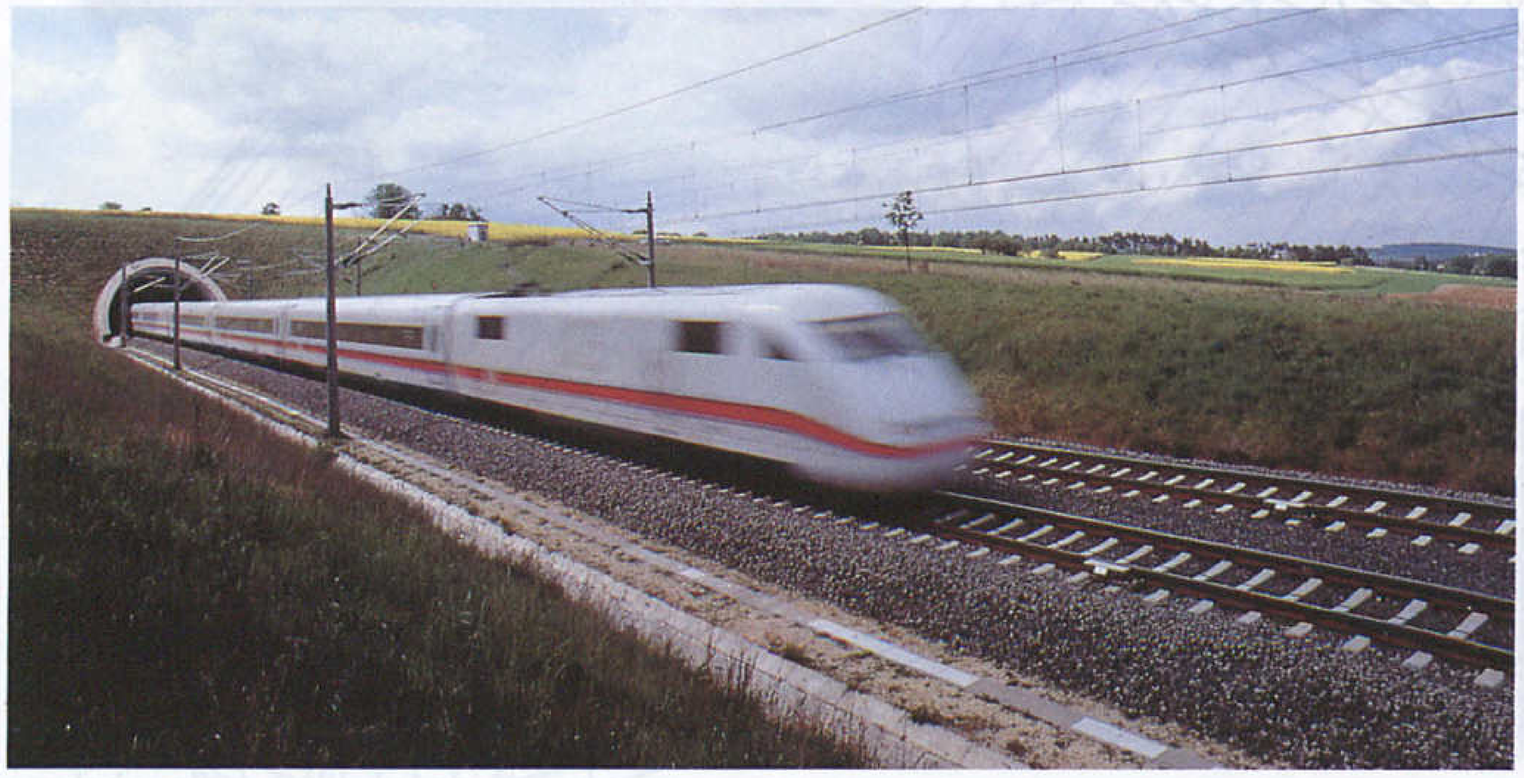


Foto: Deutsche Bundesbahn

Hochgeschwindigkeitstrassen und -röhren für die „Trumpfbahn" ICE.

kend weiter zu verdichten. Immer neue Autobahnen sowie Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sind das Resultat eines nahezu automatischen Zugangs des Straßenbaus zu immer neuen Investitionsmilliarden. Die Bahn dagegen wird von ihrer Altschulden- und Zinslast immer mehr erdrückt und muß für jede neue Mark mühsam kämpfen. So klaffen Straßennetz und Bahnnetz immer mehr auseinander, und der Bahn bleibt mit dem Stigma immer größerer räumlicher Angebotslücken in der Fläche die undankbare Restrolle als amputiertes Rumpfsystem.

Um wieder Nummer eins im Personen- und Güterverkehr zu werden, fehlt der Bahn ein zeitgerechtes Konzept. Die Bahn braucht einen veränderten politischen Leistungsauftrag und eine daraus abgeleitete, adäquate Finanzierungsbasis für die erforderlichen Investitionen. Für moderne Verkehrsplaner, engagierte Bahner, Umweltverbände, nicht autofixierte Verkehrsverbände, Gewerkschaften und alle umweltorienierten Bürger ist die Aufgabe der Bahn klar: Sie soll möglichst viel Autoverkehr ersetzen, denn nur so läßt sich die Verkehrskrise meistern, wird das Chaos auf den Straßen und in den Städten aufhören, kann die globale Emissionskatastrophe aufgrund des massenhaften Autoverkehrs gestoppt werden. Für diese Aufgabe muß die Bahn mehr als ein „Flugzeug auf Schienen" bieten, das vorrangig den Geschäfts- und Fernreiseverkehr bedient. 90 Prozent des zu verlagernden Autoverkehrs sind Nahverkehr und Regionalverkehr, Verkehr „in der Fläche".

Vorbild für den Weg in eine moderne, attraktive Flächenbahn ist die Schweiz. Sie hat als erstes europäisches Land mit „Bahn und Bus 2000" ein Gesamtkonzept für den öffentlichen Verkehr in Stadt und Land entwickelt. Das Konzept korrigierte die zunächst auch in der Schweiz favorisierte Hochgeschwindigkeitskonzeption, nach der immense Investitionen in Neubau und Ausbau weniger Schnellfahrstrecken gesteckt worden wären. Gegen die damit drohende Monopolisierung der Investitionen und Erreichbarkeitsvorteile regte sich breiter Widerstand. Außerdem wurde nachgewiesen, daß das Kosten-Nutzen-Verhältnis eines isolierten und konzentrierten Schnellbahnkonzepts weit ungünstiger wäre als das eines breit angelegten Modernisierungskonzepts einer attraktiven Flächenbahn.

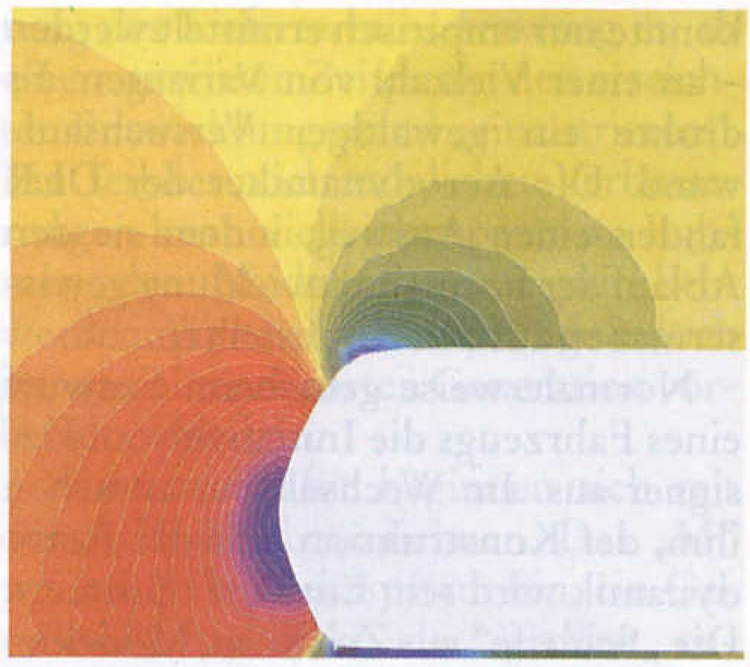
Es wurde erkannt, daß partielle Hochgeschwindigkeit für viele Bahnkunden irrelevant ist, wenn sie die scheinbar gesparten Minuten beim Übergang auf den sonstigen öffentlichen Verkehr durch lange Wartezeiten wieder verlieren. So entstand der Wunsch nach einer möglichst breiten System- und Netzbeschleunigung. Sie erfordert ein dichtes Netz und einen dichten Takt sowie eine abgestimmte Hierarchie der Teilsysteme. Die Minimierung von Zugangs-, Abgangs-, Warte- und Umsteigezeiten verdrängte die Höchstgeschwindigkeit als vorrangiges Systemziel. Kundennutzen ging vor technischer Faszination der Ingenieure. Deshalb die konsequente Integration von Fern-, Regional- und kommunalen Bahnen sowie regionalem und kommunalem Busverkehr.

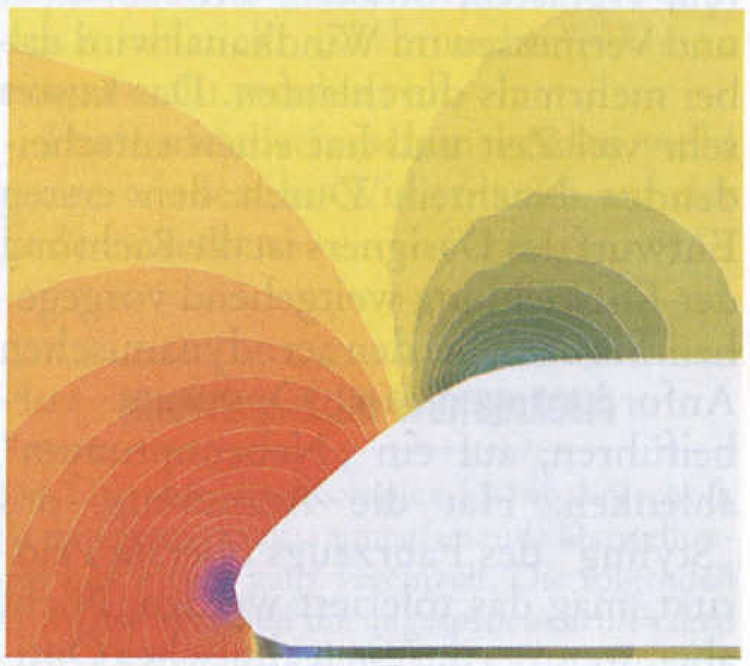
Die breite Marktausschöpfung trat vor das isolierte Ausreizen der Teilmärkte einiger Hauptverbindungen. Ziel wurde es, jedem Standort einen leichten Zugang ins System ohne vorherige Autonutzung zu garantieren: durch optimierte Transportketten und hohe Flächendeckung. Daß dieses System, an dessen Umsetzung in allen Landesteilen mit Hochdruck gearbeitet wird, richtig ist, beweist schon jetzt die Nachfrageentwicklung im Personen- wie im Güterverkehr.

In beiden Bereichen gibt es seit Jahren stark steigende Zuwachsraten, die die Schweiz zum „Abonnementsweltmeister" in Sachen öffentlicher Verkehr und Bahnbenutzung machen. Und das in einem Land mit extrem schwieriger Topographie für die Bahnerschließung, mit relativ kleinen Distanzen und dem europaweit dichtesten Autobahnnetz (bezogen auf Fläche und Einwohner).

Die ehrgeizige Systemvernetzung demonstriert eindringlich das 1990 eingeführte Generalabo, eine Kombination von nationalen, regionalen und lokalen Abos, die mit *einer* Karte unbegrenzte, bequeme und kostengünstige Mobilität in allen öffentlichen Verkehrssystemen bietet.

Das Schweizer Beispiel mit seinem gesamtverantwortlichen Denken für den öffentlichen Verkehr könnte europaweit Schule machen.





Die für verschiedene Triebwerksköpfe berechnete „Kopfwelle" stimmt gut mit der im Windkanal gemessenen überein. C_p stellt den statischen Druck in dimensionsloser Form dar; Bezugsgröße ist der Staudruck der Fahrgeschwindigkeit. C_p=0 kennzeichnet den Druck der ungestörten Umgebung. Die Graphik zeigt die wesentlich günstigeren Druckverhältnisse beim schlankabgeflachten ICE-Kopf gegenüber einer stumpfen Kopfform.

derum sorgt zugleich für niedrige Windgeräusche.

Mit „schlank und glatt" war das Entwurfsziel formuliert. Aber es wurde bald klar, daß es nur mit einer Vorgehensweise erreicht werden konnte, die bis dahin im Fahrzeugbau noch nicht praktiziert wurde. Es ließ sich eine große Mannigfaltigkeit von Kopfformen definieren, die alle dem Kriterium „schlank" genügten. Welche von ihnen erzeugte die sanfteste Kopfwelle? Das

Graphiken: DLR

konnte nur empirisch ermittelt werden – an einer Vielzahl von Varianten. Es drohte ein gewaltiger Versuchsaufwand. Die Aerodynamiker der DLR fanden einen Ausweg, indem sie den Ablauf der Formenentwicklung gewissermaßen auf den Kopf stellten.

Normalerweise geht beim Entwurf eines Fahrzeugs die Initiative vom Designer aus. Im Wechselspiel zwischen ihm, der Konstruktion und der Aerodynamik wird sein Entwurf optimiert. Die „Schleife" aus Zeichnen, Modellieren, Abtasten, Straken, Modellbauen und Vermessen im Windkanal wird dabei mehrmals durchlaufen. Das kostet sehr viel Zeit und hat einen entscheidenden Nachteil: Durch den ersten Entwurf des Designers ist die Richtung der Entwicklung weitgehend vorgegeben. Sie kann bei den aerodynamischen Anforderungen am Optimum vorbeiführen, auf ein „Nebenoptimum" ablenken. Hat die Anmutung, das „Styling" des Fahrzeugs oberste Priorität, mag das toleriert werden. Nicht aber, wenn es um ein technisches Optimum geht.

Die Entwurfsaerodynamiker der DLR entschlossen sich deshalb zu einem völlig anderen Vorgehen. Sie beschrieben die Geometrie des Kopfes analytisch, mit in sich geschlossenen mathematischen Ausdrücken. Die Algorithmen wählten sie so, daß sich auf einfache Weise ein großer Variantenreichtum erzeugen und zu Formfamilien ordnen ließ. Der Prozeß der Formoptimierung ließ sich so sehr stark beschleunigen. Für die saubere Umströmung war wichtig, daß alle Flächen vollkommen glatt waren: Das Straken konnte entfallen. Und weil die Koordinaten der Oberfläche in jedem beliebigen Punkt exakt definiert waren, konnten sie bei der Herstellung der Windkanalmodelle direkt als Eingang für die Fräsmaschine dienen, die die Optimalform herausmodellieren sollte. Das war *Computer Integrated Manufacturing* (CIM), lange bevor dieser Begriff geprägt wurde. Schließlich ließen sich auch die Eckpunkte der „Panels", in die die Oberfläche des Kopfes für die Berechnung seiner Umströmung aufgelöst wurde, exakt markieren. All dies machte es möglich, neue Varianten sehr schnell zu entwickeln und zu erproben. Bei der Auswahl der endgültigen Form stellte sich das Verfahren als besonders vorteilhaft dar.

Die Aerodynamiker erkannten, daß die numerische Strömungsmechanik von entscheidender Bedeutung war. Denn die Forderung nach minimalem Widerstand läßt sich nur mit Formen erfüllen, die ablösungsfrei umströmt werden. Der Form anliegende Strömungen jedoch lassen sich leicht berechnen. Die Kopfform mit der sanftesten Druckwelle konnte nach allem rechnerisch entwickelt werden. Und auch die Windgeräusche ließen sich damit tendenziell beurteilen: je kleiner die lokalen Übergeschwindigkeiten, desto leiser würden sie sein.

Zur Berechnung einer solchen Strömung stand das „Panel-Verfahren" aus der Aerodynamik des Flugzeugbaus bereit. Mit ihm lassen sich Geschwindigkeiten und Drücke nicht nur auf der Oberfläche eines Körpers, sondern auch im umgebenden Raum ermitteln: die Wirkung des Zuges auf sein Umfeld – auf einen entgegenkommenden Zug ebenso wie auf einen Fahrgast, der etwa auf dem Bahnsteig wartet.

Aus 25 mathematisch entwickelten Kopfformen wurden anschließend acht für die experimentelle Überprüfung ausgewählt. Einmal natürlich solche, die sich durch eine flache Kopfwelle auszeichneten – dies war ja das Entwicklungsziel. Dann aber wurde der Vergleich auch auf besonders stumpfe Köpfe mit starker Druckwelle ausgedehnt, um den Gültigkeitsbereich der Rechnung zuverlässig zu bestimmen.

Die sanfteste Kopfwelle ergab sich, wie erwartet, mit Bugformen, die sich durch sehr schlanke Linien auszeichneten. Sie waren für die Praxis weniger geeignet: Wegen ihrer gestreckten Grundrisse hätte das vorderste Drehgestell sehr weit nach hinten versetzt werden müssen, so daß der Bug der Lokomotive beim Durchfahren enger Bögen zu weit ausschwenken würde. Diesen Nachteil vermieden Köpfe, die ihre Schlankheit aus dem Seitenriß „holten": Bei ihnen wird die Luft vor allem nach oben abgelenkt. Kopfformen mit abgesetzter Kanzel, wie sie die Bahngesellschaften in Frankreich und in Japan bevorzugen, erwiesen sich als weniger günstig, weil sie die Luft wegen der steileren Windschutzscheibe vornehmlich zur Seite abdrängen. Die Kopfwelle ist deshalb neben dem Zug stärker ausgeprägt, als allein nach dem Schlankheitsgrad der Form zu erwarten wäre.

Die Messungen im Windkanal bestätigten die Prognose: Der Luftwiderstand war für alle acht Köpfe nahezu identisch, und er lag nur wenig über seinem möglichen Minimum, dem reinen Reibungswert. Auch bei Seitenwind verhielten sich alle Kopfformen annähernd gleich. Die Auswahl allein nach dem Kriterium Kopfwelle erwies sich als berechtigt.

Der Prototyp des ICE, bei dem das „E" noch für „Experimental" stand, wurde mit der auf den Seiten 12 und 13 abgebildeten Kopfform ausgeführt. Sie wurde aus einem zunächst favorisierten, schlankeren Kopf abgeleitet, der in seiner Länge um ein Drittel „gestaucht" wurde – eine Operation, die

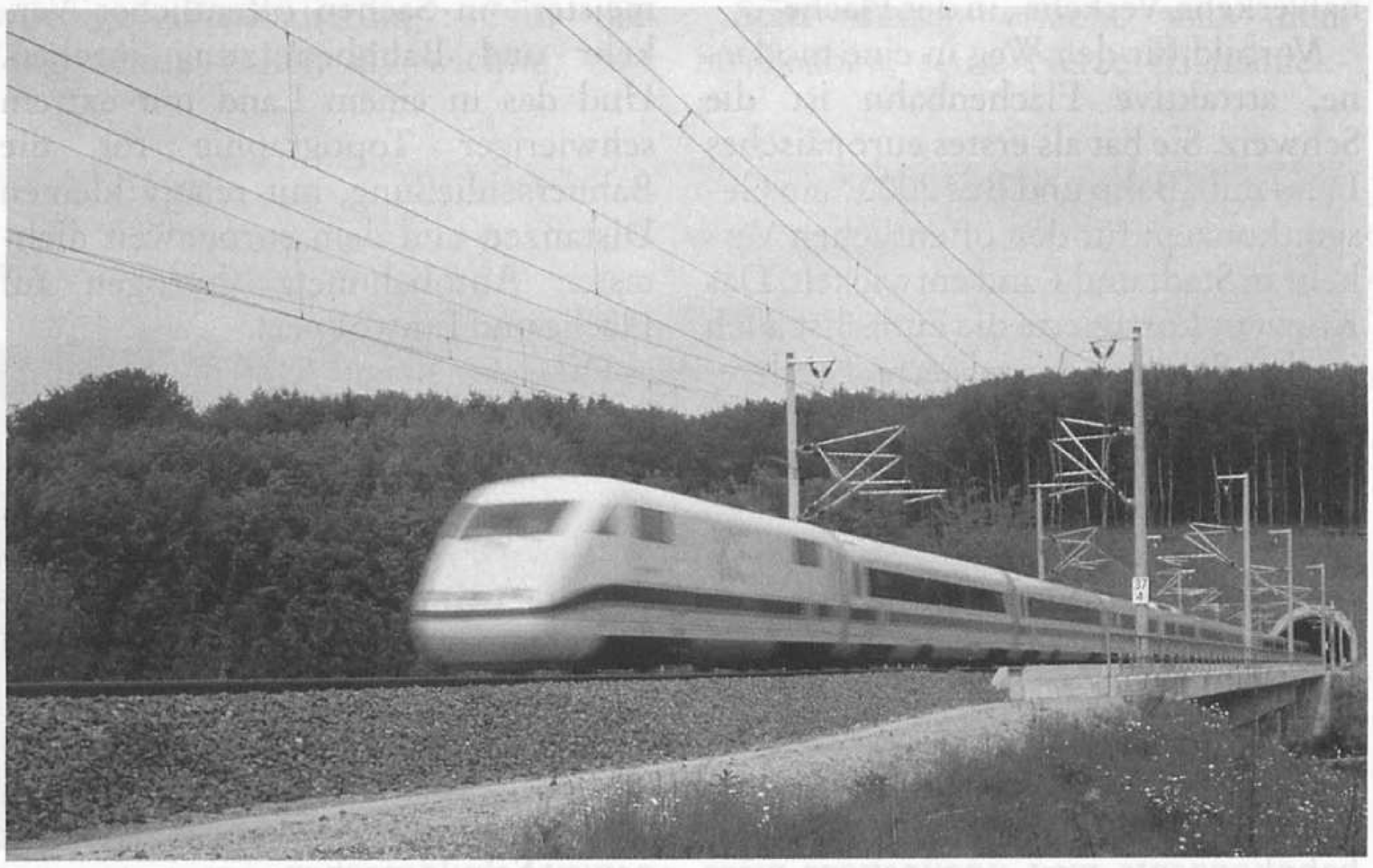


Foto: Deutsche Bundesbahn

Der ICE soll die Straßen entlasten. High Tech allein wird dieses Ziel kaum erreichen.

dank der Mathematik eine Sache von Minuten war. Die etwas steilere Windschutzscheibe vermindert die Sonneneinstrahlung in den Führerstand. Auch in allen übrigen Prüfkriterien schnitt diese Form sehr gut ab. Personen, die auf dem Bahnsteig stehen, würden selbst dann nicht „umgeweht", wenn der ICE den Bahnhof mit 300 Kilometern pro Stunde passieren würde – ein Manöver, das bei der Deutschen Bundesbahn nicht zulässig ist; mit der Folge, daß die schnellen Züge nicht so schnell sein können, wie es der eingesetzten, in Forschungsarbeit entwickelten Technik entspricht.

DIE WINDGERÄUSCHE „ÜBERHOLEN" DAS ROLLGERÄUSCH

Für die Serienversion des ICE, bei dem das „E" nun nicht mehr „Experimental", sondern „Express" bedeutet, wurde das Design mit Rücksicht auf die Fertigung geringfügig modifiziert. Der Staupunkt rückt ein Stück nach unten. Das bietet strömungstechnisch den Vorteil, daß unter dem Zug weniger Luft verwirbelt wird, der parasitäre Luftwiderstand abnimmt, der an den Fahrgestellen entsteht.

Bei Geschwindigkeiten unter 200 Kilometern pro Stunde, wie sie bis heute bei der Deutschen Bundesbahn üblich sind, dominiert das Rollgeräusch. Es schwillt mit der dritten Potenz der Fahrgeschwindigkeit an und verdeckt zunächst den Lärm der Fahrmotoren und aller Hilfsaggregate, ebenso die Windgeräusche. Die Intensität der aerodynamischen Lärmquellen dagegen wächst bei steigendem Tempo mit einer Potenz, die zwischen sechs und acht liegt. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit „überholen" die Windgeräusche das Rollgeräusch. Sie allein bestimmen dann den abgestrahlten Schalldruckpegel.

Diese „bestimmte" Geschwindigkeit ist keine konstante Größe. Sie liegt um so niedriger, je besser es gelingt, den Lärm des Rades auf der Schiene zu reduzieren. Ein wirksames Mittel dazu sind Radschallabsorber, die zunehmend zur Anwendung kommen. Weil aber die stärkste Einzelquelle den Gesamtschalldruckpegel bestimmt, zahlen sich Absorber nur aus, wenn das auch durch sie hervorgerufene Windgeräusch abgebaut wird.

Bei der Entwickung des ICE war es wichtig, die Intensität beider Schallquellen zu reduzieren. Nur so konnte sichergestellt werden, daß der Lärmpegel den im „Lastenheft" vorgegebenen Grenzwert von 90 Dezibel, gemessen in 25 Meter Abstand seitlich vom Zug, nicht überschreitet.

Roll- und Windgeräusche mußten meßtechnisch getrennt, ihre Physik mußte entschlüsselt werden. Eine genaue Lokalisierung der Schallquellen versprach Ansätze zu ihrer „Dämpfung". Solche Messungen waren – und sind – nur am Original, an einem vorbeifahrenden Zug möglich. Sie wurden von den Aeroakustikern der DLR an einem normalen Intercity mit verstärkter Lok 103 und später am ICE selbst durchgeführt.

Das wichtigste Ergebnis: Aus den Schallmessungen am Intercity ließ sich für den ICE die Prognose ableiten, daß er die vorgegebenen 90 Dezibel bei allen für seinen Betrieb vorgesehenen Geschwindigkeiten unterhalb von 300 Kilometern pro Stunde einhalten würde. Die Versuche, die später am ICE wiederholt wurden, bestätigten diese Extrapolation. Die Schallemission des ICE ist um sechs bis acht Dezibel niedriger als die des Intercity.

Die Messungen belegen einmal mehr, welch dominante Rolle die Windgeräusche bei schnellen Zügen spielen. Bei optimaler Form der Räder – glatt gedreht und mit Absorbern versehen – überdecken die Windgeräusche das Rollgeräusch schon ab 220 Kilometern pro Stunde, bei normal abgefahrenen Rädern ab etwa 270 Kilometern pro Stunde. Das heißt: Das Fahrgeräusch des ICE – und aller schnellen Züge – wird allein von der Intensität der aerodynamischen Schallquellen bestimmt.

Man könnte sagen, daß die Eisenbahntechnik mit dem ICE einen Quantensprung getan hat. Nichts macht das besser deutlich als die von der Aerodynamik geprägte Form des Zuges. Alle übrigen Innovationen verbergen sich unter der Außenhaut, die so glatt wie beim Airbus ist.

Dennoch werden Kritiker nicht müde zu beklagen, mit dem ICE sei eine Fülle technischen Potentials unausgeschöpft geblieben, ja verschenkt worden. Sein Luftwiderstand hätte noch viel kleiner ausfallen können, die Fahrgeräusche niedriger. Die Einhaltung des Liefertermins erzwang es, ab einem gewissen Zeitpunkt den erreichten Entwicklungsstand „einzufrieren". Ein Teil der noch möglichen Verbesserungen kann vielleicht später im Rahmen der Modellpflege verwirklicht werden. Weitere große Sprünge jedoch müssen einer nächsten Generation vorbehalten bleiben.

Konturen dafür beginnen sich mit dem ICE-M abzuzeichnen. Das „M" weist auf ein Mehrsystem hin, ein Gemeinschaftsprojekt der großen europäischen Eisenbahnen, in welches das noch nicht „verbrauchte" Wissen eingebracht werden soll.

Die Luftfahrtforscher werden wohl gerne wieder ihr Wissen auch auf der Erde einsetzen. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Die Literatur zum Komplex Eisenbahntechnik ist weit gestreut; zusammenfassende Darstellungen gibt es nur ganz vereinzelt. Die folgenden Hinweise vertiefen die angesprochenen Fragen und enthalten eine Fülle von Angaben zu weiterführenden Beiträgen.

H. Glück: Aerodynamik der Schienenfahrzeuge. Verlag TÜV Rheinland, Köln 1985.

P.-A. Mackrodt/E. Pfitzenmaier: Aerodynamik und Aeroakustik der Hochgeschwindigkeitszüge. In: Physik in unserer Zeit, 18. Jahrgang 1987, Seiten 65–76.

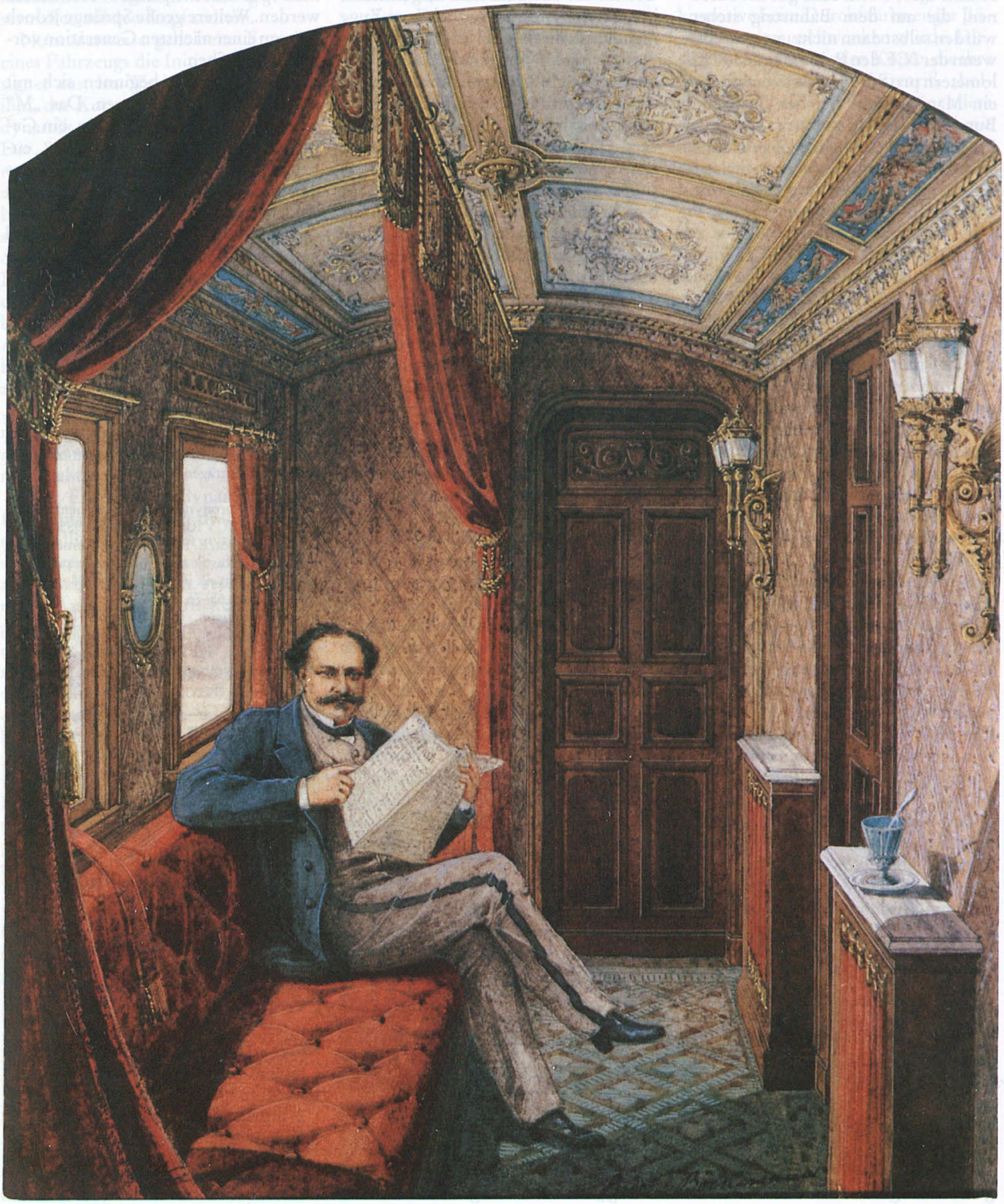
Heiner Monheim, Rita Monheim-Dandorfer: Straßen für alle. Analysen und Konzepte zum Stadtverkehr der Zukunft. Verlag Rasch und Röhring, Hamburg 1991.

DIE AUTOREN

Wolf-Heinrich Hucho, geboren 1935, Dr.-Ing., war lange Zeit in Forschung und Entwicklung in der Automobilindustrie tätig und ist heute freiberuflich als beratender Ingenieur und als Schriftsteller ausgewiesener Kenner technischen Konstruierens.

Heiner Monheim, geboren 1946, Dr. phil., ist nach seinen Tätigkeiten als Verkehrsplaner in München und Verkehrsforscher beim Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (BfLR) seit 1986 Referent im Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen. Zahlreiche Veröffentlichungen zu vielen Teilbereichen von Verkehrspolitik und -planung.

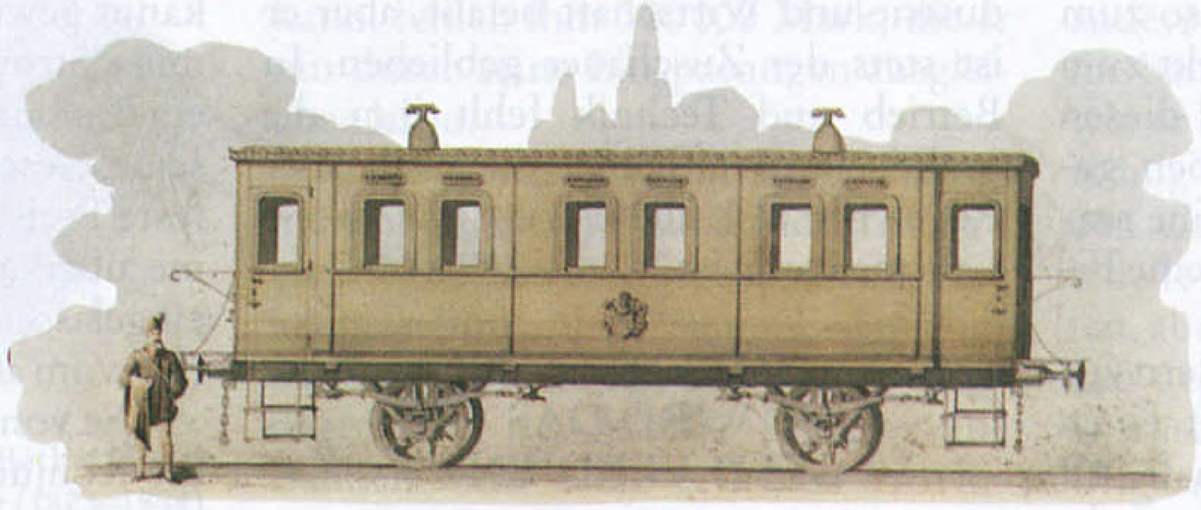
Bethel Henry Strousberg in dem Salonwagen, den ihm seine Ingenieure zur Silberhochzeit geschenkt hatten. Er kostete 14 000 Taler. Auf der rechten Seite die Außenansicht des Wagens.



ZUG UM ZUG

Aufstieg und Fall des genialen Unternehmers Bethel Henry Strousberg

VON JOACHIM BORCHART



„Aber wir haben die Eisenbahnen." Dieser Ausspruch eines amerikanischen Präsidenten, dem wieder einmal der Zusammenbruch eines Eisenbahnunternehmens gemeldet wird, könnte auch über dem Lebenswerk von Bethel Henry Strousberg stehen. Auch er, an dessen Ende der finanzielle Zusammenbruch steht, hinterläßt Eisenbahnen, hinterläßt Industrien. Nahezu alles, was er geschaffen und begonnen hat, sollte Bestand behalten. Kein Eisenbahnkilometer ist fehlgeplant, bei seinen Industrien, sieht man von seinen Werken in Böhmen ab, gibt es keine Planungsruinen.

Strousberg baut über 2500 Kilometer Eisenbahnen – im Lande Preußen, in Rumänien, in Ungarn, in Rußland. Er geht selbst in die Produktion der zum Eisenbahnbau benötigten Materialien. Er schafft dazu eine Industriegruppe mit Kohle- und Erzgruben, mit Stahlerzeugung, Stahlverarbeitung, dem Bau von Lokomotiven, Waggons, Brücken, also einen „Konzern", vertikal gegliedert vom Grundstoff bis zum Fertigerzeugnis, wie es viele Jahre nach ihm Hugo Stinnes tun wird. Ein großer Wurf, eine Konzeption, die der Zeit weit vorauseilt. Mehr als 100 000 Arbeiter werden zeitweise durch ihn beschäftigt.

Finanziell bedeuten diese Unternehmungen einen Aufwand von mehreren hundert Millionen Mark. Legt man für die Umrechnung der Mark der 60er und 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts in unsere heutige Deutsche Mark den Faktor 10 zugrunde, so ergeben sich Beträge von über vier Milliarden Mark.

Das fast Unglaubliche ist: Strousberg hat kein Kapital, er hat keinen Kredit bei Banken, sucht diesen auch nicht. Er geht, vornehmlich im Eisenbahnbau, eigene Wege, finanziert sich kurzfristig über die Vorleistung seiner Lieferanten, gibt diesen zur Überbrückung Wechsel, bis die ersten Erträge aus deren Zulieferungen von Leistungen und Materialien anfallen – ein Verfahren, das, über Jahre hinweg betrieben, das Etikett soliden kaufmännischen Verhaltens nicht tragen kann. Aber er baut. Eines Tages freilich muß dieses Kartenhaus zusammenfallen, es wird einen Zusammenbruch wiederum von grandiosen Ausmaßen geben, Strousbergs bezahlte Konkursquote wird ein Prozent betragen.

Baruch Hirsch Strausberg, dies sein ursprünglicher Name, wird 1823 in Neidenburg in Ostpreußen geboren. Er entstammt einer jüdischen Familie. Er verliert seine Eltern früh, während er Gymnasiast in Königsberg ist. Es hält ihn nun nicht mehr in seiner Heimat, als Halbwüchsiger geht er zu einem Onkel nach London, wird Lehrling in dessen Geschäft. Der Junge akklimatisiert sich rasch. Er erlernt die englische Sprache perfekt, anglisiert seinen Namen in Bethel Henry Strousberg, tritt zum anglikanischen Glauben über. Beim Onkel sammelt er die ersten geschäftlichen Erfahrungen.

Daneben erwirbt er im Selbststudium gründliche Kenntnisse in Recht, Nationalökonomie, Geld- und Devisenfragen, Versicherungswesen. Er nutzt dieses Wissen als Journalist, wird Herausgeber einer Reihe von Zeitschriften, darunter *Lawson's Merchant's Magazine*, einer Monatsschrift, die schnell an Ansehen gewinnt und in der er nahezu alle Aufsätze aus dem Gesamtbereich der Nationalökonomie selbst schreibt. Eine kleinere Lebensversicherung engagiert ihn als Manager. Mit nun 32 Jahren scheint ihm in England eine Laufbahn als Publizist und Versicherungsvorstand vorgezeichnet zu sein. Doch 1855 gibt Strousberg seinen Wohnsitz auf und geht nach Berlin – ein überraschender und schwerwiegender Entschluß –, obwohl ihn in Berlin nichts als die bescheidene Position eines Versicherungsagenten erwartet.

Sieben Jahre soll es dauern, ehe seine Laufbahn als Unternehmer beginnt. Während dieser Jahre gelingt ihm freilich ein Coup, der seine Visitenkarte aufbessert. Er erwirbt an der Universität Jena den Dr. phil. *in absentia*, ohne mündliches Examen, nur durch Vorlage seiner Beiträge zu seinem *Merchant's Magazine*. Karl Marx hatte es vor ihm mit seiner Dissertation ähnlich praktiziert; beide waren sich in der Bibliothek des Britischen Museums begegnet. Strousberg, inzwischen in sei-

Abb.: Märkisches Museum, Berlin

nem 39. Lebensjahr, bekommt plötzlich eine große Chance. Der britische Gesandte in Berlin bringt ihn mit einer Gruppe englischer Unternehmer zusammen, die zum Bau einer Eisenbahn von Insterburg nach Tilsit das Baukapital beschaffen wollen. Doch da gibt es ein Hindernis. Die Aktiengesellschaft, deren Gründung hierzu unerläßlich ist, darf laut Gesetz ihre Aktien nur zum vollen Nennbetrag, also zum Kurs von 100 Prozent, am Markt zum Verkauf stellen. Aber wer will diesen Kurs bezahlen, solange die eben gegründete Aktiengesellschaft keine realen Werte besitzt, nur Pläne für eine Eisenbahn hat.

Strousberg, von den Engländern zur Beratung herangezogen, findet einen Ausweg. Die Aktiengesellschaft tut sich mit einem „Generalbauunternehmer" zusammen, der eine zweifache Funktion zu übernehmen hat: Einmal hat er die Eisenbahn komplett zu liefern, also Schienenweg, Signalanlagen, Brücken, Bahnhöfe, Waggons, Lokomotiven; und zweitens ist es seine Aufgabe, das Kapital für den Bau zu beschaffen. Geschehen soll das so: Die Aktiengesellschaft bezahlt den Unternehmer „in Aktien", indem sie ihm für jedes „Teilstück", das er liefert – zum Beispiel ein paar Kilometer Bahndamm, eine Anzahl Waggons, eine Brücke –, Aktien mit einem Nennwert in gleicher Höhe wie die für jede Teillieferung vereinbarten Preise übergibt. Der Unternehmer ist es nun, der die Aktien ans Publikum verkauft und zu Geld macht, zu Kursen unter 100 Prozent; ihm ist das ja durch Gesetz nicht verboten.

Freilich ist das eine Umgehung des Gesetzes. Aber der preußische Handelsminister, der dies klar sieht, genehmigt das Verfahren; das Land braucht die Eisenbahnen, die sonst nicht zustande kämen. Die Tilsit-Insterburger Bahn wird gebaut. Nach dem gleichen „System Strousberg", so wird man es bald nennen, entstehen unter Strousbergs Regie in Preußen sechs weitere Eisenbahnen, zusammen werden es rund 1700 Kilometer sein.

Diese enorme industrielle Leistung bringt Strousberg zustande, obwohl er sich hier in ein für ihn gänzlich neues Metier begibt. Als Journalist in England hat er sich zwar gründlich mit Industrie und Wirtschaft befaßt, aber er ist stets der Zuschauer geblieben. In Betrieb und Technik fehlt ihm die praktische Betätigung, die nach aller Regel für fast alle Berufe die große Lehrmeisterin ist.

„IM EINKAUF WIRD DAS GELD VERDIENT"

Das gleichzeitige Bauen mehrerer Eisenbahnen über ein paar Jahre hinweg bringt Strousberg organisatorische Vorteile. Er kann sich einen festen Stab von Experten leisten, mit Kenntnissen und Erfahrungen in den einzelnen Sparten des Eisenbahnbaus. Eine neu gegründete Eisenbahn-Gesellschaft, die nur *eine* Bahn auf ihrem Programm hat, muß sich für dieses eine Projekt die Fachleute erst heranziehen, bei Strousberg stehen sie bei jedem neuen Vorhaben gleich vom ersten Tage an zur Verfügung.

Hinzu kommen weitere Momente, die Strousbergs Erfolg erklären. „Im Einkauf wird das Geld verdient", heißt es in vielen Branchen. Von dieser Devise läßt Strousberg sich offenbar bei der Beschaffung von Baumaterial leiten. In seiner Selbstdarstellung von 1876, *Dr. Strousberg und sein Wirken*, schreibt er: „Ich liess mir von den verschiedenen Werken bindende Offerten geben, für ein ihnen ... konvenierendes Quantum, lieferbar im Laufe von drei bis vier Jahren in gleichen Monatsraten. Keines der Werke wusste, wie gross mein Bedarf, und so forderte auch keins wesentlich mehr als den Tagespreis ... Es war gerade eine sehr stille Zeit und die Preise niedrig ... Ich acceptirte pure alle Offerten."

Strousberg tätigt so seine Einkäufe für den Bedarf von mehreren Jahren. Er verhandelt diskret mit Lieferanten von Eisenbahnzubehör, mit Spediteuren, mit Schiffsverladern. Wäre bekannt geworden, welche Gesamtvolumina Strousberg bestellt, wäre sofort ein Preisanstieg die Folge gewesen, und seine Geschäftspartner hätten sich auf feste Preisvereinbarungen für Zeiträume über mehrere Jahre hinweg nicht eingelassen. So aber weiß kein Lieferant vom anderen.

Wie von Strousberg kalkuliert, zieht die Konjunktur im Eisenbahngeschäft an, nicht zuletzt als Folge seiner eigenen Aktivitäten. Von Jahr zu Jahr steigen die Preise, nicht nur für Material, sondern auch für Dienstleistungen und Transporte. Jetzt erntet Strousberg die Früchte: In den Kalkulationen der Eisenbahn-Gesellschaften stehen die erhöhten Preise, nach denen Strousberg als Bauunternehmer bezahlt wird, er aber setzt zum Bau die Materialien und Leistungen ein, die er Jahre zuvor weit billiger eingekauft hat.

Weitere Einsparungen gelingen Strousberg aus dem erwähnten Aufbau einer vertikal gegliederten Industrie. Den Lokomotivbau hat Strousberg durch Erwerb der Hannoverschen Maschinenfabrik *Egestorff* aufgenommen, um sich aus der Abhängigkeit von *Borsig*, dem Größten in dieser Branche, zu lösen. Strousberg überlegt weiter: Wenn er Lokomotiven selbst produziert, warum soll er nicht das gleiche mit anderen Artikeln tun, die er für die Bahnen braucht – mit Waggons, Schienen, Brückenanlagen? Warum soll er nicht den Stahl, das Rohmaterial für diese Produktionen, in eigenen Hochöfen erschmelzen, warum nicht Kohle

Bethel Henry Strousberg (1823–1884).

Abb.: Leipziger Illustrirte Zeitung, 16.10.1869 (o.); Hanomag-Archiv, Hannover (u.)

und Erz, mit denen er die Hochöfen zu beschicken hat, in eigenen Bergwerken schürfen?

Er handelt schnell und konsequent. Innerhalb von knapp drei Jahren wird er Besitzer und Betreiber von Hütten- und Bergwerken, von Stahl- und Walzwerken, von Fabriken des Maschinenbaus und zur Herstellung von Eisenbahnschienen, von Waggons und Lokomotiven. Die Betriebe decken nicht seinen gesamten Bedarf; das hätte den Aufbau einer gewaltigen Industrie bedeutet. Aber er kann etwaige Lücken im Nachschub decken. Außerdem gewinnt er Überlegenheit in Preisgesprächen, ihm kann über die Gestehungskosten von Materialien niemand etwas vormachen. Im übrigen entfallen die Zwischengewinne vom Anbieter der Rohstoffe (Bergwerk) zum Veredler (Stahlwerk) und vom Veredler zum Verarbeiter (Maschinenfabrik, Lokomotivbau).

Die Zwischengewinne, die sonst von Stufe zu Stufe anfallen, wandern in seine eigene Tasche. Diese Einsparungen und die Profite aus seinen Einkaufsdispositionen braucht Strousberg aber auch dringend. Denn mit dem Empfang von Aktien von seinem Auftraggeber, der Eisenbahn-Gesellschaft, gilt er als bezahlt. Aber zu Geld kommt er erst durch den Verkauf der Aktien an das Publikum, und das ist nur zu Kursen weit unter 100 Prozent möglich. Wenn er Aktien von einer Million nur zum Kurs von 70 Prozent absetzen kann, fehlen ihm 300 000 Mark, die er nur durch seine Einsparungen ausgleichen kann.

Ohne Verkehrsverbindungen ist es nicht möglich, ein Land industriell zu entwickeln. So erweist sich Strousberg allein schon durch seine Eisenbahnbauten in Preußen als ein Motor der Industriellen Revolution. Durch seine Bahnen werden die östlichen Provinzen Preußens erschlossen, Ost- und Westpreußen, Posen, die Mark Brandenburg und Schlesien durch die direkte Verbindung zum oberschlesischen Revier, und es werden Verkehrswege von den Ostprovinzen nach Mitteldeutschland ausgebaut.

STREBEN NACH LUXUS UND GROSSGRUNDBESITZ

Strousberg ist inzwischen geradezu eine europäische Berühmtheit geworden, und sein Selbstbewußtsein steigert sich nun ins Maßlose. Völlig davon durchdrungen, daß der Erfolg ihm treu bleiben werde, kauft er sich Landgüter zusammen, fast 200 000 Morgen. In der Berliner Wilhelmstraße, nur wenige Grundstücke von Bismarcks Wohnsitz entfernt, errichtet er ein Palais, dessen Luxus in der Hauptstadt nicht seinesgleichen hat. Die Krönung ist freilich der Erwerb der „Herrschaft" Zbirow in Böhmen mit nochmals 100 000 Morgen, aus dem Besitz des österreichischen Kaisers, für über 18 Millionen Mark.

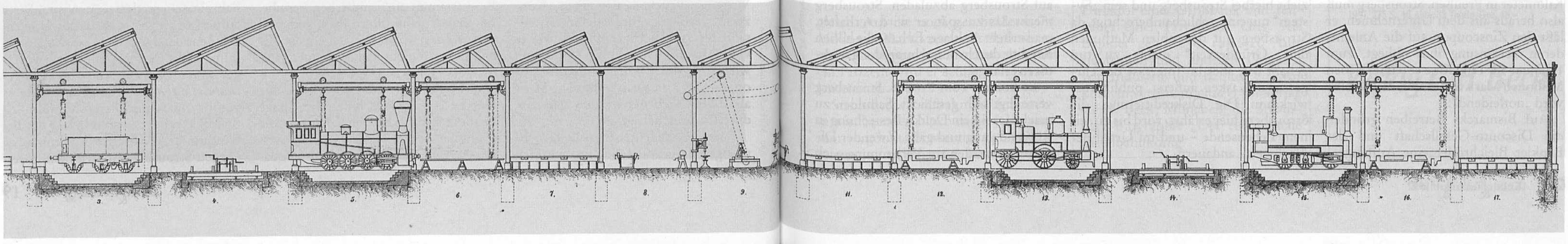
Hier offenbart sich das eigentliche Lebensziel von Bethel Henry Strousberg. Aufgebrochen ist er aus einer kleinen Stadt in Ostpreußen. In England hat er die *landed gentry* gesehen, die etablierten Familien mit großem Grundbesitz. Denen will er einmal gleichen. Das Ziel, von dem er zunächst nur träumen kann, scheint erreichbar zu werden, als er über den Eisenbahnbau an das große Geld herankommt.

Er investiert jetzt viele Millionen in andere Projekte: In „seiner" Stadt Berlin baut er den zentralen Viehmarkt, wie er ihn aus London kennt. Belgien, König und Regierung, übertragen ihm den Umbau der militärischen Süd-Zitadelle Antwerpen in einen Handelshafen, aber die Stadt Antwerpen ist gegen den geplanten „Port Strousberg" und Strousberg erhält sein Geld zurück. In Ungarn baut er die Nord-Ost-Bahn, steigt aber aus, als Verluste drohen (die sein Nachfolger in Höhe von 15 Millionen Francs erleiden wird).

Das spektakulärste Objekt freilich ist der Bau der Rumänischen Eisenbahn, mit geplanten 900 Kilometern Bahnstrecken und einem Finanzierungsaufwand von fast 200 Millionen Mark.

Das Besondere hierbei ist: Strousberg übernimmt nicht nur den Bau der Bahnen, sondern er muß auch noch das Geld für das riesige Unternehmen „mitbringen": Das Land Rumänien, das sich noch unter türkischer Oberhoheit befindet, als selbständiger Staat also noch nicht etabliert ist, hat weder Kapital noch Kredit auf dem internationalen Kapitalmarkt. Strousberg muß also eine Anleihe zur Beschaffung des Baukapitals aufnehmen, und da er als Einzelperson die Rolle des Schuldners nicht allein übernehmen kann, verbündet er sich mit Persönlichkeiten von höchstem Renommee: den Herzögen von Ujest und von Ratibor, beide preußische Generäle und Mitglieder des Herrenhauses, sowie Karl Graf Lehndorff, dessen Bruder Flügeladju-

Lokomotivbau in der Hannoverschen Maschinenfabrik an einer Art Fließband, um 1870.



Die Geburtsstunde der Tilsit-Insterburger Eisenbahn, 1862. Strousberg sitzt rechts am Tisch.

tant des Königs Wilhelm ist. Diese drei und Strousberg erhalten die Konzession für den Bau der Bahn und sind die Schuldner der Anleihe. Und die Anleihe, mit attraktiven Konditionen, „geht", das Publikum kauft.

Die technischen Schwierigkeiten sind enorm. Das Land hat keine Infrastruktur, keine befestigten Straßen, keine eigene Industrie. Buchstäblich der letzte Nagel muß antransportiert werden, per Schiff die Donau hinunter oder über See um Gibraltar herum und durch den Bosporus zur Donaumündung. Damit nicht genug: Wenige Monate nach Baubeginn bricht der Deutsch-Französische Krieg aus, die Eisenbahnen in Deutschland transportieren zivile Güter nicht mehr, viele Leute Strousbergs werden eingezogen. Es wird immer deutlicher, daß Strousberg für die vereinbarte Bausumme die Bahn nicht bauen kann, zumal deren Höhe niedriger liegt als die Preise pro Kilometer in Preußen. Strousberg muß also heraus aus dem Unternehmen, er läßt den Zinscoupon auf die Anleihe, deren Verzinsung ihm obliegt, zum 1. Januar 1871 in Höhe von über sieben Millionen Mark unbezahlt, die Anleihe wird „notleidend".

Auf Bismarcks Betreiben gründen die Disconto-Gesellschaft und der Bankier Bleichröder eine Auffangesellschaft, die die weitgehend fertiggestellte Bahn zu Ende baut. Aber Strousberg muß dazu 18 Millionen Mark zahlen, und das kann er nur, indem er seine Industrien verkauft, zuerst Hannover, dann Dortmund, Othfresen, auch den Viehmarkt in Berlin. Die Landgüter, in die er Millionen gesteckt hat, erweisen sich jetzt als nicht absetzbar.

Rumänien ist für Strousberg ein Desaster geworden, sein Nimbus ist dahin. Dem Wundermann, dem großen Meister ist erstmals ein Unternehmen mißlungen.

Doch es kommt für ihn noch schlimmer. Der liberale Abgeordnete im preußischen Landtag, Eduard Lasker, richtet Anfang 1873 einen scharfen Angriff auf Mißstände bei der Gründung von Eisenbahn-Gesellschaften und bezieht hierbei Strousberg und sein „System" mit ein, sachlich unberechtigt, da Strousberg mit den üblen Methoden der „Gründerzeit" nichts zu tun gehabt hat, aber im Interesse des ehrgeizigen Lasker äußerst publikumswirksam: Die Diskreditierung, die Strousberg hier erfährt, wird bis zu seinem Lebensende – und im Urteil der Nachwelt – andauern.

Strousberg widmet sich nun ganz seinem böhmischen Besitz. In Zbirow entsteht wiederum vertikale Industrie, es gibt Erz- und Kohlebergbau, Hochöfen, Waggonherstellung. Aber Strousberg, der nun keine laufenden Erträge aus anderen Unternehmen mehr hat, wird in seinen Mitteln mehr und mehr beengt.

Da eröffnet sich ihm, erstmals in seiner Laufbahn, die Möglichkeit, Bankkredit zu bekommen. Die Commerz-Leih-Bank in Moskau, die als Folge von Fehlspekulationen selbst bedrängt ist, hofft ihre Lage über lukrative Geschäfte mit dem „Eisenbahnkönig" zu verbessern. Ein Ertrinkender klammert sich an den anderen. Als schließlich Strousberg in Moskau 22 Millionen Mark schuldet, bricht die Bank zusammen. Ihrem Vorstand gelingt es noch, Strousberg nach Moskau zu locken, wohl in der Hoffnung, in der bevorstehenden Abrechnung Schuld auf Strousberg abzuladen. Strousberg merkt das zu spät, er wird verhaftet, man erhebt Anklage: Er habe die hohen Kredite durch Bestechung der Direktoren erlangt.

Es kommt zum Prozeß. Strousberg verteidigt sich geschickt. Schulden zu machen, sei kein Delikt, Bestechung in Rußland gang und gäbe. Zwei der Direktoren werden zur Verbannung nach

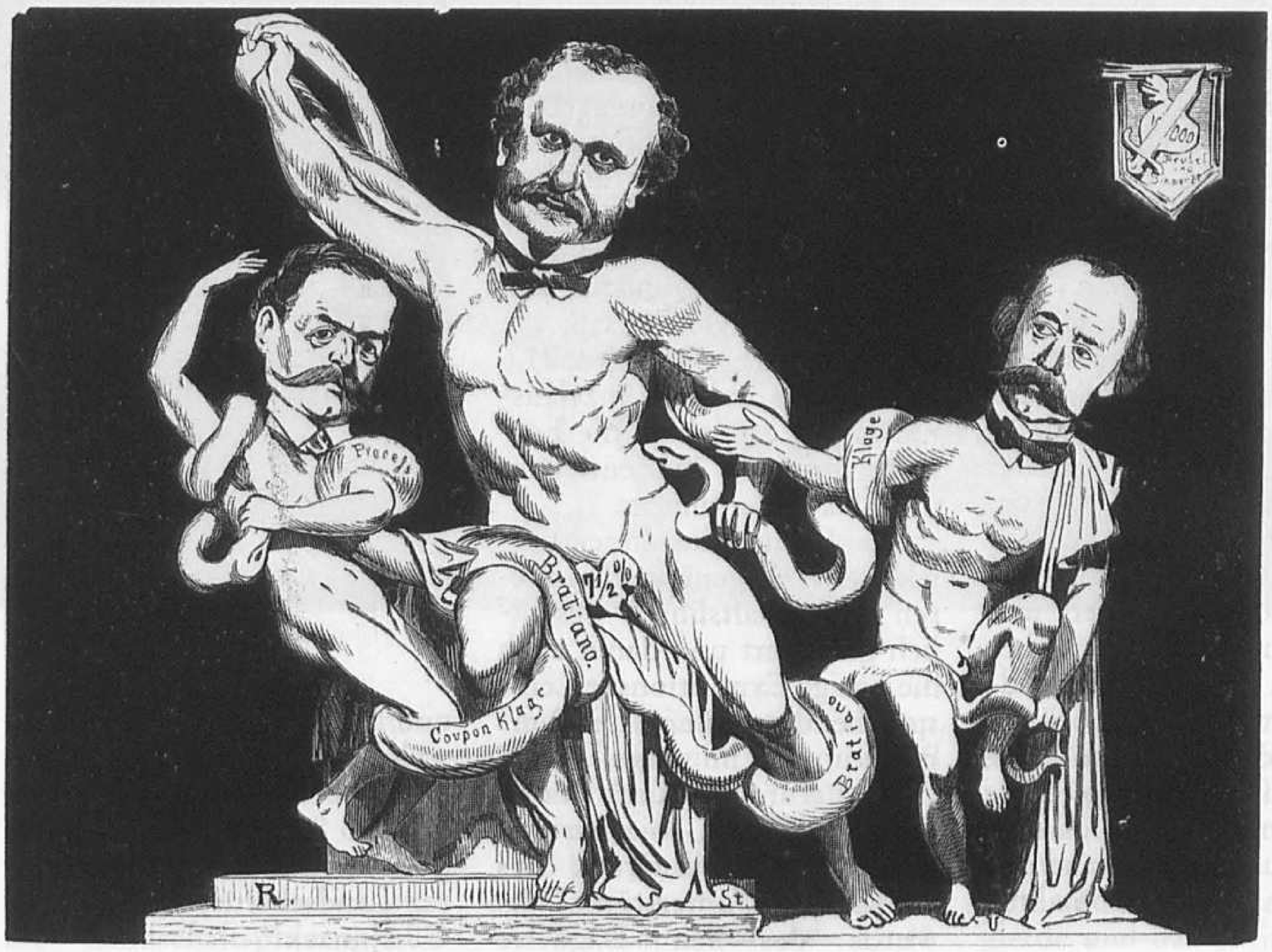
Abb.: Aus B. H. Strousberg: Dr. Strousberg und sein Wirken (l.); Karikatur aus dem Kladderadatsch, 29. 10. 1871 (r.)

Sibirien verurteilt. Auch Strousberg wird von den Geschworenen für „schuldig" erklärt, aber vom Gericht nur zur Ausweisung aus Rußland verurteilt – das heißt, die Richter geben ihm das, was er sehnlicher nicht wünschen kann. Es ist, nach allgemeiner Meinung und fast offensichtlich, ein verkappter Freispruch.

Die Verhaftung Strousbergs in Moskau hat sofort die Eröffnung des Konkurses gegen ihn zur Folge, in Berlin sowie in Prag. Die Konkursverfahren wickeln sich während seiner Abwesenheit ab. Als Strousberg nach zweijähriger Haft aus Moskau freikommt, findet er nur Trümmer seines einstigen Imperiums vor, seine böhmischen Betriebe, seine Landgüter, seine städtischen Grundstücke, seine mobile Habe sind unter den Hammer gekommen. Im August 1878 gibt es einen Zwangsvergleich. Auf die noch geschuldeten 74 Millionen Mark verspricht Strousberg eine Quote von drei Prozent, aber nur ein Prozent wird er schließlich bezahlen können.

Strousbergs Laufbahn als Unternehmer ist beendet. Noch einige Jahre sind ihm vergönnt. Er wendet sich wieder seinen journalistischen Interessen zu, begründet eine Zeitschrift, *Das Kleine Journal,* publiziert volkswirtschaftliche Schriften. Aber er findet keinen rechten Widerhall mehr, er wird mehr und mehr vergessen. Am 31. Mai 1884 stirbt er an Herzversagen, im Alter von nur 61 Jahren.

Es endet das Leben eines Mannes, dem Genialität, schöpferische Leistung als Unternehmer ohne Einschränkung zuzusprechen sind. Nahezu alles, was er schuf, behielt Bestand. Seine Eisenbahnen wurden zu integrierenden Bestandteilen der Bahnnetze in ihren Ländern. Aber er war kein wägender Kaufmann. Stets wollte er zuviel, zu schnell. Das kaufmännische Gebot der Vorhaltung ausreichender Liquidität mißachtete er. So vollzog sich an ihm die alte Bankiersweisheit: Liquidität kostet Geld, Illiquidität kostet das Vermögen. □

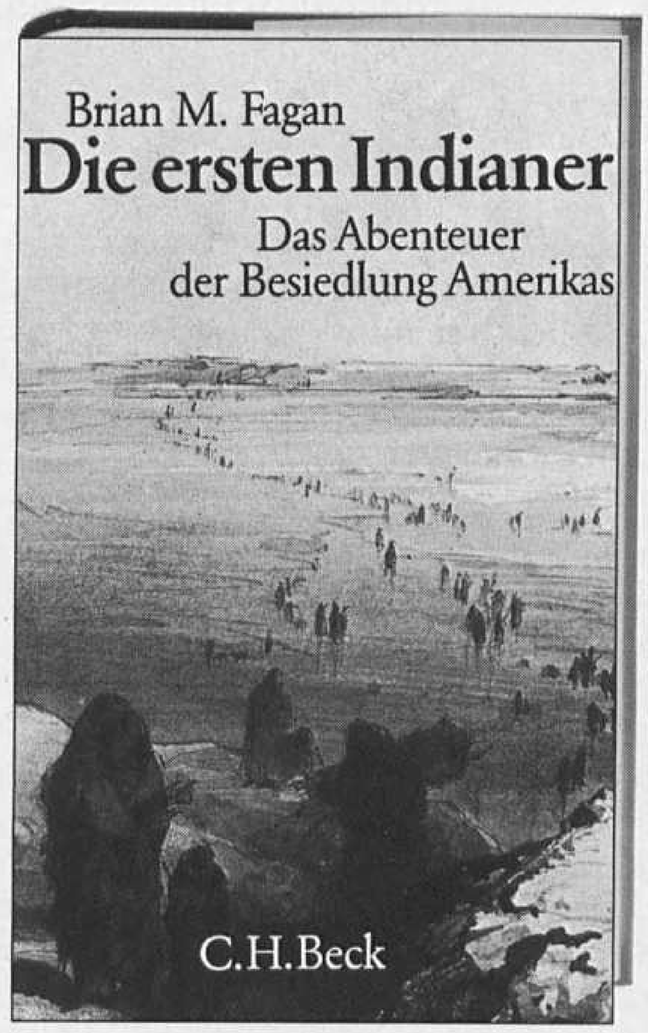


Laokoon-Strousberg im Kampf mit dem rumänischen Minister Bratianu. Links Herzog von Ratibor, rechts Herzog von Ujest.

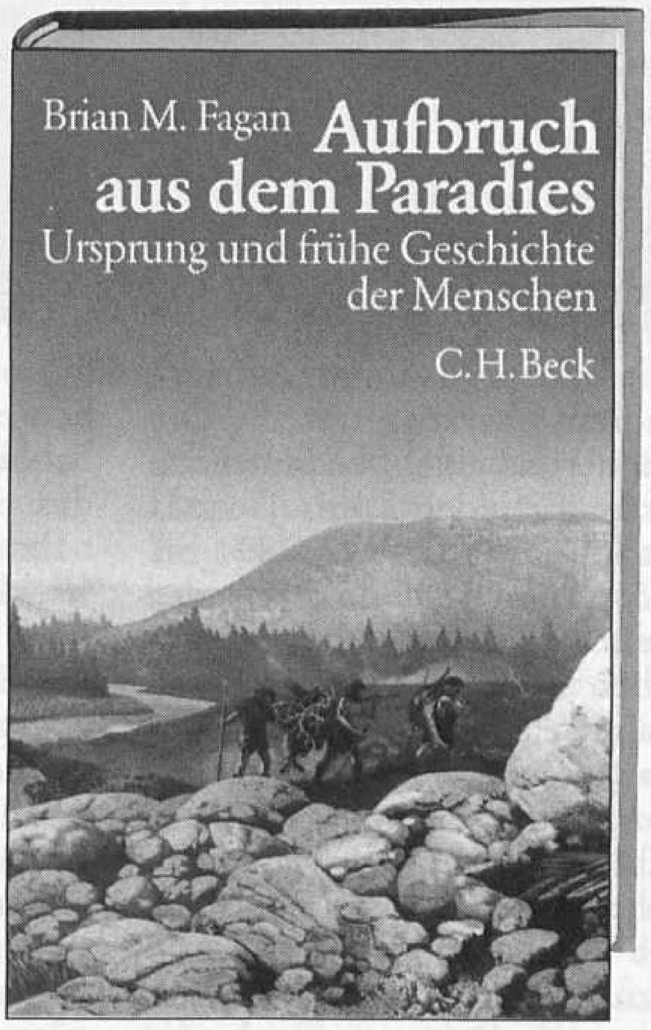
DER AUTOR

Joachim Borchart, geboren 1914, promovierter Jurist, war 25 Jahre als Direktor einer Großbank und Teilhaber einer Privatbank tätig. Als Bankier gehörte er rund 20 Aufsichtsräten und anderen Gremien von Industrie und Banken an. Vor kurzem veröffentlichte er im Verlag C. H. Beck, München, die Strousberg-Biographie „Der europäische Eisenbahnkönig".

Spurensuche



1990. 232 S., 47 Abb., 78 Bildtafeln, Geb. 48,–



1991. 275 S., 46 Abb., 32 Tafeln, Geb. 48,–

Verlag C.H.Beck

DIE SÄNFTE AM SEE

Landschaftsphotographie um 1860, ein schwieriges Unterfangen

Von Cornelia Kemp

Unsere Aufnahme gibt den Blick frei auf die waldige Uferpartie eines Gebirgsees. Vier Männer am Ufer sind mit verschiedenen Apparaturen beschäftigt, zwei weitere gleiten in einem langen Kahn von links in das Bild herein. Der mächtige Kasten auf dem dreibeinigen Stativ nahe am Wasser gibt den Schlüssel für das dargestellte Motiv: Wir sehen einen Landschaftsphotographen bei der Arbeit. Während in den Illustrationen der photographischen Spezialliteratur meist detailliert über die benötigte Ausrüstung unterrichtet wird, blieb doch die eigentliche Situation im Moment der Aufnahme ein kaum zu beschreibendes Ereignis. Die um 1860 gefertigte Aufnahme liefert uns daher ein überaus seltenes Zeugnis, das einen authentischen Eindruck von der einstmaligen Beschwerlichkeit des Photographierens vermittelt.

Zu dem Zeitpunkt, als diese Aufnahme gemacht wurde, war die Entwicklung der Photographie bereits aus ihrem Pionierstadium herausgetreten. Die Daguerreotypie, benannt nach ihrem Erfinder Louis Jacques Mandé Daguerre (1789 bis 1851), war 1839 in Paris der Weltöffentlichkeit bekanntgegeben worden. Dieses photographische Verfahren, bei dem eine versilberte und mit Jod sensibilisierte Kupferplatte belichtet und damit ein seitenverkehrtes, stark spiegelndes Unikat von hoher Auflösung erzielt wurde, behauptete sich über ein Dezennium als die bevorzugte Aufnahmetechnik. Der gleichzeitig entdeckten Kalotypie des Engländers William Henry Fox Talbot (1800 bis 1877), die bereits mit Papieraufnahmen und mit dem bis heute gebräuchlichen Umkehrprozeß arbeitete, blieb wegen der mangelnden Datailgenauigkeit und der störenden Faserstruktur des Papiers zunächst eine breitere Anerkennung versagt.

Als durch Abel Niépce de Saint-Victor (1805 bis 1870) die Glasplatte 1847 als billiger Schichtträger eingeführt wurde, die zudem die Voraussetzung für eine Vervielfältigung von Abzügen besaß, begann eine neue Epoche der Photographie. Neben der Beschichtung der Glasplatte mit Albumin, einem jodhaltigen Eiweiß, setzte sich ab 1851 das von Frederick Scott Archer (1813 bis 1857) entwickelte nasse Kollodiumverfahren als vorherrschende Technik durch. Als Träger des lichtempfindlichen Silbernitrats wird hier die 1845 von Friedrich Schönbein (1799 bis 1868) erfundene Schießbaumwolle (Nitrozellulose) verwendet, die in Alkohol-Äther gelöst und mit Jodkalium gemischt in feuchtem Zustand auf die Glasplatte aufgegossen werden mußte. Anschließend wurde die Platte in einem Silbernitratbad sensibilisiert und in noch feuchtem Zustand belichtet. Da die Lichtempfindlichkeit mit dem Auftrocknen des Kollodiums schnell abnahm, mußte auch die Entwicklung mit Pyrogallussäure noch in feuchtem Zustand unmittelbar nach der Aufnahme erfolgen.

Die hohe Lichtempfindlichkeit, die es erstmals erlaubte, die Belichtungszeit auf wenige Sekunden herabzusetzen, und die Möglichkeit, beliebig viele und verschiedenformatige Abzüge herzustellen, eröffneten den Photographen neue Betätigungsfelder. Neben der bereits etablierten Porträtphotographie erhielt die Landschaftsphotographie einen bis dahin unbekannten Stellenwert in der Diskussion um die Aufgabengebiete der Photographie. Zwar hatten sich bereits die Daguerreotypisten dieses verlockenden Themas angenommen, wie etwa die Illustrationen der von N. P. Lerebours 1840 bis 1844 in Paris veröffentlichten *Excursions Daguerriennes* bezeugen. Doch bestand die einzige Möglichkeit zur Vervielfältigung von Daguerreotypien in der nachträglichen Ätzung der Platte, um sie als Druckvorlage zu verwenden; gewöhnlich wurden die Aufnahmen für den Druck wieder in Kupferstiche oder Lithographien übertragen. Die Größe des Bildes war durch das Format der Platten vorgegeben: Um eine größere Abbildung zu erhalten, mußte auch die Kamera entsprechend geräumig gebaut sein. Die erste Kamera, die Alphonse Giroux für Daguerre anfertigte, besaß ein Plattenformat von 16,5 x 21,6 Zentimeter, andere Einzelausführungen erreichten die Formate von 40 x 33 Zentimeter und 48 x 38 Zentimeter.

Die Lichtstärke dieser Objektive war gegenüber den älteren Landschaftslinsen wesentlich gesteigert und damit auch die nötige Expositionszeit entsprechend verkürzt. Die Verbesserungen im Bereich der Optik wurden durch Fortschritte auf dem Gebiet der chemischen Sensibilisierung des Kollodiums unterstützt. So wurde das seit Daguerre gebräuchliche Jod in den 50er Jahren zunehmend durch lichtempfindlichere Bromide ersetzt.

Durch die Möglichkeit der Vervielfältigung gewann die Landschaftsphotographie erstmals auch kommerzielle Bedeutung. „Die romantischen Partien Deutschlands sind jetzt schon grösstentheils von tüchtigen deutschen Photographen bereist worden und in schönen completen Collectionen käuflich zu haben; doch bietet unser Vaterland noch immer des Aufnehmenswürdigen in Hülle und Fülle, und das Publicum, welches vor Jahren sich hauptsächlich mit Visitenkarten und Stereoskopbildern begnügte, findet auch an grösseren Landschaften immer mehr Geschmack."

Die wachsende Attraktivität dieser Bildgattung, wie sie der auf Landschaftsaufnahmen spezialisierte Photograph Philipp Remelé 1869 beschrieb, wurde freilich durch die einsetzende Konkurrenz auch qualitativ beeinflußt. So bemerkt Heinrich Wilhelm Vogel 1874: „Selten wird ein Landschaftsbild seines Kunstwerths halber gekauft, sondern mehr als ein Souvenir an eine froh verlebte Stunde, oder als ein Erinnerungsblatt, welches noch nach Jahren uns irgendeinen interessanten Gegenstand, sei es eine Statue, eine Burg, in das Gedächtnis zurückrufen soll. Daher macht man an Landschafts- und Architekturbilder nur mässige Anforderungen, und das ist denn der Grund, dass sich jetzt die Landschaftsphotographie keineswegs auf einer sehr hohen Stufe der Vollkommenheit befindet."

Die geschilderte Umständlichkeit des Kollodiumverfahrens setzte voraus, daß der Photograph stets eine umfangreiche Ausrüstung zur Sensibilisierung und Entwicklung der Platten mit sich führte. Für einen einzelnen war daher eine derartige Unternehmung kaum zu bewerkstelligen. Der Franzose Aimé Civiale benötigte während der Jahre 1859 bis 1868 für seine Gebirgsaufnahmen in den Pyrenäen eine Ausrüstung mit einem Gesamtgewicht von 250 Kilogramm, die von 25 Menschen mit Maultieren transportiert werden mußte. 1863 ließ Jägermeister für seine Aufnahmen vom Großglockner ein Laboratorium von 45 Pfund durch 22 Expeditionsteilnehmer transportieren. Die Ratschläge über transportable Dunkelkammereinrichtungen sind daher Legion in der zeitgenössischen Fachliteratur; je nach den finanziellen Möglichkeiten des Photographen gab es Zelte, Handwagen, Kutschen oder, wie in unserer Abbildung, sänftenartige Gehäuse.

Weitere Schwierigkeiten ergaben sich durch die Witterungsverhältnisse. Extreme Temperaturen behinderten das Aufbringen des Kollodiums, durch plötzlichen Wind konnten Unschärfen etwa im Laub der Bäume die Aufnahme zunichte machen.

Ein besonderes Problem stellte nicht zuletzt das Publikum dar, das durch seine Neugierde und das „Mitphotographiert werden" die Geduld der Photographen auf eine harte Probe stellte. Daher gehören auch Ratschläge, wie man sich dieser Herausforderung stellen sollte, zum ständig wiederholten Repertoire der Anleitungen: „Ein ebenso schlimmer Feind ist . . . das Publicum und in erster Reihe das ungebildete Publicum, besonders die Jungen. . . . Böse werden hilft selten etwas; eine applicirte Ohrfeige, und wäre sie noch so verdient, kann grossen Scandal erregen. . . Durch etwas kleine Münze kann man sich manchmal unliebsame Kinderstaffage vom Halse schaffen. Auf welche Weise man sich aus solchen Verlegenheiten auch herauszuziehen sucht: man verliere nie seine Ruhe und werde nie hitzig."

Mit der Gelatinetrockenplatte, 1871 von Richard Leach Maddox (1816 bis 1902) bekanntgegeben und in Deutschland ab 1879 im Handel, wurde die mühevolle Prozedur der Sensibilisierung und Entwicklung der Platten, die sich bis dahin dem Photographen mit jeder Aufnahme erneut gestellt hatte, durch die allmählich entstehenden industriellen Betriebe übernommen. Die Möglichkeit, jederzeit und ohne großen Aufwand ein Bild zu „schießen", eröffnete nun auch dem Amateur das Photographieren als beliebten Zeitvertreib. □

Landschaftsphotographie von Joseph Albert: Alpsee mit Schloß Hohenschwangau, 1857.

Foto: Deutsches Museum

Wissen à la carte

Die Veränderung der geistigen Arbeit durch neue Techniken der Informationsverwaltung

Von Edward Tenner / Übersetzung aus dem Amerikanischen von Karl Heinz Siber

Eine Computergeneration mag der anderen folgen, die Kapazität und die „Intelligenz" des elektronischen Gedächtnisses mögen noch so sehr wachsen: Notizzettel und Karteikarten, die geschriebene und gedruckte Information haben noch lange nicht ausgedient. Die Erfindung der Karteikarte vor allem hat ganze Generationen von Wissenschaftlern und Verwaltungsbeamten geprägt und die individuelle Verarbeitung von Wissen durch den jedermann zugänglichen Zugriff auf Information ersetzt.

Vor nicht langer Zeit haben wir geglaubt, die elektronische Datenverarbeitung werde das Papier verdrängen. Heute wissen wir es besser. Eine im Computer erstellte Datei ist in den meisten Fällen bloß Vorstufe für einen Papierausdruck, und indem der Computer das Erstellen von Drucksachen immer preiswerter und einfacher macht, sorgt er dafür, daß wir immer mehr Drucksachen produzieren.

Auch in einer anderen Beziehung hat das Papier seine dominierende Stellung als Informationsträger behauptet: Der einfache Zettel legt als Organisationsmittel für geistige Arbeiten jeder Art eine bemerkenswerte Langlebigkeit an den Tag.

Die Entwickler von Computersoftware rekurrieren, wohl um die Macht unserer Gewohnheiten wissend, immer wieder auf jenes unscheinbare rechteckige Gebilde: das Karteikärtchen. Die Firma *Oberon Resources* in Columbus/Ohio stellt bei der Werbung für ihr Textdatenbankprogramm *Notebook II Plus* vor allem dessen Fähigkeit heraus, Karteikarten zu speichern, zu sortieren, wiederzufinden und durch Querverweise miteinander zu vernetzen. Das *Wall Street Journal* berichtet über ein neues Produkt, genannt *HyperPad*, eine in die IBM-Systemwelt übertragene Version der *Macintosh*-Software *HyperCard*: „Sie ist in der Lage, mittels Bildern von Karten und Drucktasten, die sich auf den Bildschirm zeichnen lassen, einzelne Datenblätter so zusammenzubinden, daß ein Stichwortverzeichnis entsteht, das man ‚durchblättern' kann wie eine Rollkartei." Drei der weltgrößten Computerfirmen streiten vor Gericht um das Recht, für sogenannte graphische Benutzeroberflächen bestimmte Piktogramme verwenden zu dürfen, die etwa einen Aktenordner, ein Blatt Papier mit umgeknickter Ecke, einen Papierkorb und ähnliche Symbole zeigen.

Daß ein neues Medium mit Metaphern aus dem Bereich des Vorgängers arbeitet, ist nicht verwunderlich. Wir messen die Leistung eines Automotors bis heute in Pferdestärken. Nicht nur in der Technik und im produzierenden Gewerbe, sondern eben auch im Bereich der Kopfarbeit vollzieht sich der Fortschritt innerhalb eines Bezugsrahmens. Viele der für den Umgang mit dem Computer wesentlichen Fertigkeiten und Fähigkeiten beruhen auf Qualifikationen, die sich im 19. Jahrhundert im Zuge einer auch papiergestützten Revolution entwickelten.

1948, in der Morgendämmerung des Computerzeitalters, schrieb der Architekturhistoriker Siegfried Giedion in seinem Buch *Mechanization Takes Command*: „Die allmähliche Ausformung des Alltagslebens ist . . . wichtig für die Explosionen der Geschichte; denn in der Anonymität des Alltags akkumulieren sich die Teilchen zu einer explosiven Kraft. Werkzeuge und Gegenstände sind Ausdruck grundlegender Haltungen zur Welt. Diese Haltungen bestimmen den Weg, den das Denken und das Handeln einschlagen. Jedes Problem, jedes Bild, jede Erfindung wurzeln in einer bestimmten Haltung, ohne die sie nicht hätten entstehen können."

Je tiefgreifender der Wandel, desto schwerer greifbar sind manchmal die Zeugnisse dafür – besonders wenn die Umstellung das Wesen dieser Zeugnisse selbst verändert. Zum Glück sind, aus Kontoren und in Bibliotheken, genügend Belege erhalten geblieben, um uns in etwa rekonstruieren zu lassen, wie der Wandel vonstatten ging. Möbel, wie Schreibtische oder Aktenschränke, verraten uns, zusammen mit den Werbeargumenten ihrer Hersteller, etwas über das Denken unserer Vorfahren.

DIE BÜRO-REVOLUTION BEGANN IM 19. JAHRHUNDERT

Die Büro-Revolution beruhte vielleicht nicht auf einer einzelnen Erfindung des 19. Jahrhunderts, aber sie vollzog sich im Gleichklang mit Industrialisierung und wirtschaftlicher Expansion. Neue Verfahren der Papierherstellung und -verfeinerung, der Holz- und Metallbearbeitung, neue Techniken des Schnelldrucks und der Duplizierung hinausgehender Briefe – kulminierend schließlich in der Einführung der Schreibmaschine – senkten die Kosten für die Erzeugung und Archivierung papierener Dokumente.

Die einschneidendsten Veränderungen vollzogen sich jedoch nicht im materiellen, sondern im konzeptionellen Bereich. Europäer und Amerikaner entwickelten im Verlauf von 150 Jahren eine neue Art des Umgangs mit Daten. Wir können das ohne weiteres nachvollziehen, weil es zu unserem Leben

Abb.: National Gallery of Art, Washington, D. C./Archiv für Kunst und Geschichte, Berlin

Bildnis eines Kaufmanns, um 1530,
von Jan Gossaert, genannt Mabuse (um 1478/88–1532).

gehört. Schwerer zu begreifen ist für uns die „Informationsordnung" des Ancien Régime. Zwar schlossen die vor 1750 vorherrschenden Gepflogenheiten Experimente im Umgang mit Papier nicht aus – katholische Kirchenmänner des frühen 17. Jahrhunderts beispielsweise legten auf Zetteln Dossiers über ihre Gemeindemitglieder an –, aber solche Methoden fanden allem Anschein nach keine Verbreitung.

Betrachten wir uns bildliche Darstellungen aus der Zeit vom Spätmittelalter bis zum späten 18. Jahrhundert, die die „Papierumgebung" von Kaufleuten, Beamten und Gelehrten bei der Arbeit zeigen, so arbeiteten sie selbstverständlich mit Unikaten – Briefen, Wechseln, Urkunden und anderen Schriftstücken – und bewahrten in ihrer Gewissenhaftigkeit genug davon auf, um humanistische Studiosi jahrhundertelang mit Dissertationsstoff zu versorgen. In der Mehrzahl der Fälle wurden die wichtigen Originalurkunden zu Folianten gebunden, geordnet gewöhnlich in chronologischer Reihenfolge.

DER ZEITLICHE ABLAUF WAR DIE EINZIGE ORDNUNG

In der *Firestone Library* der Universität Princeton war kürzlich eine Ausstellung über das Leben in Griechenland unter osmanischer Herrschaft zu sehen, mit Leihgaben aus dem Athener *Benaki-Museum.* Darunter war eine gebundene Manuskriptensammlung aus einem Kloster in Pontus, die allein mehr als 250 Jahre umspannte, von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis zum Vorabend des Ersten Weltkriegs. Kassenabrechnungen, Sitzungsprotokolle, Verzeichnisse der im Kloster von Athos und in anderen Nachbarklöstern vorhandenen Manuskripte sowie Dokumente anderer Art folgen aufeinander, ohne daß irgendwo ein Bemühen um Untergliederung nach Rubriken sichtbar würde. Weshalb auch?

Auf Schiffen wird ja auch nur *ein* Logbuch geführt, in das alle Beobachtungen, Meßergebnisse und Ereignisse in der Reihenfolge ihres Anfalls eingetragen werden. Die in Verkehrsflugzeugen eingebaute „Black Box" ist eine elektronische Abwandlung desselben Grundgedankens – sie wird freilich normalerweise nur nach einem Unglücksfall ausgewertet.

Ein Tagebuch besonderer Art war das Poesiealbum – besser: ist das Poesiealbum, denn nach wie vor werden solche Alben geführt und gelegentlich sogar veröffentlicht. Sie enthalten meist eine auf den Inhaber zugeschnittene Kollektion von Sinnsprüchen und Aphorismen, entweder in wahlloser Folge nacheinander eingetragen oder nach thematischen Bereichen geordnet. In seiner anglo-amerikanischen Spielart heißt das Poesiealbum *commonplace book,* wobei der Ausdruck *commonplace* (Allgemeinplatz) ursprünglich keinen abwertenden Beigeschmack hatte, sondern, wie in der antiken Rhetorik, die allgemeine Anwendbarkeit einer Einsicht zum Ausdruck bringen sollte. Erst als der Siegeszug der Originalität begann, wurde der Allgemeinplatz zum – Gemeinplatz.

Bis weit ins 18. Jahrhundert hinein benutzten gebildete und gelehrte Leute, wenn sie sich Notizen machten, oft die Ränder von Buchseiten – der Ausdruck „Randbemerkung" stammt hierher. Professor Owen Gingerich vom *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics* besitzt einige schöne frühe astronomische Texte, deren großzügig bemessene Blätter viel Raum für Randbemerkungen bieten – und natürlich auch gelungene Beispiele dieses Genres zeigen. Einige frühe Notizhefte enthielten ganze Bücher in Form systematischer Exzerpte, während in anderen eher das Verfahren des *commonplace book* zur Anwendung kam.

Über Thomas Hobbes heißt es in *Aubrey's Brief Lives,* er habe „im Griff seines Stockes eine Feder nebst Tintenhorn (und) stets ein Notizheft in der Tasche gehabt, und immer wenn ihm etwas durch den Kopf schoß, trug er es sogleich in sein Heft ein, weil es ihm sonst vielleicht wieder entfallen wäre. Er hatte die Untergliederung seines Buches (des *Leviathan*) in Kapitel usw. schon fertig und wußte daher, wo jede Idee hingehörte. So ist dieses Buch entstanden."

Selbst ein so gelehrtes und materialreiches Werk wie Edward Gibbons *Verfall und Untergang des Römischen Reiches* nahm allem Anschein nach zunächst im Kopf des Autors fertige Gestalt an, ehe es dann aus dem Gedächtnis – wahrscheinlich unter Zuhilfenahme von Notizkladden – niedergeschrieben wurde. Wir können dies als Beispiel für eine literarische Methode geistigen Arbeitens an der Schwelle zum industriellen Zeitalter abheften.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts hatten sich die meisten wissenschaftlich Tätigen zu systematischeren Verfahren der Informationsverwaltung durchgerungen. Und auch viele, wenn nicht gar die meisten Firmen hatten neue, standardisierte, auf Papier beruhende Datenverwaltungssysteme eingeführt. In den USA und im zaristischen Rußland arbeiteten die Behörden bei Volkszählungen bereits mit den neuen Lochkartenmaschinen von Hermann Hollerith.

Zwischen etwa 1775 und 1914 veränderten sich die Informationsgepflogenheiten der Menschen in vierfacher, jeweils untereinander zusammenhängender Weise. In der Papierwelt vollzog sich ein Übergang von hierarchischer zu alphabetischer Ordnung, von geschlossenen zu offenen, von verborgenen zu sichtbaren und von individuellen zu kollektiven Systemen. Es war ein Übergang, der gewöhnlich geräuschlos und nicht immer bewußt vor sich ging; er läßt sich aus einschlägigen Firmenkatalogen und Handbüchern für Studienanfänger leichter erschließen als aus den großen theoretischen Werken der Epoche.

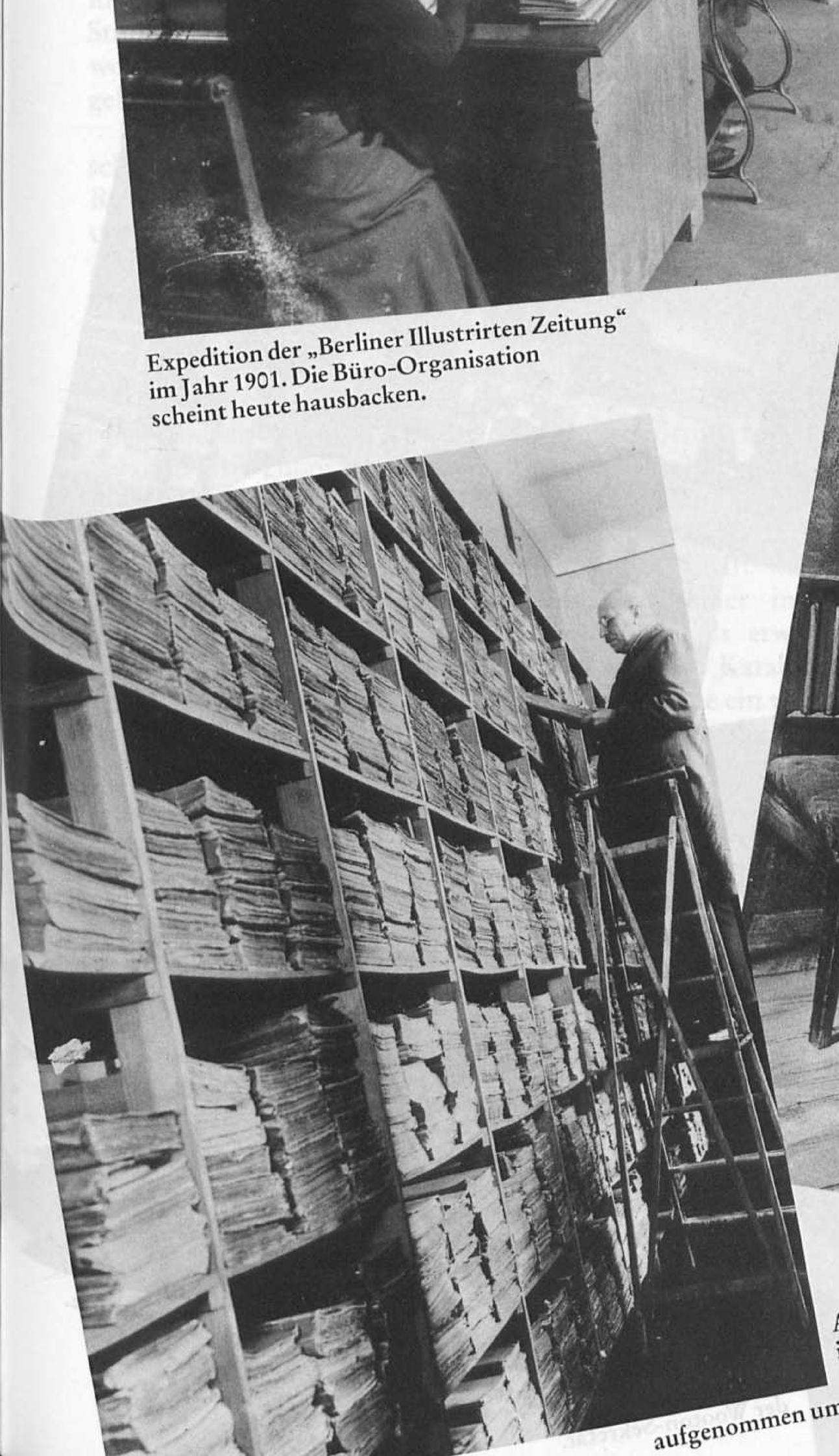
DAS ALPHABET WIRD ZUM ALLGEMEINEN ORDNUNGSPRINZIP

Der Siegeszug der alphabetischen Ordnung war wohl kaum eine originäre Errungenschaft der Aufklärung, auch nicht eine Frucht der demokratischen Revolutionen. Doch eignet sich der Grad ihrer Durchsetzung nicht übel als Maß für die Verwirklichung des Gleichheitsgedankens. Vor dem 19. Jahrhundert wiesen nur die wenigsten Bibliothekskataloge die uns vertraute alphabetische Ordnung auf, die heute allgegenwärtiger Standard ist. Bibliotheken waren in Abteilungen gegliedert, und wenn man ein bestimmtes Buch finden wollte, mußte man erraten, in welche Kategorie die Bibliothekare es eingeordnet hatten.

Um beispielsweise in einem Bibliotheksverzeichnis aus dem 18. Jahrhundert die Biographie eines bestimmten Kirchenmannes zu finden, mußte man

Fotos: Ullstein Bilderdienst

Expedition der „Berliner Illustrirten Zeitung“ im Jahr 1901. Die Büro-Organisation scheint heute hausbacken.



Aktenräume im Deutschen Reichsarchiv, aufgenommen um das Jahr 1930.

Zettelwirtschaft im Gemälde „Der Winkeladvokat“ von A. Müller.

Registratur des Einwohnermeldeamtes bei der Staatlichen Polizei in Berlin im Jahr 1935 (links) und die feuersichere Kartei der Nationalsozialistischen Volkswohlfahrt (NSV) aus dem gleichen Jahr (oben).

Zettel, trotz Elektronik, an der Bostoner Börse.

Ordnungsideal: der Wooton-Sekretär.

wissen oder per Versuch und Irrtum herausfinden, daß die gesuchte Rubrik *Historia – Historia Ecclesiastica* hieß, und dann 25 Seiten durchackern, bis man auf den gesuchten Titel stieß. Möglicherweise verfügte der Katalog über ein alphabetisches Register, aber um dort fündig zu werden, mußte man den Namen des Autors kennen. Verbindliche Standards für die Katalogisierung von Büchern gab es weder national noch international.

Manche Listen mit Personennamen wiesen natürlich immer schon eine alphabetische Ordnung auf, aber derartiges scheint es im 18. Jahrhundert relativ seltener gegeben zu haben als heute. Mir ist keine Universität oder andere Hochschule bekannt, die heute noch Ranglisten ihrer Studenten veröffentlichen würde; die Praxis gewisser Elite-Universitäten wie *Harvard* oder *Yale*, ihre Studentenverzeichnisse nach dem Studienalter zu untergliedern, stellt wohl eher den Ausnahme- als den Regelfall dar.

Im 18. Jahrhundert spielte der gesellschaftliche Rang noch eine wichtige Rolle. An den Universitäten *Harvard* und *Yale* wurden die Erstsemester bis etwa 1770 in eine Rangfolge eingeordnet, wobei das maßgebliche Kriterium nicht so sehr die Vornehmheit der Herkunft war, sondern eher die aktuelle Stellung der Familie in Kirche und Staat und ihre Beziehungen zur Universität. Mit guten Studienleistungen und gutem Betragen konnte ein Student sich auf der Rangliste nach vorn schieben – oder umgekehrt. Samuel Eliot Morison berichtet in seinem Buch *Three Centuries of Harvard*, das letzte Stündlein für diesen Brauch habe geschlagen, als ein gewisser Samuel Phillips gegen die Einstufung seines Sohnes unterhalb eines Kommilitonen protestierte, dessen Vater noch nicht so lange Friedensrichter war wie Phillips. Während laut Morison bei Prozessionen und anderen feierlichen Anlässen weiterhin Faktoren wie Dienstalter und Ansehen die Reihenfolge bestimmten, hielt auf dem Papier die alphabetische Ordnung Einzug. Hier erwuchs eine Säule der Informationsordnung des 19. Jahrhunderts: Bürokratisches Zweckmäßigkeitsdenken besiegte die unpraktisch gewordene Tradition.

Der Zusammenhang zwischen dem Siegeszug des Alphabets und der Revolution in der Ablage- und Katalogisierungstechnik wurde 100 Jahre später noch deutlicher sichtbar, als 1886 im Gesundheitsministerium der Vereinigten Staaten – so steht es in Theodore Schellenbergs *History of Archives* – ein Mann namens Fred C. Ainsworth zum Leiter der Akten- und Pensionsverwaltung aufrückte. Ainsworth richtete erstmals eine alphabetische Kriegsveteranenkartei ein. Für jeden Veteranen, der Versorgungsansprüche stellte, wurde eine Akte angelegt, bestehend aus Karteikarten, die Informationen zur Person enthielten, zusammengetragen aus diversen Quellen.

Zu den vorrangigen Kandidaten für die Anlage alphabetischer Verzeichnisse oder Karteien gehörten neben Personen vor allem auch Bücher. Die Geschichte der Bibliothekskataloge im 19. Jahrhundert zeigt ebenfalls ein allmähliches Abrücken von der Gliederung nach Rubriken, ja sogar von der Trennung von Verfasser- und Titelkatalogen, hin zu einem einzigen alphabetischen Hauptkatalog, wie ihn erstmals 1844 die Vereinigung der Bostoner Kaufleute einführte.

DIE ERFINDUNG DER KARTEIKARTE DURCH DEN ABBÉ ROZIER

Der Bibliothekskatalog war auch der Schrittmacher der zweiten großen Umwälzung im Archivierungswesen: des Schritts zur Offenheit. Der erwähnte Katalog der Bostoner Kaufmannschaft war noch ein gedrucktes und daher in sich abgeschlossenes Werk, als etwas Fertiges konzipiert, wie alle Kataloge bis dahin; allenfalls boten sie ein wenig Platz zwischen den Einträgen für Ergänzungen, oder es erschien irgendwann ein Ergänzungsband. Die Vorstellung von der endlosen Erweiterbarkeit des menschlichen Wissens hatte sich noch nicht durchgesetzt.

Die Bibliothekare arbeiteten bei der Erstellung dieser Kataloge mit Zetteln, die sie manchmal für spätere Neuausgaben aufbewahrten. Doch der Katalog selbst war, wie das Exzerptheft des Gelehrten oder das Kassenbuch des Kaufmanns, in der Vorstellung der Menschen ein fertiges, abgeschlossenes Ganzes.

Zum ersten Mal angeregt wurde die Anlage einer regelrechten Kartei, soweit bekannt, zu Beginn der 1770er Jahre, in demselben Jahrzehnt also, in dem *Harvard* die alphabetische Ordnung entdeckte. 1775 veröffentlichte der Abbé Rozier, ein Agrarforscher, ein Register zu den seit 1666 erschienenen Publikationen der Pariser Akademie der Wissenschaften; er beschrieb darin ein neuartiges Mittel der Speicherung und Verwaltung von Informationen: Kärtchen von Spielkartengröße, mit einem Ordnungsbegriff am oberen Rand, der eine alphabetische Sortierung erlaubte. Der Abbé ließ die Seiten seines Registers nur einseitig bedrucken und regte die Benutzer an, mit Karten zu arbeiten; er illustrierte auch gleich, wie ein Werk über ein bestimmtes Thema unter vier verschiedenen Ordnungsbegriffen abgelegt werden konnte, in seinem Beispiel unter den Schlagworten Tumor, Stauung und Epiploon sowie unter dem Namen des Autors Portal; man brauchte also vier Karten.

Dem Abbé Rozier war schon vor 200 Jahren geläufig, was wir heute mit Begriffen wie Kartei oder Schlagwortkatalog bezeichnen. Seine Einsicht in den steten Fortschritt unseres Wissens ging indes nicht so weit, daß er in der Karteikarte einen vollwertigen Ersatz für das gedruckte Buch hätte sehen können. Die auf den Karten festgehaltenen Informationen sollten seiner Vorstellung zufolge schließlich und endlich auf die leergebliebenen Seiten seines Buches übertragen werden.

Die Nationalisierung klösterlicher und fürstlicher Bibliotheken im Gefolge der Französischen Revolution zog den nächsten Schritt in Richtung Offenheit nach sich: die Vorstellung, daß ein Bibliothekskatalog ausschließlich aus Karten bestehen könnte und womöglich gar nicht in gedruckter Form zu erscheinen brauchte. Die Konstituante verabschiedete 1791 Verfahrensregeln für die Kuratoren staatlicher Büchersammlungen; sie sollten die vorhandenen Bücher durchnumerieren und dann auf den von Rozier empfohlenen Kärtchen katalogisieren, indem sie für jedes Buch eine Karte anlegten und auf ihr in einheitlicher Form Verfasser, Buchtitel, Umfang, Erscheinungsjahr und -ort sowie den Namen des Verlegers eintrugen – also fast alles, was ein Bibliotheksbenutzer von heute erwarten würde. Das einzige, was fehlte, war eine thematische Klassifizie-

Fotos: Ullstein Bilderdienst (o.l., o.r.); Richard and Eileen Dubrow Antiques, New York (u.l.); Stanley Rowin (u.r.)

rung. Die Bibliothek war gehalten, für jedes Buch zwei identische Karten anzulegen; eine sollte am Ort verbleiben, die andere an den neu ins Leben gerufenen Nationalkatalog geschickt werden. Es war ein Indiz für die schleppende Durchsetzung der Karteikarten-Philosophie, daß viele Bibliothekare anstelle von Karten herkömmliche Kataloge in Buchform schickten.

Wie erklärt sich der zwar langsame, aber unaufhaltsame Siegeszug der Kartenkataloge im Verlauf des 19. Jahrhunderts, zumindest in den USA? Eine der Ursachen war sicher die in dieser Zeit einsetzende Informationsflut. Zwischen 1850 und 1875 wuchs die Zahl der Bibliotheken mit einem Umfang von jeweils mehr als 25 000 Bänden in den USA von neun auf 100, die Zahl der über 100 000 Bände umfassenden Sammlungen von null auf zehn. Der gedruckte Katalog mochte nach wie vor der Traum des Bibliothekars sein, aber er wurde zu einem kostspieligen Luxus, vor allem weil die Leser neben einem alphabetischen Autorenverzeichnis sowohl ein Titel- als auch ein Schlagwortregister wünschten. Die neuesten und aktuell gefragtesten Bücher fehlten in gedruckten Katalogen unweigerlich. Die Bibliothekare führten jedoch Kärtchen mit den Daten dieser neuen Bücher, schon im Hinblick auf die jeweils nächste Katalogausgabe, und sie ließen es mehr oder weniger widerwillig zu, daß Leser in diese Kartenbestände Einblick nahmen.

DER ÖFFENTLICHE NUTZEN DER ALPHABETISCHEN ORDNUNG

Harvard gehörte zu den ersten Universitäten, die von den 1850er Jahren an ihre Kartenkataloge öffentlich zugänglich machten. 1877 schrieb die amerikanische Bibliothekenvereinigung das bis heute gültige Standard-Kartenmaß von 75×125 Millimeter vor. Im maßkonservativen Amerika verbreitete sich, zumindest außerhalb der Fachwelt, alsbald die falsche Maßvorgabe 3×5 Zoll, was den genialen Katalog-Neuerer Melvil Dewey, der ein fanatischer Befürworter des metrischen Systems war, bis an sein Lebensende nervte.

Die standardisierte Katalogkarte war der Herold eines neuen, alphabetischen Ordnungssystems für gesammelte Informationen: grenzenlos erweiterbar, unendlich flexibel, jederzeit offen für neue Einträge und umgekehrt ebenso ideal geeignet für die spurenlose Entfernung veralteter Einträge – das einzig angemessene System für etwas so Dynamisches wie eine Bibliothek.

Das Beispiel machte Schule. Die Wirtschaft guckte sich bei der Wissenschaft die neuen Techniken der Informationsverwaltung ab. Das 1876 ins Leben gerufene *Library Bureau,* dessen Aufgabe die Belieferung der Bibliotheken mit neuen Organisationsmitteln war, fand alsbald interessierte Kunden auch in der Welt der Banken, Versicherungen, Eisenbahngesellschaften und Verlage. In den späten 1880er Jahren schrieb der Sekretär des Verbandes der amerikanischen Züchter Holsteinisch-Friesischer Rinder, beseelt vom typischen Enthusiasmus eines Spätbekehrten, an das *Library Bureau,* er habe den ersten Kartenkatalog seines Lebens 1882 in der Bibliothek der Staatsuniversität von Iowa gesehen und das Prinzip daraufhin bei der Katalogisierung der 40 000 im *Holstein-Friesian Herd Book* erfaßten Tiere zur Anwendung gebracht. „Wir brauchen zur Zeit rund zehntausend neue Karten pro Jahr, eine Zahl, die sich künftig alle zwei Jahre verdoppeln muß", berichtete er. Eine wahrhaft fruchtbare Nutzanwendung der Karteikarte.

Neben Einheitlichkeit und Offenheit war „Sichtbarkeit" ein drittes Losungswort der Büro-Organisationsrevolution des 19. Jahrhunderts. Dieses Jahrhundert hatte eine leidenschaftliche Schwäche für Übersichten, Datensammlungen, Panoramen. Jeremy Benthams berühmt-berüchtigtes Panoptikum, ein kreisförmig erbautes Gefängnis, in dem die Wärter alles sehen konnten, ohne selbst gesehen zu werden, ist nur das extremste Beispiel.

Im Bürobereich fand die Vorliebe für Sichtbarkeit und Übersichtlichkeit ihren ersten Niederschlag nicht bei der Aktenablage, sondern auf dem Schreibtisch. Das 19. Jahrhundert brachte eine Hochblüte der Schreibtischkultur. Eines ihrer glorreichsten Zeugnisse war der 1874 von dem Möbelschreiner William S. Wooton patentierte *King of Desks,* ein Nobelschreibtisch (siehe Seite 30), von dem auch Queen Victoria von England ein Exemplar erwarb, vermutlich zum höchstpersönlichen Gebrauch. Es war ein für Wirtschaftsführer bis hinauf zum Industriekapitän gedachtes Möbel, das seinem Benutzer den sofortigen Zugriff zu allen wichtigen Papieren garantieren sollte.

Wie Betty Walters, Historikerin der Wohnkultur, als erste diagnostizierte, war der Wooton-Schreibtisch ein Symbol für das Ideal der autarken Unternehmerpersönlichkeit, das im 19. Jahrhundert seine Blütezeit erlebte und später vom Konzept des arbeitsteiligen Managements abgelöst wurde. Wootons Vertriebspartner in London warben 1884 mit Aussagen wie „Hundertzehn Fächer, alle hinter einem Schloß und Riegel. Ein Plätzchen für alles, und alles an seinem Platz. Die Ordnung feiert Triumphe, die Unordnung hat keine Chance . . . Mit diesem Schreibtisch haben Sie absolut keine Ausrede mehr für Schlampereien beim Umgang mit einer Vielzahl von Papieren . . . Sie haben alle Bestandteile des Schreibtisches unmittelbar vor Augen."

ORDNUNGSSYSTEME IN DER ARBEITSTEILIGEN GESELLSCHAFT

Zwar wurde das Wootonsche Taubenschlag-Kabinett spätestens nach der Jahrhundertwende vom Aktenschrank mit Auszugskästen verdrängt, aber „Übersichtlichkeit" blieb weiterhin eine der Kampfparolen, die die Pioniere und Propagandisten einer fortschrittlichen Büro-Organisation auf ihre Fahnen schrieben. Seine wohl langlebigste Verwirklichung hat dieses Ideal im wohlvertrauten Registerkärtchen gefunden, das mit seinem nach oben überstehenden, oft mit einem Buchstaben versehenen „Reiter" die Unterteilung der Karten nach Anfangsbuchstaben besorgt. Sein Erfinder James Newton Gunn begann seine Laufbahn im Dienst des *Library Bureau;* er machte Karriere als Unternehmensberater und wurde 1908 als einer der ersten Dozenten an die damals neu gegründete *Harvard Graduate School of Business* berufen.

Der Siegeszug der mittels Registerkarten strukturierten Karteisysteme und der gleichzeitige Niedergang des „autokratischen", benutzerdefinierten Schreibtischs à la Wooton ließen einen weiteren Aspekt der neuen Ordnungsphilosophie hervortreten: die zunehmende Kooperation und Arbeitstei-

Für die erste Ausgabe des „Oxford English Dictionary" wurden fünf bis sechs Millionen Zettel verarbeitet. Der geniale James A. H. Murray ließ mehr als 1200 Freiwillige an dieser Zettelwirtschaft zuvor unbekannten Ausmaßes arbeiten – mit dem bekannten Erfolg des weltberühmten Nachschlagewerkes.

lung. Samuel Johnson hatte sein Wörterbuch mit Hilfe von Assistenten kompiliert, die die von ihm markierten Zitate auf Zettel übertrugen; für den Aufbau des Wörterbuchs und die Auswahl der Einträge war er allein verantwortlich. Ursprünglich hatte er sogar vorgehabt, alles selbst zu schreiben, und zwar in eine Serie von Notizkladden.

Als Jakob und Wilhelm Grimm in den 1840er Jahren ihr deutsches Wörterbuch zusammenstellten, war die Herstellung eines mehrbändigen Wörterbuchs bereits Teamarbeit, geleistet mit Hilfe standardisierter Zitat- und Belegblätter. Die Sozialreformer Sidney und Beatrice Webb schrieben im Vorwort zu ihrem erstmals 1897 erschienenen Werk *Industrial Democracy* über ihre Arbeitsweise, sie hätten „einzelne, in Form und Größe einheitliche Formblätter" benutzt, auf denen sie jeweils „einen einzelnen Tatbestand, mit genauen Angaben über Quelle, Ort und Datum, festgehalten hatten. Für sie bestand ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dieser Art der Informationsaufbereitung und dem kollektiven Charakter des Arbeitsprozesses: „Eine eng verschworene Gruppe, die simultan an einem Thema arbeitet, bringt viel mehr zustande, als wenn dieselben Personen individuell arbeiten würden."

Das Glanzlicht der Informationsverwaltung auf Papierbasis, die erste Ausgabe des *Oxford English Dictionary,* entstand unter der Leitung eines Genies namens James A. H. Murray (siehe Bild). Es war aber auch das Resultat der Arbeit von mehr als 1200 Freiwilligen, die in Großbritannien und Nordamerika Literatur ausschlachteten und zuweilen aus eigenen Büchern Blätter herausrissen – die eigentlichen Pioniere des Destruktionismus. Fünf bis sechs Millionen Zettel wurden schließlich verarbeitet.

In Frankreich kam es 1908 sogar zu einer „Karteikarten-Affäre", als herauskam, daß ein Minister eine Kartei über die politischen und religiösen Gesinnungen von Heeresoffizieren führte – ein Kreis antiklerikaler Freimaurer stellte ihm die entsprechenden Dossiers zusammen.

Um die Wende zum 20. Jahrhundert erfreute sich die Karteikarte bereits eines so hohen Ansehens, daß ihr Einfluß sich im gesamten Bereich der Organisation von Daten bemerkbar zu machen begann. Das gesamte 19. Jahrhundert hindurch war es noch überwiegend üblich gewesen, papierene Dokumente in waagrechter Stellung aufzubewahren. Die meisten Vorkriegs-Aktenbestände der US-Regierung bestehen aus gefalteten und gebündelten Loseblättern; die US-Marine lagerte ihre Akten in Truhen. Die Karteikarte war Ausdruck eines neuen Ansatzes: Sie faßte die zu einem Thema gehörigen Informationen übersichtlich auf einem Medium von standardisierter Größe zusammen, das sich senkrecht statt waagrecht anordnen ließ, beispielsweise in Schubladen, mit einer in der Regel alphabetischen Unterteilung, die die Orientierung erleichterte, beliebig erweiterbar und im Prinzip für jedermann benutzbar.

Das amerikanische *Library Bureau* stellte seine ersten Karteikästen auf der

Foto: Oxford University Press

Weltausstellung von 1893 in Chicago vor, und spätestens von 1912 an war der Aktenschrank mit Karteikartenauszug in den USA als Organisationsmittel sozusagen regierungsamtlich anerkannt.

All diese Neuerungen addierten sich, zusammengenommen, zu einer Revolution, sorgten sie doch dafür, daß an die Stelle eines literarischen oder handwerklichen Konzepts geistiger Arbeit ein dem Zeitalter der Mechanisierung gemäßes Modell trat – ob dies ein Fortschritt zum Besseren war, kann dahingestellt bleiben. Vorbei war es mit der Einheit von individuellem Gedächtnis, persönlicher Bibliothek und selbst angelegtem Exzerptheft. An deren Stelle trat die Sammlung von in handliche Informationsportionen zerstückeltem Wissen, festgehalten in der Regel auf einem Stückchen Karton in Standardgröße – Wissen à la carte im wahrsten Sinn des Wortes.

Auch die Kluft zwischen Wissenschaft und Wirtschaft wurde schmaler: Das Denken wurde ebenso industrialisiert wie die Produktion rationalisiert wurde, und Männer wie James Newton Gunn wirkten auf beiden Gebieten. Wie es in einem französischen Ratgeber für Studienanfänger aus dem Jahr 1900 hieß: „Karteikarten sind für das Lernen unerläßlich. Alle Akademiker arbeiten damit. Ohne sie kann man sich nichts einprägen . . . Gebildet zu sein, ist dank dieser Erfindung heute keine Kunst mehr. Die Gebildeten wissen dies und sind aus diesem Grund demütig."

Dieser Anflug von Bescheidenheit war offenbar von kurzer Dauer, doch die Karteikarte behauptete sich in Frankreich ebenso wie anderswo: Der Ausdruck *fichier* (Karteikasten) tauchte um diese Zeit im französischen Sprachgebrauch auf, nachdem der Begriff *fiche* für Karteikarte sich schon um 1865 durchgesetzt hatte.

Heute erweist sich die Karteikarte als ein überraschend zählebiger physikalischer Datenspeicher. Kaum jemand glaubt noch an die Macht gesammelter Fakten, aber viele handeln nach wie vor so, als täten sie eben dies, indem sie Daten kärtchenweise ablegen. Mir ist mindestens eine Bibliothek bekannt, die auch nach der Umstellung auf einen elektronischen Benutzerkatalog Karteikarten beibehalten hat – für die Bibel, Shakespeare und andere Werke, die in zahlreichen Ausgaben vorliegen.

Es gibt einen florierenden Handel mit bedruckbaren, auf Endlos-Lochpapier aufgezogenen Karteikarten, zur bequemen Umwandlung elektronischer Telefonverzeichnisse in gute alte Zettelkasten-Hardware. Die Firma *Rolodex* bietet Software eigens für diesen Zweck an. Es gibt Leute, die ihre Visitenkarten auf für *Rolodex* oder ein ähnliches Registersystem passend vorgestanzte Kartons drucken lassen. Auch in gewissen aufwendigen Terminkalendern, die unter Markennamen wie *Filofax* oder *Day Runner* angeboten werden, finden sich Anklänge an Funktionsweise und Format der Karteikarte.

ELEKTRONISCHE SPIELARTEN DES ALTEN NOTIZBUCHS

Alphabetische Register und senkrecht aufgereihte Karteikarten waren und sind, wie jede technische Errungenschaft, ethisch neutral. Das Bild aus dem Berliner Domizil der deutschen Staatspolizei (Seite 30) wurde 1935 aufgenommen, doch mit einiger Wahrscheinlichkeit stammt das Karteisystem, wie das offenbar vom Bauhausstil beeinflußte Gebäude, aus der Zeit der Weimarer Republik. Ohne diese alphabetischen Ordnungssysteme hätte der liberale Wohlfahrtsstaat ebensowenig funktionieren können wie die Diktaturen des 20. Jahrhunderts. Im *Times Literary Supplement* war vor kurzem zu lesen, der britische Geheimdienst MI5 habe im Juni 1939 in seiner Kartei 900 000 „verdächtige und andere zweifelhafte Personen" geführt, Ende Juli 1940 seien es 4 500 000 gewesen.

Ronald Reagan war gewiß der bekannteste Benutzer von Stichwortkärtchen bei öffentlichen Auftritten, aber sicherlich nicht der einzige.

Ein letzter ironischer Aspekt verbindet sich mit dem Aufstieg der Karteikarte und ihrer Reinkarnation in Gestalt der elektronischen Speichermedien. Das Zerhäckseln von Gelesenem zu Fakten und deren Wiederzusammensetzung zu Argumenten fanden breite Anerkennung als vermeintlich wissenschaftliche Methode der Produktion von Literatur. Andererseits gehörten gerade Wissenschaftler und Erfinder zu denen, die am hartnäckigsten die althergebrachte Methode der Informationsaufzeichnung beibehielten: kontinuierliches Festhalten dessen, was sich ereignet oder einstellt, auf den Seiten eines gebundenen Buches.

Ich kenne einen namhaften Physiker, der jahrzehntelang alles, was ihm wichtig erschien – geschäftliche Unterredungen ebenso wie wissenschaftliche Ideen –, in große gebundene Notizbücher eintrug. Karteikartensystemen mit ihrer Offenheit und leichten Korrigierbarkeit fehlen die moralische Authentizität und rechtliche Verbindlichkeit eines streng chronologisch geführten „Logbuchs", zumal in die Art und Weise, wie sie strukturiert und organisiert werden, bereits Vorannahmen über die Bedeutung der zu sammelnden Daten einfließen.

Die Karteikarte wird sehr wahrscheinlich nicht unsere letzte Metapher für die Organisation geistiger Arbeit sein. Wenn demnächst mit Hilfe von Computersoftware vom Typ Künstliche Intelligenz beliebig große Textmengen gezielt abgesucht werden können, werden wir dadurch einen wesentlich reicheren und subtileren Zugang nicht nur zu persönlichen Aufzeichnungen, sondern auch zu den unerschöpflichen Beständen von Text-Datenbanken erhalten. Es hat mich nicht überrascht, als diese neuen Techniken der Informationsverarbeitung dazu führten, daß moderne, elektronische Spielarten des guten alten Notizbuchs auftauchten – mit der Möglichkeit jederzeitiger automatischer Stichwortsuche und Registererstellung, je nach den sich wandelnden Interessen des Lesers beziehungsweise Forschers, der sich mit dem betreffenden Text befaßt.

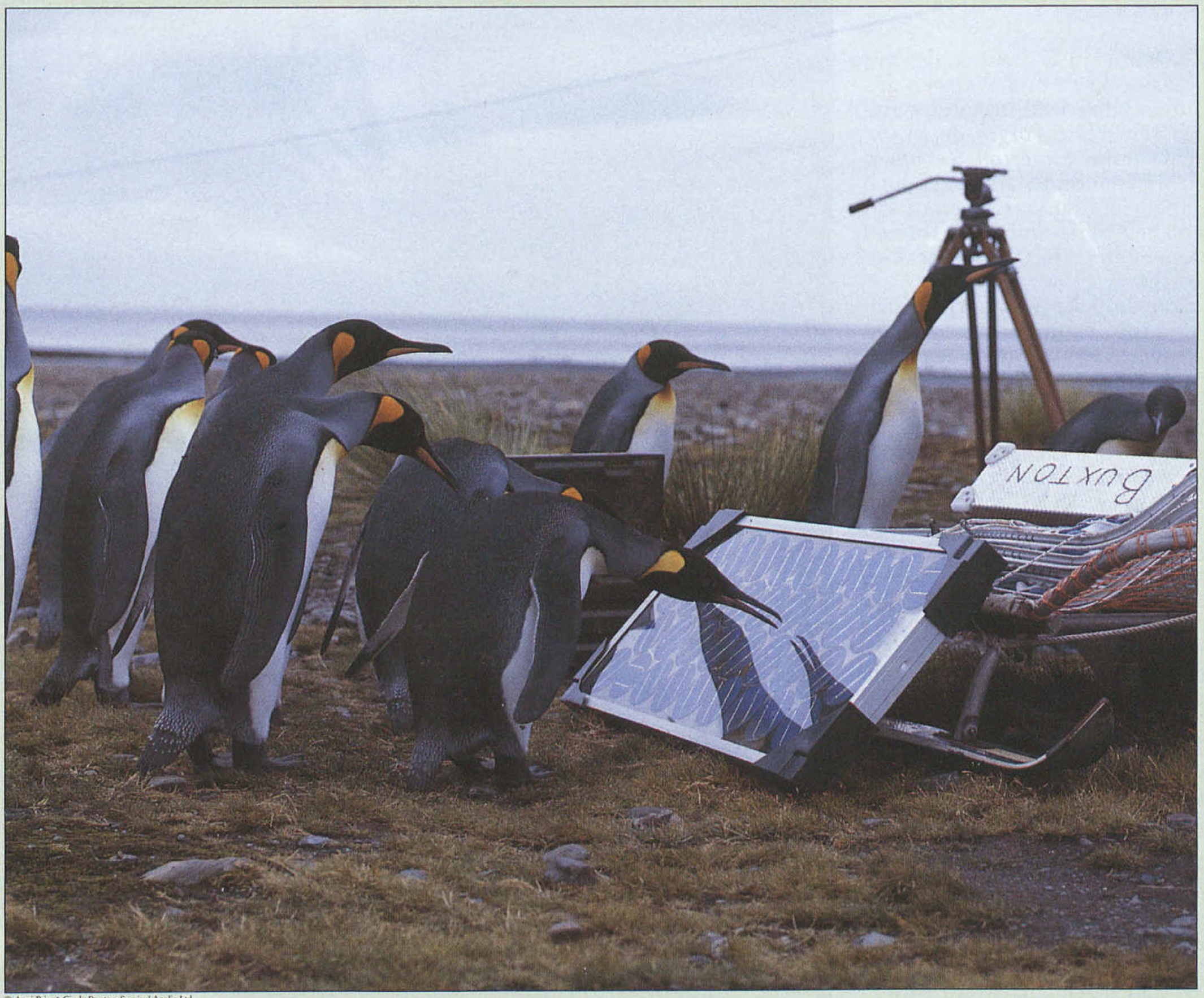
Bis auf weiteres leben wir allerdings noch in einem Kartenhaus. □

DER AUTOR

Edward Tenner, geboren 1944, war Mitglied der Harvard Society of Fellows und ist heute Preisstipendiat der Guggenheim Foundation und Gastforscher am Institute for Advanced Study in Princeton, USA. Er ist Autor zahlreicher Beiträge in verschiedenen Zeitschriften, darunter das Harvard Magazine, dem der hier veröffentlichte Beitrag, erschienen im November/Dezember 1990, entnommen ist.

Kultur & Technik

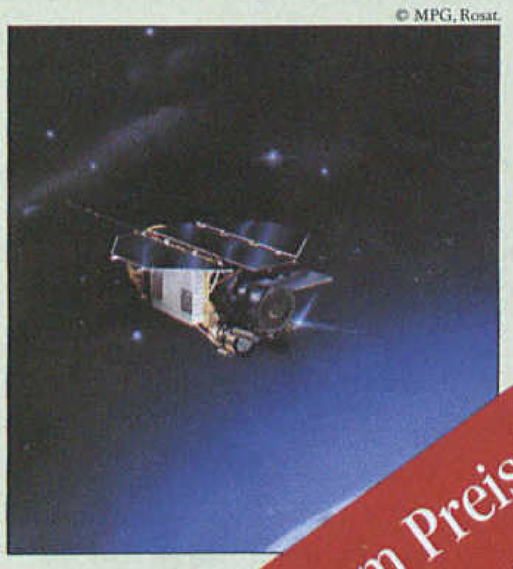
Die Zeitschrift des Deutschen Museums



© Anni Price & Cindy Buxton, Survival Anglia Ltd.

© Bavaria, Anton Geisser.

Neugierig
auf technische Kultur
und ihre Geschichte?
Kultur & Technik
Zeitschrift
ist die richtige
für Sie.



© MPG, Rosat.

Dieses Plakat im Format A1 können Sie zum Preis von 8.- DM (incl. MWSt und Versand) beziehen bei: Redaktion Kultur & Technik, Verlag C. H. Beck, Wilhelmstr.9, 8000 München 40

Kultur & Technik erscheint viermal im Jahr. Einzelbezug DM 10,80 oder Abonnement zum Jahresbeitrag von 39,80

msel 1, 8000 München 22)

Von Christiane Frische

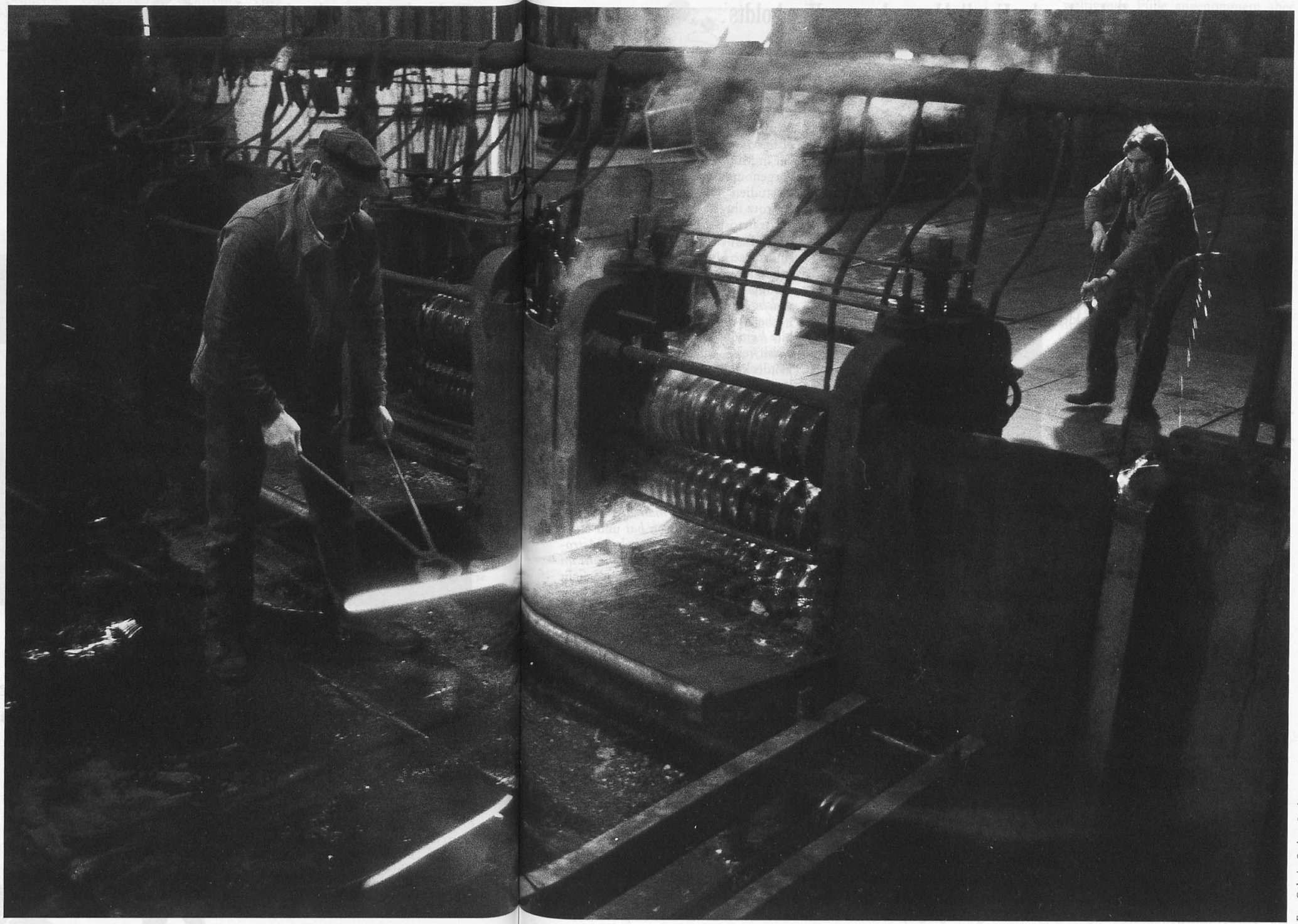
TECHNISCHES WISSEN AUS TRADITION

Wie kann ein Walzwerk, das mit Wasserkraft und Anlagen aus dem Jahre 1901 arbeitet, wirtschaftlich sein? Die *Forges de Syam*, Teil der Gruppe *Experton-Revollier*, produzieren an ihrem Standort südlich von Besançon in Frankreich bereits seit 1813 und zur Zeit jährlich 1800 Tonnen gewalzten Stahl – mit positiver Geschäftsbilanz.

Das altertümliche Werk mit seinen 45 Mitarbeitern kann mit den riesigen automatisierten Walzstraßen konkurrieren, indem es ganz auf seine Anpassungsfähigkeit setzt. Es produziert komplexe Profile nach Maß, oft aus ungewöhnlichen Stahllegierungen. Aber auch da, wo die Großen einen Kleinauftrag ablehnen, weil die Umrüstung für kleine Serien zu teuer käme, wo in kürzester Zeit spezielle Profile hermüssen, deren Produktion mit automatisierten Anlagen einer zu langen Vorlaufzeit bedürfte, können die *Forges de Syam* erfolgreich einspringen. Eine geschickte Vertriebspolitik hat die Zahl der Kunden in Frankreich und im Ausland von 40 im Jahr 1982 auf heute über 500 anwachsen lassen, darunter so prestigeträchtige Unternehmen wie die *Aérospatiale*.

Dieser Erfolg hat die Anlage auch zum Objekt einer Studie der *Musées des Techniques et Cultures Comtoises* werden lassen. Seit 1987 untersucht dieser Verbund alte Industrieanlagen, und zwar, das ist die Besonderheit, ethnologisch. Am Beispiel der *Forges de Syam* hat sich gezeigt, daß das Erfolgsgeheimnis in der Tradition von Erfahrungswissen vom Meister auf die Gesellen steckt und keineswegs in schulgemäßer handwerklicher Ausbildung. Um auf alten, handgesteuerten Maschinen hochpräzise Profile zu erstellen, bedarf es vor allem wacher Sinne für die Farbe des Stahls, das Geräusch der Zylinder, das Gefühl beim Schraubenstellen. Im klassischen Sinne sind die Arbeiter des Walzwerkes trotz ihres Könnens unqualifiziert.

Die ältere Belegschaft bestand aus Jura-Bauern; als der Meister 1982 in Rente ging, wurde sein Nachfolger ein Marokkaner, der seit über zehn Jahren mit ihm gearbeitet hatte. Die Frage ist ungeklärt, wie solches Traditionswissen, das nicht einmal mündlich, sondern nur im gemeinsamen Tun gespeichert ist, vor dem Verschwinden bewahrt werden kann. □



Das Walzwerk Forges de Syam bei Besançon

Foto: Catherine Gardone, Gordes.

1492: DIE ENTDECKUNG AMERIKAS

Columbus im Urteil Alexander von Humboldts

VON KURT-R. BIERMANN

Am 12. Oktober 1492 betrat Christoph Columbus (Cristóbal Colón) die zur Bahama-Gruppe gehörende Watlings-Insel (Guanahani) und damit zum ersten Male amerikanischen Boden in dem Glauben, Ostasien erreicht zu haben. Im Urteil über die Bedeutung der Entdeckung ist sich die Nachwelt einig, nicht aber in der Beurteilung des Entdeckers selbst. Wie hat Alexander von Humboldt, den man den zweiten, den wissenschaftlichen Entdecker Amerikas genannt hat, den Genueser eingeschätzt?

Die Befugnis, ein kompetentes Urteil über Columbus abzugeben, hat sich Alexander von Humboldt (1769 bis 1859) nicht nur durch seine berühmte Reise durch die heutigen Staaten Venezuela, Kuba, Kolumbien, Ekuador, Peru und Mexiko von 1799 bis 1804 erworben, durch die Lateinamerika – seine Geographie, seine Menschen mit ihren Sprachen und ihren Kulturen, seine Flora und Fauna, seine Altertümer, seine Entwicklung vor und nach der Kolonialisierung, seine Wirtschaft und deren Ressourcen, sein politischer Zustand und seine Zukunftsaussichten – in das Bewußtsein der europäischen Wissenschaft gerückt und das Vertrauen der Lateinamerikaner in die eigene Kraft geweckt wurde. In ebenso hohem Maße hat der Naturforscher Humboldt das Recht, über Columbus zu urteilen, durch seine langjährigen und überaus gründlichen historischen Studien erlangt.

Bereits als 20jähriger hatte er über den Webstuhl bei den antiken Griechen und Römern gearbeitet. Als junger Bergbeamter in den damals zu Preußen gehörenden fränkischen Fürstentümern Ansbach und Bayreuth vertiefte er sich in Bergwerksakten aus dem 16. Jahrhundert und gewann daraus für die

Der Entdecker Christoph Columbus in hohem Alter. Das Gemälde wird Ghirlandaio zugeschrieben.

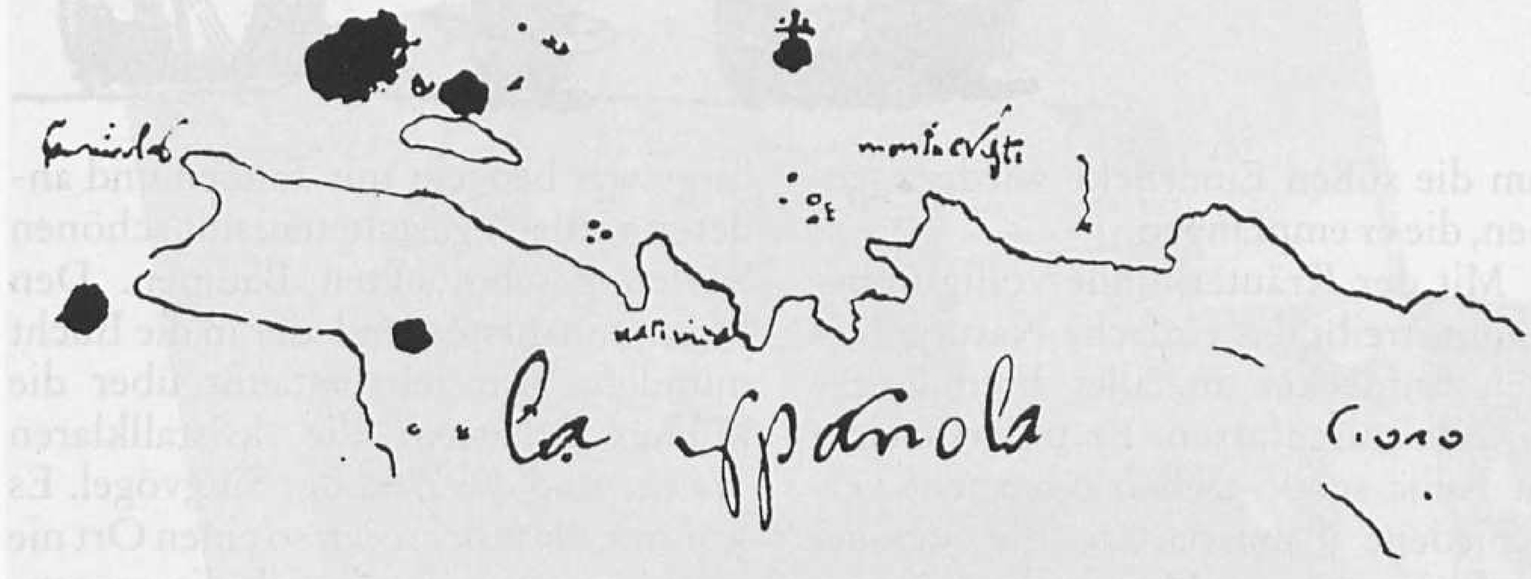
Praxis seiner Tage wichtige Einsichten. Im Auftrag des an der Spitze der preußischen Verwaltung in Franken stehenden späteren Staatskanzlers Fürst Hardenberg stellte er für eine Münzreform währungsgeschichtliche Quellenforschungen an und suchte, die Gegenwart als etwas Gewordenes zu begreifen.

Dem gleichen Ziele dienten Archivstudien in Amerika und 1829 in Rußland. Noch vor der Einschiffung nach Venezuela konsultierte er in Madrid den Geschichtsschreiber Don Pedro Muñoz wegen einer Abschrift von Bartholomé de las Casas' *Historia general de las Indias* für die Jahre 1492 bis 1520. Den *Fortschritten der nautischen Astronomie im 15. und 16. Jahrhundert* widmete Humboldt ein spezielles Werk mit *Kritischen Untersuchungen über die historische Entwickelung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt,* Frucht seiner in Mußestunden dreier Jahrzehnte vorgenommenen Literatur- und Quellenstudien.

Trotz ihres Umfangs (fünf Bände in der französischen Oktavausgabe, drei Bände in der deutschen Übersetzung) sind diese Untersuchungen ein Torso geblieben. Sie beinhalten die beiden Hauptabschnitte *Von den Ursachen, welche die Entdeckung der Neuen Welt vorbereitet und herbeigeführt haben* – hier bemühte sich Humboldt um den Nachweis, daß die geographischen Entdeckungen im Jahrhundert des Columbus Reflex „älterer Mythen und arabischer Deutungen" gewesen seien – und *Von einigen Thatsachen, welche sich auf Columbus und Amerigo Vespucci sowie auf die Data der geographischen Entdeckungen beziehen.* Die beiden fehlenden Abschnitte *Über die ersten Karten der Neuen Welt und die Epoche, in welcher man den Namen Amerika vorgeschlagen hat* und *Über die Fortschritte der nautischen Astronomie und der Kartenzeichenkunst im 15. und 16. Jahrhundert* sind nicht mehr zusammenhängend dargestellt worden, jedoch hat Humboldt in einem Artikel *Über die ältesten Karten des Neuen Continents und den Namen Amerika* sowie in seinem *Kosmos* die Öffentlichkeit von einer Reihe seiner Forschungsergebnisse unterrichtet.

Durch diese und weitere Arbeiten ist Alexander von Humboldt zu einem Klassiker der Geographiegeschichte geworden. Er hat nicht nur bekannte Quellen kritisch benutzt, sondern auch unbekannte entdeckt. So fand er 1832, während die Cholera wütete, in der Sammlung des gelehrten Pariser Geographen Charles Baron Walckenaer die älteste, 1500 gezeichnete Karte des neuen Erdteils von Juan de la Cosa. Er hat ihre Hauptteile in drei Blättern stechen lassen und sie so bekannt gemacht. Wir verdanken ihm ferner den

Abb.: Museo Navale, Pegli-Genoa (l.); nach Ivan Kupčík: Alte Landkarten, Prag 1980 (r.)



Einzige Handzeichnung des Seefahrers Columbus von der Nordwestküste Hispaniolas (Haiti). Weitere Columbus-Zeichnungen sind nicht bekannt.

Nachweis, daß es der aus Freiburg im Breisgau stammende Martin Waldseemüller gewesen ist, der dem neuen Erdteil den Namen Amerika (wie wir heute wissen, auf Vorschlag seines Freundes Mathias Ringmann) gegeben hat, und zwar ohne jedes Zutun des fälschlich darob beschuldigten Amerigo Vespucci. Wenn wir noch erwähnen, daß Humboldt die erste gestochene Karte eines Teils des Neuen Kontinents ohne den Namen Amerika und die erste gestochene Karte mit dem Namen Amerika identifiziert hat, dürfte hinreichend klargeworden sein, daß der gleichermaßen als Forschungsreisender wie als Historiker der Geographie Erfolgreiche wie kein anderer Zeitgenosse berufen war, ein sachverständiges Urteil über Columbus abzugeben.

Zu bemerken ist an dieser Stelle, daß Humboldt die Entdeckung des Neuen Kontinents durch Columbus stets als die *zweite* Entdeckung Amerikas bezeichnet und die Priorität des Leif Eriksson, 500 Jahre zuvor, nie bezweifelt hat, auch wenn er ihre Auswirkung mit Recht relativierte.

In der *Enzyklopädie der Entdecker und Erforscher der Erde* wird unter Bezugnahme auch auf Alexander von Humboldt gesagt: „Das Columbus-Schrifttum hat eine nicht mehr zu bewältigende Fülle angenommen; aber noch immer fehlt Einhelligkeit in der charakterlichen wie wissenschaftlichen Beurteilung dieses halb mystischen Mannes." Es hat also das Urteil Humboldts noch immer Anspruch auf Beachtung.

Wenn wir ihn hier zu Wort kommen lassen, so stützen wir uns auf seinen *Kosmos*. Zwar waren gerade seine Ausführungen über die Naturansichten und den Stil des Columbus in seinen *Kritischen Untersuchungen* dem Leser willkommene Unterbrechungen „öder Steppen der Erudition", aber die einschlägigen Passagen im *Kosmos* haben den Vorzug, die „Fassung letzter Hand" darzustellen.

Aus Alexander von Humboldts Bemerkungen über Columbus ergibt sich, daß er die Frage „Columbus – was war das für ein Mann?" so beantwortet hat: Der große Entdecker war ein scharfsinniger Seemann, ohne jede wissenschaftliche oder literarische Vorbildung. Er war kein Abenteurer, sondern segelte gen Westen nach einem festen Plan, um nach Ostasien zu gelangen. Daß er auf der Watlings-Insel landete, war Zufall. Erstaunlich ist die Empfänglichkeit des Seefahrers für die Schönheiten der Natur.

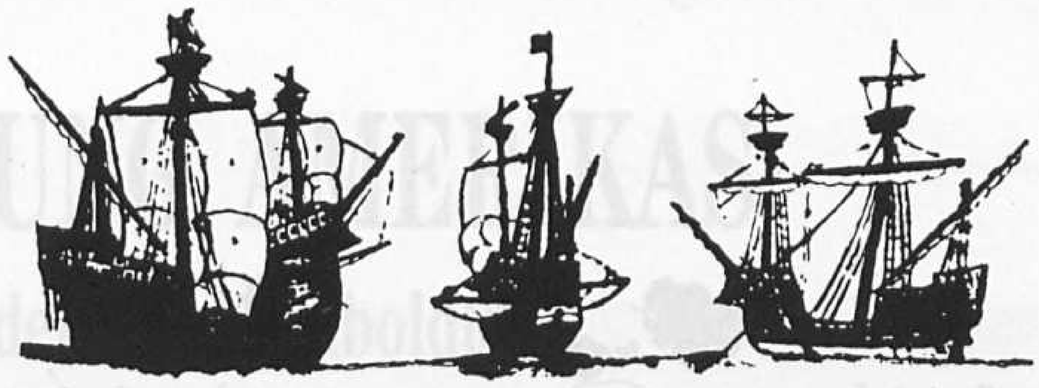
„. . . ein ganz ungebildeter Seemann mit empfänglichem Gemüt"

Alexander von Humboldt über Columbus

Unter den Charaktereigenschaften des Christoph Columbus müssen besonders der durchdringende Blick und der Scharfsinn hervorgehoben werden, womit er, ohne gelehrte Bildung, ohne physikalische und naturhistorische Kenntnisse, die Erscheinungen der Außenwelt erfaßt und kombiniert. Bei seiner Ankunft „in einer neuen Welt und unter einem neuen Himmel" beachtet er aufmerksam die Form der Ländermassen, die Physiognomik der Vegetation, die Sitten der Tiere, die Verteilung der Wärme und die Variationen des Erdmagnetismus. Während der alte Seemann sich bestrebt, die Spezereien Indiens und den Rhabarber aufzufinden, der durch die arabischen und jüdischen Ärzte schon eine so große Berühmtheit erlangt hatte, untersuchte er auf das genaueste Wurzeln und Früchte und Blattbildung der Pflanzen. In seinem Reisejournal und in seinen Berichten findet man bereits fast alle Gegenstände berührt, auf welche sich in der letzten Hälfte des 15. und im ganzen 16. Jahrhundert die wissenschaftliche Tätigkeit gerichtet hat.

Columbus, indem er das westlich von dem Meridian der azorischen Inseln noch ganz unerforschte Meer durchschiffte und zur Ortsbestimmung das neu vervollkommnete Astrolabium anwandte, suchte das östliche Asien auf dem Wege gegen Westen nicht als ein Abenteurer; er suchte es nach einem festen, vorgefaßten Plan. Wäre er indes der Karte seines Ratgebers Toscanelli allein gefolgt, so würde er einen nördlicheren Kurs gehalten haben; er steuerte dagegen in der Hoffnung, Zipangu (Japan) schneller zu erreichen, die Hälfte des Weges in der Breite der kanarischen Insel Gomera.

Unruhig darüber, die Küsten von Zipangu nicht zu entdecken, gab er nach langem Streite dem Befehlshaber der Caravelle *Pinta*, Martin Alonso Pinzon, nach und steuerte gegen Südwest. Diese Veränderung der Richtung führte am 12. Oktober zur Entdeckung von



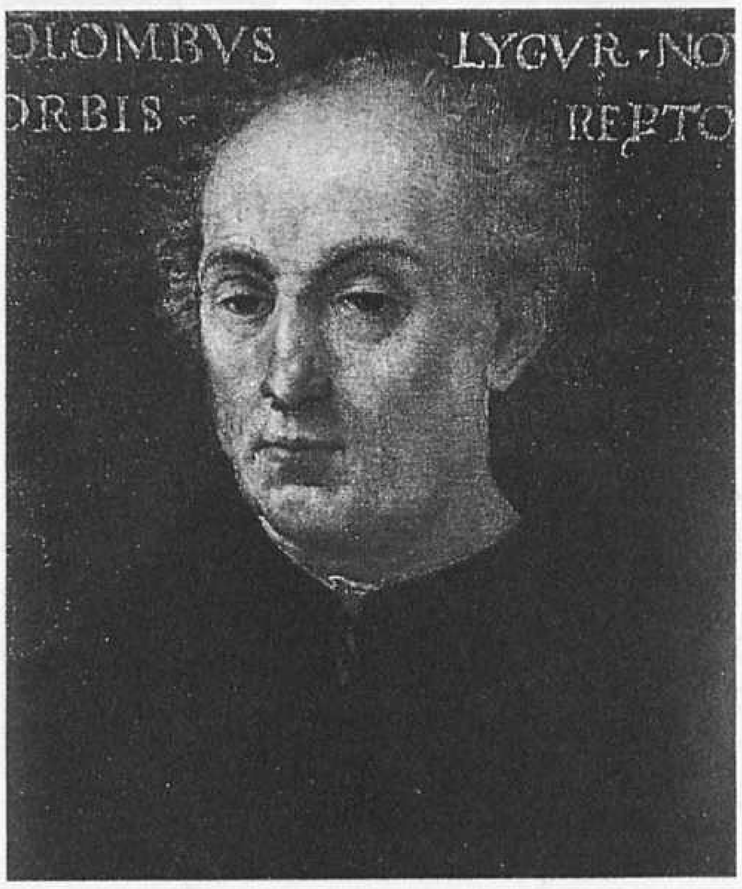
Guanahani. Der verdienstvolle Washington Irving hat mit Recht behauptet, daß, wenn Columbus dem Rat des Martin Alonso Pinzon widerstehend, fortgefahren hätte, gegen Westen zu segeln, er in den warmen Golfstrom geraten wäre und nach Florida und von dort vielleicht nach dem Cap Hatteras und Virginien würde geführt worden sein, ein Umstand von unermeßlicher Wichtigkeit, da er den jetzigen Vereinigten Staaten von Nordamerika statt einer spät angelangten protestantisch-englischen Bevölkerung eine katholisch-spanische hätte geben können.

(Pinzon verdankte seine „Eingebung", der Kurs müsse geändert werden, nach der Aussage eines alten Matrosen) dem Flug einer Schar von Papageien, die er abends hatte gegen Südwesten fliegen sehen, um, wie er vermuten konnte, in einem Gebüsch am Lande zu schlafen. Niemals hat der Flug der Vögel gewichtigere Folgen gehabt. Man könnte sagen, er habe entschieden über die ersten Ansiedlungen im Neuen Kontinent, über die ursprüngliche Verteilung romanischer und germanischer (Ansiedler in Amerika).

Wir müssen vor allem der Naturschilderungen gedenken, die wir von Columbus selbst besitzen. Ich habe schon an einem anderen Ort, in den *Kritischen Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des 15. und 16. Jahrhunderts,* zu zeigen gesucht, mit welchem tiefen Naturgefühle der große Entdecker begabt war, wie er das Erdenleben und den neuen Himmel, die sich seinem Blicke offenbarten, mit einer Schönheit und Einfachheit des Ausdrucks beschrieb, die nur diejenigen ganz zu schätzen vermögen, welche mit der alten Kraft der Sprache jener Zeit vertraut sind.

Die physiognomische Gestaltung der Pflanzen, das undurchdringliche Dickicht der Wälder, „in denen man kaum unterscheiden kann, welche Blüten und Blätter jedem Stamme zugehören", die wilde Üppigkeit des krautbedeckten Bodens der feuchten Ufer, die rosenfarbigen Flamingos, welche fischend schon am frühen Morgen die Mündung der Flüsse beleben, beschäftigen den alten Seemann, als er längs den Küsten von Kuba hinfuhr. Jedes neu entdeckte Land scheint ihm noch schöner als das früher beschriebene; er beklagt, nicht Worte zu finden, um die süßen Eindrücke wiederzugeben, die er empfangen.

Mit der Kräuterkunde völlig unbekannt, treibt das einfache Naturgefühl den Entdecker an, alles Fremdartige einzeln aufzufassen. Er unterscheidet in Kuba schon sieben oder acht verschiedene Palmenarten, die schöner und höher als die Dattelpalme sind, er meldet seinem geistreichen Freunde Anghiera, daß er in derselben Ebene Tannen und Palmen zusammengrup-



Christoph Columbus. Ölgemälde in der Galerie Giovio, Como

piert, wundervoll gemengt gesehen; er betrachtet die Vegetation mit solchem Scharfblick, daß er zuerst bemerkt, es gebe im Cibao auf den Bergen Pinien, deren Früchte nicht Tannenzapfen sind.

„Die Anmut dieses neuen Landes", sagt der Entdecker, „steht hoch über der campiña de Cordoba. Alle Bäume glänzen von immer grünem Laube und sind ewig mit Früchten beladen. Auf dem Boden stehen die Kräuter hoch und blühend. Die Lüfte sind lau wie im April in Kastilien; es singt die Nachtigall süßer, als man es beschreiben kann. Bei Nacht singen wieder süß andere, kleinere Vögel; auch höre ich unseren Grashüpfer und die Frösche. Einmal kam ich in eine tief eingeschlossene Hafenbucht und sah, was kein Auge gesehen: hohes Gebirge, von dem lieblich die Wasser herabströmen. Das Gebirge war bedeckt mit Tannen und anderen vielfach gestalteten, mit schönen Blüten geschmückten Bäumen. Den Strom hinaufsteuernd, der in die Bucht mündete, war ich erstaunt über die kühlen Schatten, die kristallklaren Wasser und die Zahl der Singvögel. Es war mir, als möchte ich so einen Ort nie verlassen, als weigere sich die verzauberte Hand, es niederzuschreiben."

Wir lernen hier aus dem Tagebuch eines literarisch ganz ungebildeten Seemannes, welche Macht die Schönheit der Natur in ihrer individuellen Gestaltung auf ein empfängliches Gemüt auszuüben vermag. Gefühle veredeln die Sprache. □

Änderungen in der Reihenfolge der dem Kosmos *entnommenen Texte und Weglassung von Worten sind nicht kenntlich gemacht. Die Rechtschreibung ist den heutigen Regeln angepaßt. Zusätze des Herausgebers sind in Klammern eingeschlossen.*

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Dietmar Henze: Enzyklopädie der Entdecker und Erforscher der Erde, Graz 1975 ff., insbes. Lieferung 5, 1978, S. 597–630.

Alexander von Humboldt: Aus meinem Leben. Herausgegeben von Kurt-R. Biermann, München, 2. Aufl. 1989.

Alexander von Humboldt: Fortschritte der nautischen Astronomie im 15. und 16. Jahrhundert. Deutsche Übersetzung: 3 Bände, Berlin 1836–1852.

Alexander von Humboldt: Über die ältesten Karten des Neuen Continents und den Namen Amerika. In: F. W. Ghillany: Geschichte des Seefahrers Ritter Martin Behaim, Nürnberg 1853, S. 1–12.

Alexander von Humboldt: Kosmos, 5 Bände, Stuttgart und Augsburg 1845/1862, insbes. Bd. 2, 1847, S. 300–303.

DER AUTOR

Kurt-R. Biermann, Dr. rer nat. habil. und Professor emeritus, Vizepräsident der *Académie internationale d'histoire des sciences,* zählt zu den anerkanntesten deutschen Wissenschaftshistorikern. Seit über 30 Jahren ist er in der Alexander von Humboldt-Forschung tätig.

Abb.: Korvetten aus der türkischen Karte der westlichen Welt von Piri Reis, 1513–17, Topkapi Museum, Istanbul (o.); aus R. K. Goldschmit-Jentner: Christoph Columbus, Hamburg 1942 (M.)

MAN Nutzfahrzeuge AG, München (Hrsg.)

Leistung und Weg

Zur Geschichte des MAN Nutzfahrzeugbaus

Mit Beiträgen von K. Bosl, H. Droscha,
H. Hausen, H.C. Graf v. Seherr-Thoss,
R. Daimer, H. Seper

1991. Geb. DM 98,- ISBN 3-540-54049-0

In acht Kapiteln wird die Geschichte des MAN-Nutzfahrzeugbaus bis 1985, dem Jahr der Umstrukturierung der früheren GHH-Gruppe zum MAN-Konzern geschildert.

Springer-Verlag
Berlin
Heidelberg
New York
London
Paris
Tokyo
Hong Kong
Barcelona
Budapest

Heidelberger Platz 3, W-1000 Berlin 33, F.R. Germany

dtp.30346/A/1

Hermann Frasch
(1851–1914).

DER SCHWEFELKÖNIG

Wie der Schwabe Hermann Frasch in den USA Karriere machte

VON WALTER BOTSCH

„Als meine Erfindung oder Entdeckung beanspruche ich ... den Prozeß der bergmännischen Schwefelgewinnung durch Absenken eines Rohrs in die Tiefe der Mine, Schmelzen des Schwefels in der Mine und Herauspumpen des geschmolzenen Schwefels, so wie beschrieben.“ Dieser Satz charakterisiert ein Patent, das vor rund 100 Jahren, im Oktober und Dezember 1890, am US-Patentamt einging und ein Jahr später, am 20. Oktober 1891, erteilt wurde. Antragsteller war Hermann Frasch, der als gebürtiger Schwabe 1868 in Amerika eingewandert war.

Dank seiner „Erfindung oder Entdeckung“ avancierte Hermann Frasch nach der Jahrhundertwende – gut zehn Jahre, nachdem ihm das Patent zugesprochen worden war – zum „Schwefelkönig“. Als solcher beherrschte er nicht nur den amerikanischen, sondern bald auch den europäischen Schwefelmarkt.

Hermann Frasch wurde 1851 in Oberrot bei Gaildorf geboren, ging in Gaildorf zur Schule und absolvierte im benachbarten Schwäbisch Hall eine Buchhändlerlehre. 1868, noch nicht einmal 17 Jahre alt, wanderte er aus. Sein Ziel waren die USA. Über die Gründe der Abreise ist viel gerätselt worden; möglicherweise mußte er wegen einiger Lausbubenstreiche gehen. Jedenfalls ging die Abreise sehr rasch vonstatten, offiziell „aus dem Untertanenverband entlassen“ wurde er erst 1872, vier Jahre später. Diese Entlassung erfolgte in Schorndorf, wo der Vater inzwischen Stadtschultheiß geworden war.

Als der junge Frasch in Philadelphia landete, kam er in das sprichwörtliche Land fast unbegrenzter Möglichkeiten, aber auch ebenso großer, vor allem sozialer Probleme. Der amerikanische Bürgerkrieg war vor drei Jahren zu Ende gegangen, das Wirtschaftssystem der Südstaaten weitgehend ruiniert. In den Nordstaaten begann die stürmische Industrialisierung, die dem einzelnen enorme Chancen bieten konnte, aber auch erhebliche soziale Spannungen verursachte. Der Arbeiter war für die aufkommende Industrie nichts weiter als ein Produktionsfaktor; von sozialen Hilfen oder Absicherungen war kaum die Rede. Das Durchschnittseinkommen der Arbeiterfamilien lag unter 500 Dollar pro Jahr, und das war der Betrag, den die Statistiker als lebensnotwendiges Mindesteinkommen einer Familie errechnet hatten.

Frasch ergriff die Chancen, die sich boten. Nach Lehr- und Gesellenjahren in der amerikanischen Spielart der „Apotheke“ eröffnete er 1873, mit 22 Jahren, seinen eigenen Drugstore. Aus dem angegliederten Labor wurde ein Jahr später *The Philadelphia Technical Laboratory,* eine Einrichtung, die überall dort zur Stelle war, wo „chemische Hilfe von Nutzen sein kann“.

Wieder ein Jahr später erhielt Hermann Frasch sein erstes US-Patent für die Rückgewinnung von Zinn aus Zinn-Eisen-Gemischen. Er verwendete saure Lösungen mit überschüssigem Schwefel, um das Zinn aus dem Gemisch zurückzugewinnen. Die Lösung wurde eingedampft, die Zinnverbindungen wurden zu Zinnoxid geröstet, aus dem schließlich mit Hilfe von Kohle das Zinn herausgelöst werden konnte. Fraschs Reaktion auf die Patenterteilung war für ihn typisch: Er gründete eine Gesellschaft zur Auswertung der Rechte – und wandte sich anderen technischen Problemen zu.

Als Hermann Frasch 1890 das Patent zur Schwefelgewinnung einreichte, war er auf dem Patentamt längst kein Unbekannter mehr. Er hatte sich nicht nur den Zinn-Recycling-Prozeß schützen lassen, sondern er hatte auch eine ganze Reihe anderer Patente eingereicht und erteilt bekommen. Viele davon beschäftigten sich mit der Verarbeitung von Erdöl. Frasch hatte einige Verfahren ausgetüftelt, bei denen es vor allem um eine verbesserte Destillation ging: um eine bessere Auftrennung der Erdölbestandteile. Die von ihm vorgeschlagenen Apparaturen hatten bereits eine gewisse Ähnlichkeit mit den Fraktioniertürmen der heutigen Erdöl-Raffinerien. Zu ihrer Zeit konnten sie sich allerdings nicht durchsetzen. Rockefeller, der mit seiner *Standard Oil Compagny* rund 90 Prozent der amerikanischen Raffineriekapazitäten kontrollierte, war weniger an technischen Neuerungen interessiert als an wirtschaftlicher Konzentration. Ihm ging es primär um die Organisation des Transports, um die Erstellung größerer Produktionsanlagen und um die Erschließung neuer Erdölfelder.

Eines dieser neuentdeckten Felder lag in der Gegend von Lima im Bundesstaat Ohio. Es schien besonders ergiebig zu sein. Das geförderte Öl stank jedoch penetrant und lieferte beim Verbrennen einen scharf ätzenden Ruß. Daher war es nur schwer zu verkaufen. Ursache dieses Übels war der hohe Schwefelgehalt. Das aus Lima-Öl gewonnene Petroleum enthielt über 0,7 Prozent Schwefel und brachte beim

Foto: H. König, Gaildorf

Verkauf nur 14 Cents pro Barrel. Demgegenüber enthielt Petroleum aus Pennsylvania nur 0,03 Prozent Schwefel und erzielte einen Preis von 2,25 Dollar je Barrel.

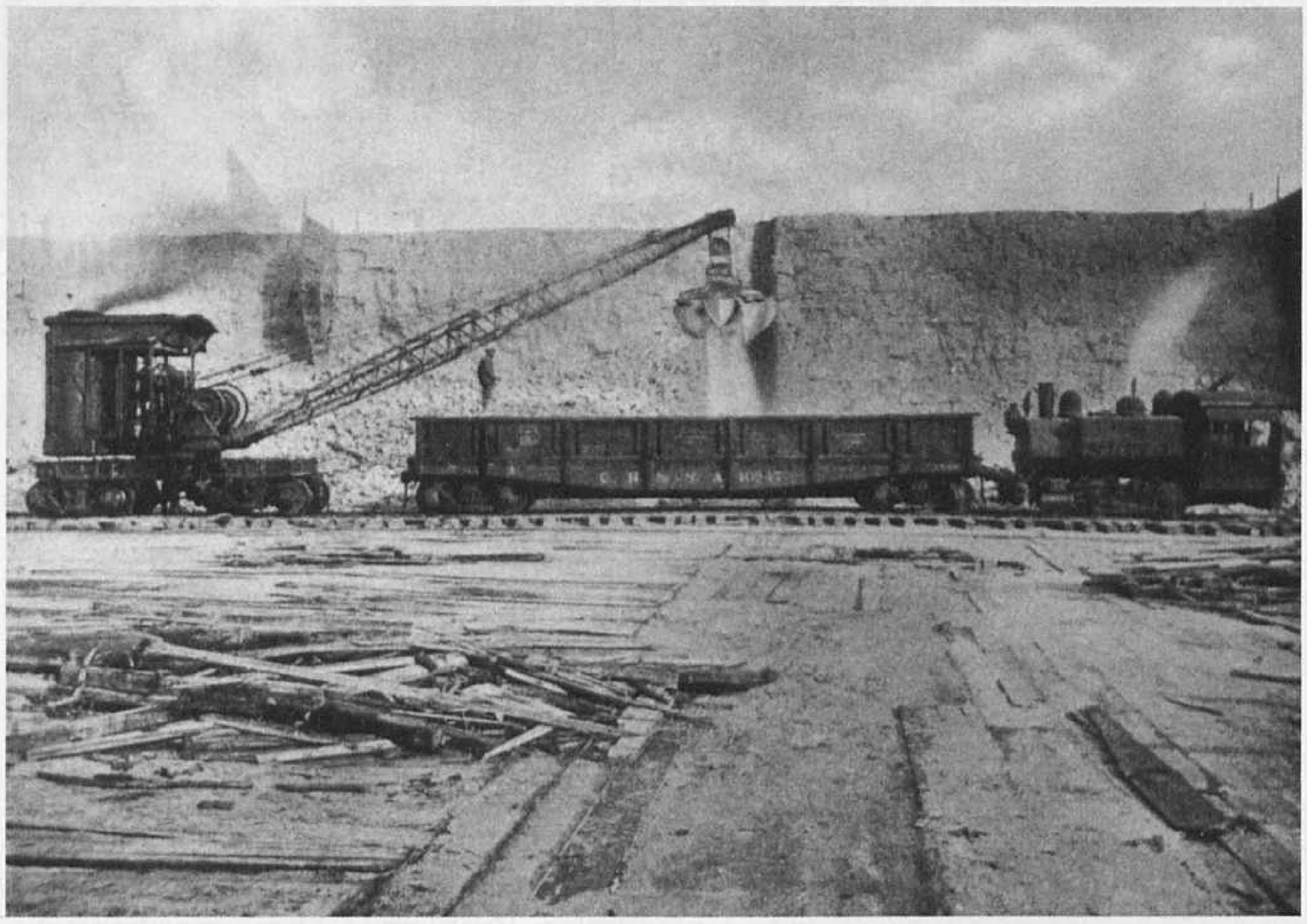
Es zeugt für Hermann Fraschs Mut zum Risiko, aber auch für sein Selbstvertrauen, daß er sich schon vorher an einer kanadischen Raffinerie beteiligt hatte, die ebenfalls schwefelreiches „Skunk oil" (Stinktier-Öl) verarbeitete. Er war sich sicher, daß er es schaffen würde, dieses Öl zu entschwefeln.

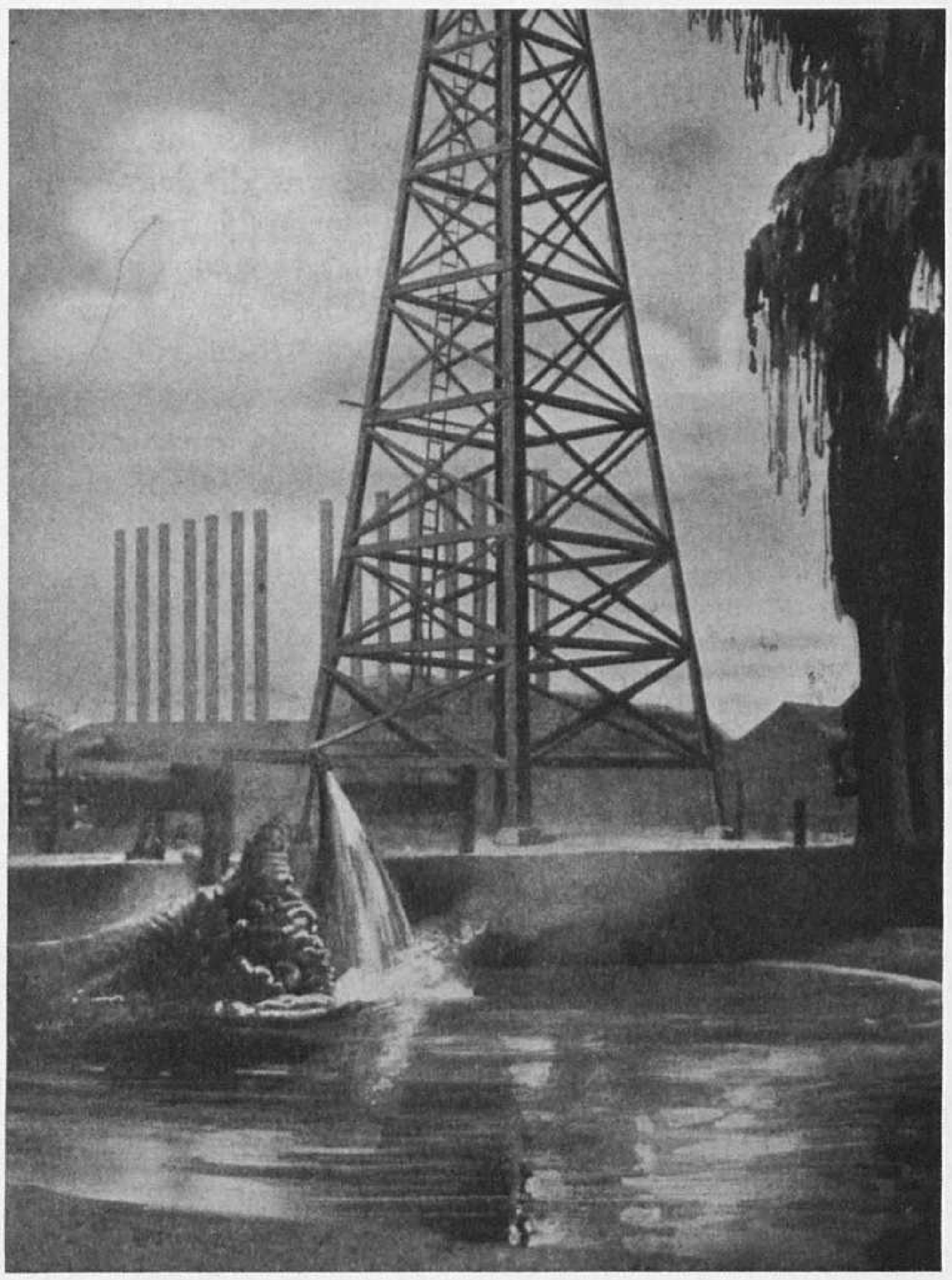
Und er schaffte es. Das von ihm vorgeschlagene Verfahren bestand darin, das Erdöl zunächst, wie üblich, zu destillieren. Anschließend sollte die Petroleumfraktion unter Zusatz eines Gemisches aus Kupfer-, Blei- und Eisenoxid destilliert werden. Der Einsatz ausreichender Mengen an Oxid würde den im Öl enthaltenen Schwefel als Sulfid an die Metalle binden. Der zurückbleibende Schlamm sollte dann abgepreßt und in großen Öfen wieder zu Metalloxiden abgeröstet werden. Frasch sicherte sich Patente, sowohl für dieses Verfahren als auch für die erforderlichen Apparaturen.

Die Praktiker der *Standard Oil* hatten weniger Glück und Geschick. Trotz aller Mühen gelang es ihnen nicht, ein brauchbares Verfahren zur Entschwefelung von Erdöl zu entwickeln. So setzte man sich mit Hermann Frasch in Verbindung. Frasch trat – vertraglich gut abgesichert – seine Patente an die Gesellschaft ab. Er selbst wurde einer der Chefchemiker der *Standard Oil.*

Bis zur technischen Reife seines Verfahrens verging allerdings noch einige Zeit. Die *Standard Oil* hatte rund 200 000 Dollar in die *Herman Experiments* zu investieren: eine für die damalige Zeit enorme Summe. Enorm war aber auch der Gewinn, als die Anlage schließlich in Betrieb ging und die Gesellschaft über eine Million Barrel des auf Vorrat liegenden Öls entschwefelt auf den Markt werfen konnte.

Das Frasch-Verfahren zur Entschwefelung von Erdöl brachte nicht nur der *Standard Oil* erhebliche Gewinne, auch Frasch selbst wurde ein wohlhabender Mann. Außerdem ließ ihm der Vertrag mit der *Standard Oil* die Möglichkeit, nebenbei auch eigene Unternehmungen durchzuführen. Frasch wandte sich, wiederum typisch für ihn, einem Gebiet zu, auf dem er für sich selbst technisches Neuland sah: der Schwefelgewinnung.



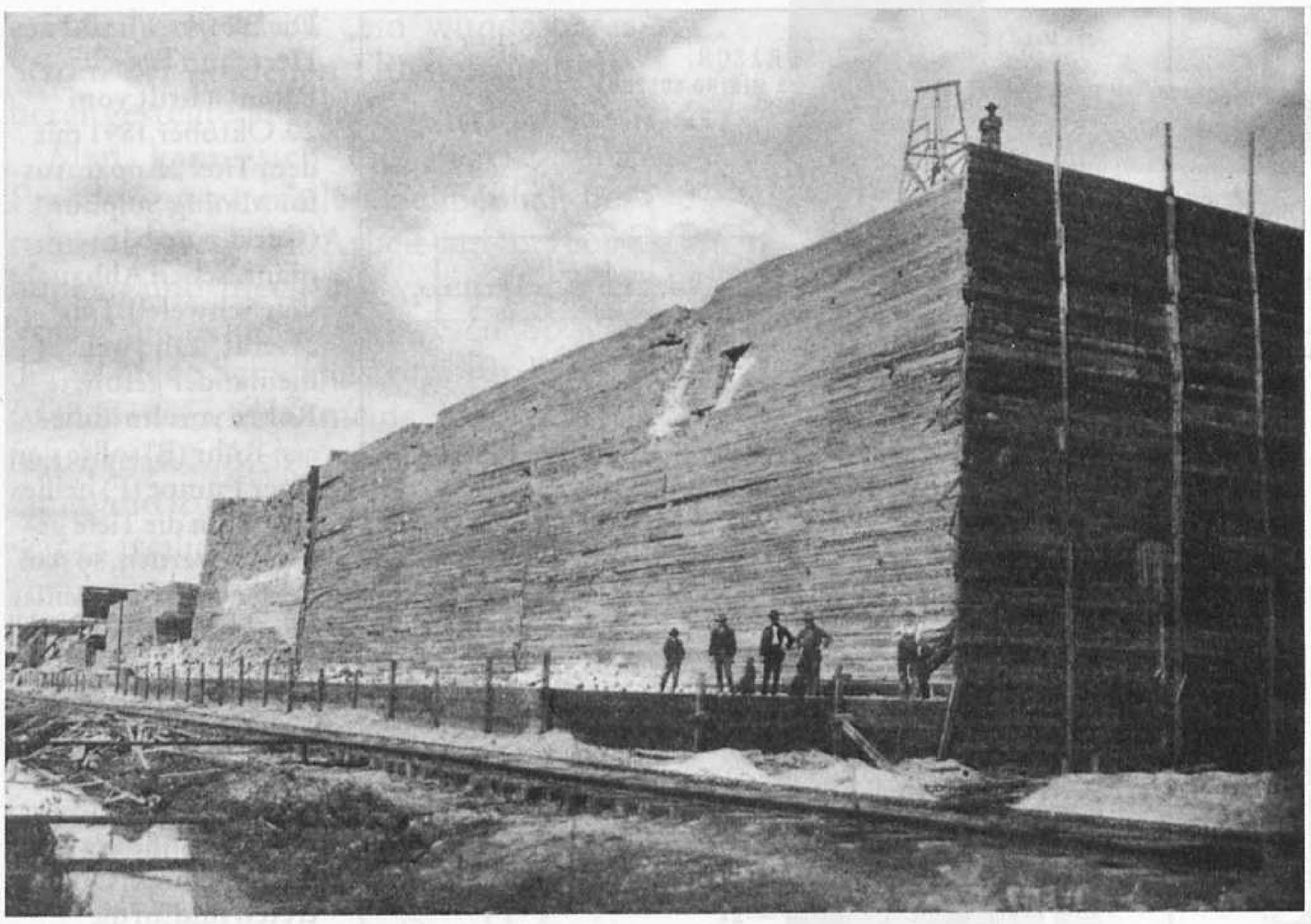


Mit dem Frasch-Verfahren war die Schwefelausbeute so ergiebig, daß 35 Tonnen des Rohstoffs in 14 Minuten auf die bereitstehenden Transportzüge verladen werden konnten (Bild oben).

Das Bild auf der rechten Seite zeigt einen Schwefelberg von 100 000 Tonnen. Hermann Frasch war es gelungen, Schwefel ohne die Verunreinigungen an den natürlichen Lagerstätten zu gewinnen.

Die von Frasch zunächst nur theoretisch entwickelte Methode erlaubte es, täglich 500 Tonnen Schwefel zu fördern. Der sizilianische Schwefel wurde dadurch von vielen Märkten verdrängt. 1924 waren aber auch die von Frasch erschlossenen Schwefellager erschöpft.

Schwefel wurde damals in der Medizin verwendet, als Spritzmittel für Weinreben, zum Räuchern, in der Gummiherstellung und in stark steigendem Maße zur Herstellung von Schwefelsäure. Die USA besaßen keine eigenen Schwefelvorkommen; 85 Prozent des zur Schwefelsäureherstellung erforderlichen Schwefels kamen aus Sizilien. So war es selbstverständlich, daß die 1865 im Süden der USA, in Louisiana, entdeckten Schwefellager auf großes Interesse stießen. Dort hatte man nach Öl gebohrt – und Schwefel



gefunden. Der Abbau dieses Schwefels aber gestaltete sich schwierig. Alle Versuche in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts scheiterten. Einmal stürzten die Schächte ein, dann kam es zum Wassereinbruch oder zur Verschüttung mit Sand. Als schließlich 1889 die Arbeiter im Schacht durch einströmenden Schwefelwasserstoff getötet wurden, gab man die Versuche endgültig auf. Der Platz wurde zum Unglücksort, der mit einem bösen Fluch belastet schien.

Nun trat Hermann Frasch auf: Er hatte ein Patent in der Tasche, bei dem es, wie er selbst sagte, um „neue und brauchbare Verbesserungen im Schwefelbergbau" ging, und das „besonders geeignet ist, den Schwefel aus Lagerstätten zu gewinnen, die von Treibsand überschichtet sind und daher nicht in der üblichen Weise über einen Schacht abgebaut werden können". Als Frasch 1890/91 sein Verfahren zum Patent anmeldete, stellte der Vertreter des Patentamts fest, daß es sich eigentlich um zwei verschiedene, voneinander unabhängige Erfindungen handle: zum einen um das Verfahren selbst, zum anderen um die dazu erforderlichen Apparaturen.

Das Prinzip des Verfahrens war, den Schwefel unter Tag zu schmelzen und ihn in flüssigem Zustand an die Erdoberfläche zu holen. Für die Durchführung hatte Hermann Frasch verschiedene Möglichkeiten ins Auge gefaßt und daher unterschiedliche Apparaturen zum Patent angemeldet. Sie unterschieden sich damals noch in vielen Details von denen, die später in der Großtechnik des Frasch-Verfahrens erfolgreich waren.

Die Patentschrift von 1890/91 sah nur zwei ineinander geführte Rohre vor (siehe Abbildung auf der nächsten Seite). Das äußere dieser Rohre (B) sollte knapp oberhalb, das innere, engere Rohr (C) mitten im Schwefellager enden. An der Erdoberfläche war eine Reihe von Boilern vorgesehen, in denen Wasser bei erhöhtem Druck auf etwa 165 Grad Celsius erhitzt wurde. Frasch nahm an, daß sich dieses Wasser im Berg um etwa 20 Grad Celsius abkühlen werde: Es würde dann die richtige Temperatur haben, um den Schwefel in eine dünnflüssige Schmelze zu verwandeln. Wegen des kritischen Schmelzverhaltens – Schwefel schmilzt bei etwa 113 Grad Celsius und beginnt bei etwa 150 Grad Celsius eine viskose Masse zu bilden – muß die Temperatur möglichst exakt eingehalten werden. Eine Pumpe (F) hatte das heiße Wasser im äußeren Rohr in die Tiefe zu pumpen. Dort sollte es in das Schwefellager einströmen.

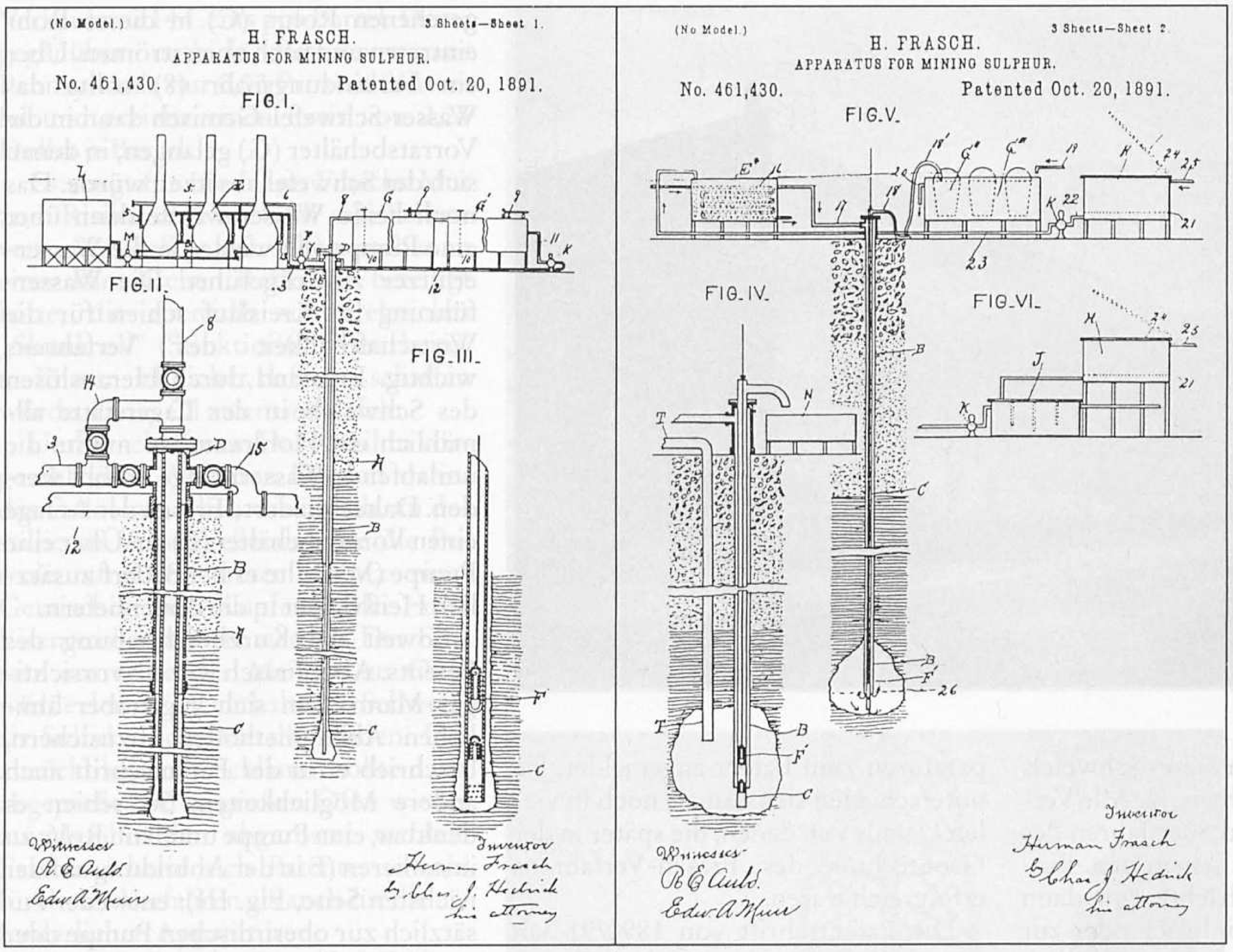
Die Temperatur des heißen Wassers müßte nach Fraschs Berechnungen ausreichen, den Schwefel zu schmelzen und ihn auch beim Hinaufpumpen flüssig zu halten. Heißwasser und Schwefelschmelze würden, so hatte Frasch geplant, durch Rohrschlitze oder am unteren Ende des von ihm vorgesehenen Rohrs (C) in dieses Rohr eintreten und nach oben strömen. Über ein Verbindungsrohr (8) sollte das Wasser-Schwefel-Gemisch dann in die Vorratsbehälter (G) gelangen, in denen sich der Schwefel absetzen würde. Das noch heiße Wasser würde dann über eine Pumpe (K) wieder in die Wassererhitzer zurückgeführt. Die Wasserführung im Kreislauf schien für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wichtig. Entstand durch Herauslösen des Schwefels in der Lagerstätte allmählich ein Hohlraum, so mußte die umlaufende Wassermenge erhöht werden. Daher gliederte Frasch der Anlage einen Vorratsbehälter (L) an. Über eine Pumpe (M) sollte er bei Bedarf zusätzlich Heißwasser in die Boiler liefern.

Soweit die Kurzbeschreibung des Patents. Aber Frasch war ein vorsichtiger Mann. Um sich gegenüber ähnlichen Abbaumethoden abzusichern, beschrieb er in der Patentschrift auch andere Möglichkeiten: So schien es denkbar, eine Pumpe unten im Rohr zu installieren (F in der Abbildung auf der nächsten Seite, Fig. III): entweder zusätzlich zur oberirdischen Pumpe oder auch ohne diese. Frasch erwähnte auch die Möglichkeit, an Stelle von heißem Wasser eine Salzlösung zu benutzen. Schließlich schien Wasserdampf ebenso geeignet wie irgendeine andere flüssige oder gasförmige Substanz.

Das Verfahren verlangte einen geschlossenen Kreislauf. Frasch ließ sich aber auch ein diskontinuierliches Vorgehen patentieren. Um ganz sicher zu gehen, schob er im Dezember 1890 einen zweiten Patentantrag nach, in dem er mögliche Variationen des Verfahrens und der Apparaturen genauer beschrieb. Er deutete dabei die Möglichkeit an, die Trennung von Heißwasser und Schwefelschmelze schon in der Lagerstätte vorzunehmen. Der Schwefel sollte sich dank seines höheren spezifischen Gewichts am Boden der entstehenden Kaverne ansammeln und mit der Pumpe (F′) durch ein Rohr (C) abgepumpt werden. Für das Wasser war dabei eine extra zu bohrende Ableitung (T) vorgesehen.

Eine weitere Variation sah vor, heißes Petroleum als Lösungsmittel zu verwenden und im äußeren Rohr in die Tiefe fließen zu lassen. Über eine zweite Pumpe hochgepumpt, würde die heiße Lösung in den oberirdischen Behältern abkühlen und dabei den

Fotos: *The Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Vol. IV, 1912/Deutsches Museum*


(No Model.) 3 Sheets—Sheet 1.

H. FRASCH.

APPARATUS FOR MINING SULPHUR.

No. 461,430. Patented Oct. 20, 1891.

FIG. I.

FIG. II.

FIG. III.

FIG. IV.

FIG. V.

FIG. VI.

Witnesses
R. E. Auld
Edw. A. Muir

Inventor
Herman Frasch
by Chas. J. Hedrick
his attorney

Witnesses
R. E. Auld.
Edw. A. Muir

Inventor
Herman Frasch
by Chas. J. Hedrick
his attorney

Die Blätter 1 und 2 aus Hermann Fraschs Patentschrift vom 20. Oktober 1891 mit dem Titel „Apparatus for Mining Sulphur" (Gerät zum bergmännischen Abbau von Schwefel). Das „Gerät" sah zwei ineinander geführte Rohre vor: Im äußeren Rohr (B) sollte von einer Pumpe (F) heißes Wasser in die Tiefe gedrückt werden, so daß der Schwefel aus seiner Lagerstätte herausgeschmolzen wurde. Durch den Druck würden Schwefelschmelze und heißes Wasser in das tieferliegende Ende des inneren Rohres (C) eintreten und an die Erdoberfläche gepreßt werden.

Schwefel auskristallisieren. In einem Filter müßten dann Schwefel und Petroleum voneinander getrennt werden können.

Die Patentanträge zeigen nicht nur den Erfindungsreichtum und die technische Phantasie Fraschs, sie beleuchten auch einen Teil seines Charakters. Er war ein Mann, der bei aller wissenschaftlich-technischen Arbeit immer auch den wirtschaftlichen Erfolg im Auge hatte. Das war schon bei seinem ersten Patent, das die Wiedergewinnung von metallischem Zinn betraf, der Fall gewesen. Das zeigte sich bei den Vertragsverhandlungen mit Rockefellers *Standard Oil* und erst recht bei seinen Unternehmungen rund um die Schwefelgewinnung.

Für den fleißigen Arbeiter Hermann Frasch hatte der Tag im Labor wenigstens 14 Stunden. Fast immer arbeitete er an mehreren Projekten gleichzeitig. Immer den Erfolg vor Augen, war Frasch sicher kein sehr angenehmer Chef. Seine Mitarbeiter beschrieben ihn als anspruchsvoll, ungeduldig und oft auch ungestüm: „A most uncomfortable critter to work with, but he was a genius" (ein Ekel bei der Zusammenarbeit, aber ein Genie).

Sein Geschäftssinn, sein Mut zum Risiko, aber auch der Hang zum wirtschaftlich motivierten Einsatz von Ellenbogen ließen Hermann Frasch auch nicht im Stich, als die Schwefelgewinnung technisch funktionierte. 1896 gründete er die *Union Sulphur Company,* 1899 wurde er deren Präsident. 1902 war die Gesellschaft wirtschaftlich über dem Berg und bereits 1904 imstande, den gesamten Schwefelbedarf der Vereinigten Staaten zu decken. Als die Verhandlungen mit der im europäischen Schwefelgeschäft führenden *Anglo-Sicilian Company* scheiterten, kam es zum Preiskrieg. Frasch war imstande, die Preise des sizilianischen Schwefels zu unterbieten. Er erreichte dadurch nicht nur einen deutlichen Anstieg des weltweiten Schwefelverbrauchs, er verdrängte die *Anglo-Sicilian* auch von vielen Märkten.

Union Sulphur wurde der größte Schwefellieferant der Welt. Hermann Frasch, ihr Präsident, wurde zum unumstrittenen „Sulphur King", zum Welt-Schwefelkönig.

Bis zum „Schwefelkönig" war es 1891 allerdings noch weit. Erst 1894 hatte Frasch die erforderlichen finanziellen und juristischen Voraussetzungen geschaffen, seine Ideen auch in der Praxis zu erproben. Im Frühjahr jenes Jahres begann man am *Bayou Choupique,* im südlichen Louisiana, zu bohren. Die Arbeit ging in dem sehr lockeren Flugsand nur langsam voran. Es dauerte einige Monate, bis das Schwefellager in 200 Metern Tiefe erreicht war.

Hermann Frasch hatte mit Jacob C. Hoffmann einen tüchtigen Vertreter vor Ort. Für Frasch selbst war das Schwefelunternehmen „lediglich ein Hobby", den Hauptteil der Zeit hatte er nach wie vor seiner Arbeit bei *Standard Oil* zu widmen. Im Dezember 1894 allerdings war er am Ort des Geschehens: Das Schwefellager war erreicht, und alle Vorbereitungen für die Anwendung des Frasch-Verfahrens waren getroffen. Für den ersten Versuch hatte Frasch eine Förderpumpe am unteren Ende des Rohrs vorgesehen. Sie sollte den flüssigen Schwefel nach oben pumpen. Für das Pumpengestänge ließ Frasch ein zusätzliches dünnes Rohr einbringen.

Zu Weihnachten 1894 startete man den Versuch: Die Wasserpumpen wurden angeworfen und drückten 24 Stunden lang überhitztes Wasser in die Tiefe. Als Frasch dann die Schwefelpumpe

einschaltete, schoß „ein wunderbarer Strom der goldenen Flüssigkeit in die bereitgestellten Fässer".

Man kann sich die Begeisterung Fraschs gut vorstellen. Schließlich beruhte die gesamte Arbeit auf Berechnungen und Ideen. Es waren keinerlei Vorversuche möglich gewesen. So war der goldene Schwefelstrom für Frasch „der Beweis, daß meine Idee durchführbar ist". Bis zur praktischen Nutzung und zum wirtschaftlichen Erfolg war es freilich immer noch weit. Schon am nächsten Tag mußte Frasch feststellen, daß die Schwefelpumpe korrodiert, teilweise zerbrochen und nicht mehr einsatzfähig war. Auch Versuche mit anderen Pumpen aus anderem Material waren vergeblich.

Hermann Frasch ging ganz neue Wege. An der Stelle der Förderpumpe setzte er 1896 erstmals Druckluft ein. Damit nahm das Verfahren die aus dem großtechnischen Betrieb bekannte Form an.

Die Schwierigkeit mit der Pumpe blieb nicht das einzige Problem. Rund zehn Jahre hatte Frasch mit den verschiedensten Schwierigkeiten zu kämpfen, mit Schwierigkeiten technischer und finanzieller Art. Aber er hatte auch Glück: Im Januar 1901 fand man in unmittelbarer Nachbarschaft der Schwefelminen Erdöl. Jede Menge Öl zu nur 60 Cents pro Barrel machten die Schwefelmine unabhängig von der teuren Kohle. Die Kosten zum Aufheizen des Wassers gingen so weit zurück, daß der Fraschsche Schwefel konkurrenzfähig wurde.

Während man 1903 noch etwas über 23 000 Tonnen förderte, stieg die Produktion 1905 auf fast 220 000 Tonnen. Und ab 1904 arbeiteten die Schwefelminen mit Gewinn. Aus Fraschs ehemaligem Hobby war ein einträgliches Geschäft geworden.

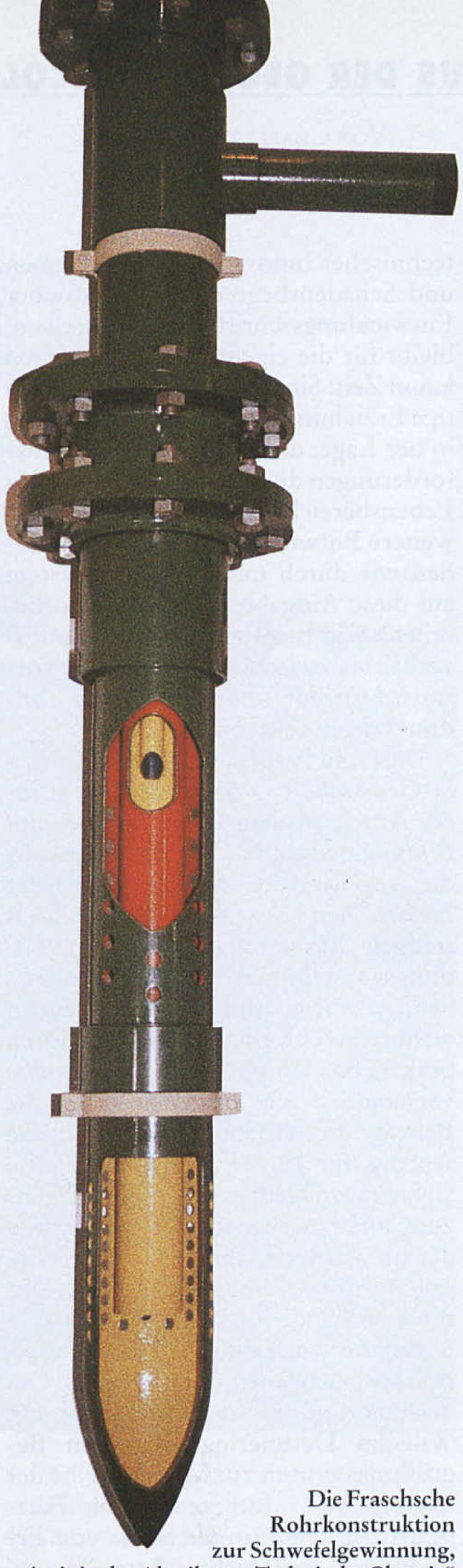
Hermann Frasch war ein besessener Arbeiter, der nicht zuletzt auch nach wirtschaftlichem Erfolg strebte. Darüber darf man eine andere Seite seines Wesens nicht vergessen: Frasch liebte es nicht nur, Geld zu verdienen, er gab es auch gerne wieder aus. Er genierte sich nicht, dies – ganz unschwäbisch – auch zu zeigen. Bereits 1890, nach seiner zweiten Heirat, bezog er ein Haus in der *Euclid Avenue* in Cleveland, in der, wie es damals hieß, schönsten Straße der Welt. Das Haus wurde mit 18 Zimmern und fünf Bädern speziell für die Gewohnheiten der Familie Frasch hergerichtet. Später, als Präsident der *Union Sulphur* kam dazu noch ein Haus in Paris sowie ein Ferienhaus am Kap Ferrat in Nizza.

1906 fuhr Frasch im großen Automobil – die Fama spricht von knallig schwefelgelber Farbe – in seinem Heimatort Gaildorf ein. Welches Aufsehen das in dem kleinen Oberamtsstädtchen erregt haben muß, läßt sich leicht erahnen. Aber hier ging es Frasch nicht nur um Repräsentation: Er ließ auch einen ansehnlichen Scheck zurück, der beim Bau einer Gemeindehalle verwendet werden sollte. Als dieser Bau im weiteren Verlauf nicht recht vorangehen wollte, schrieb Frasch an den Bürgermeister: „Da wird es wohl das einfachste sein, wenn ich den ganzen Betrag selbst bestreite." So geschah es denn auch: Im Sommer 1908 wurde in Gaildorf die Fraschhalle eingeweiht und Hermann Frasch zum Ehrenbürger gekürt.

1914 starb Frasch in Paris. Er wurde auf eigenen Wunsch in Gaildorf beigesetzt. Das über seinem Grab errichtete prächtige Mausoleum dient der Gemeinde heute als Leichenhalle. Frasch selbst mußte noch einmal nach Amerika auswandern – seine Gebeine wurden 1924 in die USA überführt. Auch die Fraschhalle existiert nicht mehr: Sie wurde 1945 beim Einmarsch amerikanischer Truppen zerstört.

Das Frasch-Verfahren dagegen hat beide Weltkriege überstanden. Bereits als Frasch starb, war das Patent abgelaufen. Ab 1912 arbeiteten auch Konkurrenzunternehmen nach seiner Methode. 1924 waren die Schwefellager der *Union Sulphur Company* erschöpft. Die Gesellschaft stellte ihren Betrieb ein. Das Verfahren aber florierte weiter. In den 60er Jahren waren im Küstengebiet des Golfs von Mexiko 26 Anlagen in Betrieb, 1976 wurden etwa 14 Millionen Tonnen Schwefel nach dem Frasch-Verfahren gewonnen. Dann allerdings ging es steil bergab: 1980 stammten nur noch 6,4 Millionen Tonnen Schwefel aus dem Frasch-Verfahren.

Heute kommt der Schwefel zumeist von der Erdölindustrie. Bei der Reinigung von Erdölprodukten fällt Schwefel in erheblichen Mengen als Abfallprodukt an. Das hat dem Frasch-Verfahren einen großen Teil seiner Bedeutung genommen. □



Die Fraschsche Rohrkonstruktion zur Schwefelgewinnung, wie sie in der Abteilung „Technische Chemie" des Deutschen Museums zu sehen ist.

Abb.: National Archives, Washington, D. C. (l.); K & T (r.)

DER AUTOR

Walter Botsch, geboren 1927, war bis 1989 Gymnasialprofessor für Chemie und Fachberater für Chemie am Oberschulamt Stuttgart. Er veröffentlichte zahlreiche Schul- und Sachbücher in den Bereichen Chemie und Biologie.

Technik und Bildung

Die Jahrestagung in Mannheim

Von Charlotte Schönbeck

Das Thema Technik und Bildung ist nicht mit einer abschließenden Antwort zu bescheiden. Im Hinblick auf die Zukunft überwiegen offene Fragen. Um so drängender ist die Suche nach einer Antwort.

Kassandrarufe über Bildungskatastrophen, überhastete Beschlüsse von Bildungreformen und Hilfsaktionen für Ausbildungsplätze sind uns aus den politischen Diskussionen der letzten Jahrzehnte hinlänglich bekannt. Wird in diesem Zusammenhang auch auf Verbindungen mit neuen technischen Entwicklungen und die Komplexität des technischen Fortschritts verwiesen?

Durch moderne Technik haben sich in unserem Jahrhundert mit immer schnellerer Folge tiefgreifende und irreversible Veränderungen in unserer Gesellschaft und im Leben jedes einzelnen vollzogen, die uns in ihrem ganzen Ausmaß erst verhältnismäßig spät bewußt geworden sind. Politiker und Institutionen sind bisher vollkommen damit beschäftigt, die nächstliegenden Probleme im Rahmen der Energieversorgung, Ressourcenerschließung und Arbeitsplatzverteilung zu lösen, schwerwiegende Bedrohungen der Umwelt durch Belastung von Luft, Wasser und Boden abzuwenden und sich auf internationalen Konferenzen an übergreifende Maßnahmen heranzutasten.

In der gegenwärtigen Lage, in der man versucht, die Nebenwirkungen technischer Innovationen zu erkennen und Schadensbegrenzung technischer Entwicklungsschritte zu betreiben, bleibt für die eigentlichen Kernfragen kaum Zeit: Sind wir durch unsere heutige Erziehung und Bildung überhaupt in der Lage, den wachsenden Herausforderungen durch die Technik in allen Lebensbereichen zu begegnen und die weitere Entwicklung zu steuern? Werden wir durch unser Bildungssystem auf diese Aufgabe hinreichend vorbereitet? Wie ist es zu dem Spannungsverhältnis zwischen technischem Vorwärtsdrängen und formenden Bildungszielen gekommen?

Dies sind Fragen, welche die *Agricola-Gesellschaft* in den Mittelpunkt ihrer Arbeit an dem Band *Technik und Bildung* gestellt hat. Hier versucht sie, die gegenwärtige Situation aus der historischen Entwicklung der wechselseitigen Beziehungen zwischen Bildungsvorstellungen und Bildungsarbeit einerseits und den wachsenden technischen Kenntnissen mit ihren praktischen Umsetzungen andererseits verständlich zu machen. Aber die Beiträge dieses Bandes können nur ein Anfang für dieses Themenfeld sein, viele Fragen bleiben offen. Eine Ergänzung und Erweiterung sollte die Arbeit der diesjährigen Jahrestagung der *Georg-Agricola-Gesellschaft* am 1./2. Oktober in Mannheim sein.

Auf die weitreichende Bedeutung eines ausgewogenen Verhältnisses von Technik und Bildung wies Prof. Dr. Wilhelm Dettmering in seinen Begrüßungsworten zur Vortragsreihe der Tagung hin: „Der technische Fortschritt ist keine simple Sache von Erfindungen und technischem Wissen, sondern ein Wandel der geistigen Orientierung in der menschlichen Lebenswelt. Damit ist ein Bildungswandel verbunden, der in einem sich gegenseitig beeinflussenden Spannungsverhältnis zum technischen Fortschritt steht. Technische Umwälzungen haben nicht nur unsere materielle Welt, sondern auch unsere Wertvorstellungen und Wertnormen zutiefst beeinflußt."

Als Tagungsort war im Hinblick auf das Rahmenthema „Technik und Bildung" das neue *Landesmuseum für Technik und Arbeit* in Mannheim gewählt worden. Ein Hauptanliegen dieses Museums ist es, die Entwicklung der Technik in Südwestdeutschland während der letzten zwei Jahrhunderte, eingebettet in die dazugehörige Wirtschafts- und Sozialgeschichte, für weite Kreise der Bevölkerung erlebbar zu machen. Um dieses Ziel zu erreichen, war ein gut durchdachtes wissenschaftliches, aber auch pädagogisches und didaktisches Konzept notwendig, das die Entwicklungsstränge einzelner Themenbereiche bis zur Gegenwart vermittelt. Die Abbildung zeigt einen Blick in die Ausstellungseinheit „Energieverbund. Elektrischer Strom für Stadt und Land". Die Tagungsteilnehmer hatten eingehend Gelegenheit, die einzelnen Stationen des Museums – von der Zeit des Kurfürsten Carl Theodor bis heute – auf einer „Raum-Zeit-Spirale" zu durchwandern.

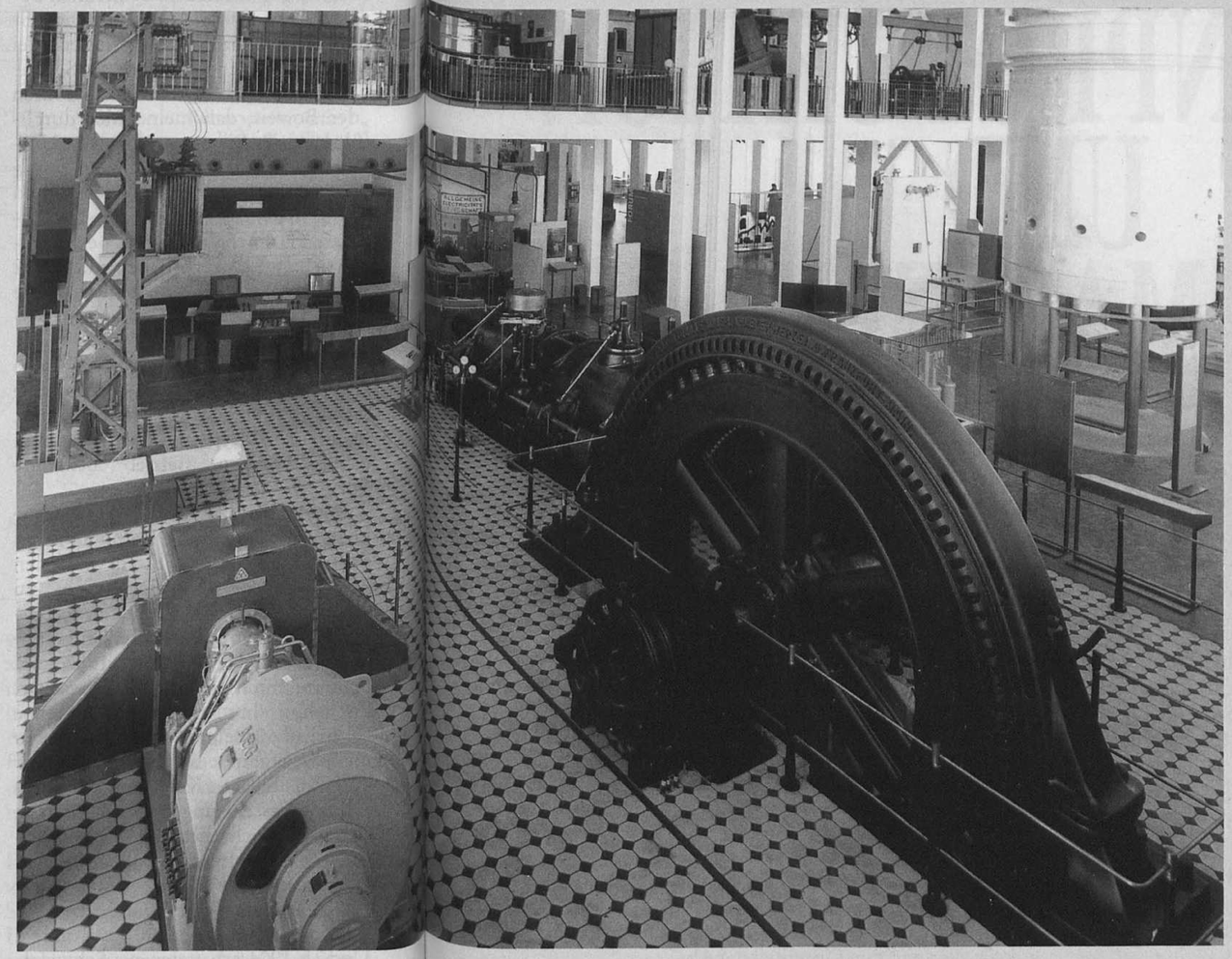


Foto: Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim

Fasziniert zeigte sich die Mitgliederversammlung der Georg-Agricola-Gesellschaft auf ihrer Jahrestagung in Mannheim von den Exponaten, die im Landesmuseum für Technik und Arbeit zum Thema Elektrotechnik zu sehen sind: „Strom für Stadt und Land".

Der Elektrotechnik, der stärksten Triebkraft der Industrialisierung seit Ende des letzten Jahrhunderts, waren zwei Vorträge der Tagung gewidmet: Prof. Dr. Arnim Hermann erinnerte im Rahmen der Mitgliederversammlung an die „Kraftübertragung Lauffen – Frankfurt und die Gründung der Firma BBC". BBC (beziehungsweise ABB) gehört noch heute zu den wichtigsten Wirtschaftsträgern der Stadt Mannheim. Wie langwierig und steinig der Weg war, die neue und vorwärtsdrängende Disziplin der Elektrotechnik in den Bildungskanon der Hochschulen einzupassen, zeigte Prof. Dr. Walter Kaiser in seinem Beitrag über „Die schwierige Akademisierung der Elektrotechnik" am Beispiel der Technischen Hochschule in Aachen.

Die Veränderungen durch technisches Schaffen und technisches Gerät sind sowohl im Wirtschaftsprozeß, in der Politik und im täglichen Leben sehr offenkundig; aber die Veränderungen durch Technik gingen schon immer weit über diesen „handgreiflichen" Bereich hinaus, sie erfassen unsere Denkvorstellungen, Bildungsnormen und auch unsere Sprache in vielfältigen Facetten. Wie sich der Einfluß der Technik über Jahrtausende in Metaphern der Sprache verfolgen läßt und welch weit zurückliegende Wurzeln die Ausdrucksformen und Ausdrucksbilder besitzen, die wir auch heute noch verwenden, machte Frau Prof. Dr. Laetitia Boehm in ihren „Überlegungen zur Staatsmetaphorik aus Natur und Technik im Mittelalter und der frühen Neuzeit" deutlich. (Die Vorträge der Tagung werden im nächsten Heft der Schriften der *Georg-Agricola-Gesellschaft* veröffentlicht.)

Das Thema „Technik und Bildung" stellt uns gerade für die Zukunft noch vor viele Fagen, die einmal zu einer Antwort auf die anfangs gestellten Kernfragen führen müssen, so daß auch weitere Tagungen und Veröffentlichungen der *Georg-Agricola-Gesellschaft* darauf eingehen müssen. Man denke dabei beispielsweise nur an die Veränderungen der Kulturtechniken des Lesens und Schreibens durch neue Computergenerationen, an die Herausforderungen, welche die neuen Medien für die traditionellen Bildungsvorstellungen bedeuten, oder an wirksame Entwicklungshilfe der Industrienationen durch praktische Bildungsarbeit in der Dritten Welt. □

ZWISCHEN MASSENPRODUKTION UND MAGIE

Das Deutsche Museum
Zur Dialektik von Technikmuseen und Technikgeschichte

Von Joachim Radkau

Das Deutsche Museum in München, das größte deutsche Technikmuseum, wurde 1903 gegründet und 1925 eröffnet. Es spielte bei den technischen Museen eine Pionierrolle. Joachim Radkau geht es dabei weniger um die Gründungsgeschichte des Deutschen Museums, es geht ihm um seine Stellung in der Technikgeschichte: um seine Beziehung zu der Geschichte der realen Technik und auch zu der der Technikideologien.

Es ist erst einige Jahre her, da kam es vor, daß ein Artikel der *VDI-Nachrichten* – der Zeitschrift des *Vereins Deutscher Ingenieure* – den deutschen Erfindern unterstellte, sie arbeiteten „am liebsten für das Deutsche Museum und nicht für den Markt". Natürlich ist so eine Bemerkung nicht ganz wörtlich zu nehmen. Sie läßt sich verschieden interpretieren. Wenn man sie ernst nimmt, muß man glauben, der typisch deutsche Erfinder sei ein Idealist, mehr auf Nachruhm als auf Profit bedacht, der nicht rechnen könne oder jedenfalls nicht mit Geld rechne, wenn auch mit thermodynamischen Wirkungsgraden.

Wenn man an solche idealen Motive der deutschen Erfinder nicht glauben will, dann ließe sich das Zitat auch ganz anders deuten: als Versuch, ein Phantom aufzubauen – das alte Bild des weltfremden deutschen Idealisten –, um im Kontrast dazu die Rationalität einer strikt betriebswirtschaftlich orientierten Technik um so heller leuchten zu lassen.

Man kann zweifeln, ob wirklich das Streben nach Originalität charakteristisch für die moderne deutsche Technik ist oder nicht im Gegenteil die Abwehr dieses Originalitätsstrebens. „Du sollst nicht mit dem Erfindungstick ans Konstruieren gehen", lautete eines der Gebote Georg Schlesingers an den Maschinenbauer; und Schlesinger war der führende Maschinenbaulehrer in der Ära der Rationalisierung, in die die Fertigstellung des Deutschen Museums fiel. Aus französischer Sicht wirkte die deutsche Wissenschaft und Technik zwar ökonomisch effektiv, aber eher arm an originellen neuen Ideen und Visionen.

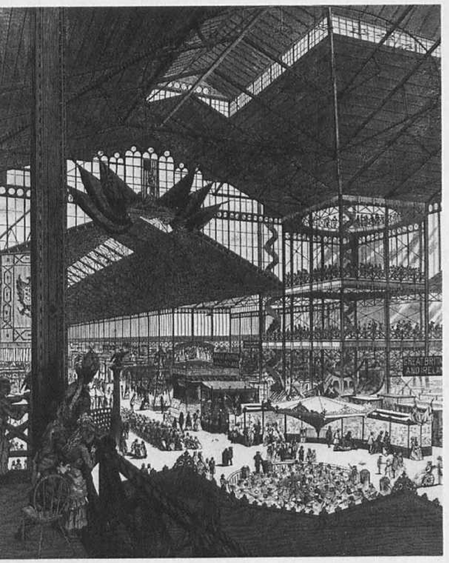
Das Deutsche Museum hatte die Aufgabe, das Gegenteil zu demonstrieren; aber es ist fraglich, ob es damit den tatsächlichen Bestrebungen der deut-

Foto: Deutsches Museum

Oskar von Miller
(1855–1934),
der Gründer des
Deutschen Museums,
Gemälde von
Samberger, 1930.

schen Industrie entsprach. Geschickte Nachahmung, Verbesserung und vor allem Verbilligung bringen einem Unternehmen im allgemeinen viel mehr finanziellen Erfolg als das Streben nach Originalität, prinzipieller Neuartigkeit und Perfektion um jeden Preis. Wie auch immer man die spitze Bemerkung, die deutschen Erfinder arbeiteten am liebsten für das Deutsche Museum, interpretieren will: Sie zeigt, daß das Verhältnis zwischen Museum und industrieller Technik nicht frei von Spannungen ist. Zwar war und ist der Rückhalt des Deutschen Museums bei der Großindustrie respektabel, um nicht zu sagen formidabel; dennoch ist das Museum nicht einfach ein Spiegel ökonomischer Interessen. Kritiker des Museums sollten es sich daher nicht zu leicht machen.

Friedrich Dessauer, der bekannteste deutsche Technikphilosoph der 20er Jahre, glaubte, gerade das Deutsche



Museum lasse erkennen, daß die Erfinder keineswegs nur von rationalen, geschweige von bloß finanziellen Beweggründen getrieben würden. Er schrieb in seiner 1927 erschienenen *Philosophie der Technik*: „Es gibt eine Besessenheit zur Technik, die bis zum Martyrium geht. Sie leuchtet im Deutschen Museum von allen Wänden, aus allen Schreinen." Bei dem Wort „Martyrium" muß man daran denken, daß Dessauer aus der Röntgentechnik kam und – seinem eigenen späteren Bekenntnis zufolge – erleben mußte, wie fast alle seine Mitarbeiter „an Strahlenverbrennungen qualvoll zugrunde" gingen. Zugleich muß man wissen, daß Röntgen zum ersten Verwaltungsrat und die Röntgen-Apparate zum ältesten Bestand des Deutschen Museums gehörten.

Leider knüpfte Dessauer an seine sehr leidvollen Erfahrungen mit der Technik keine Philosophie der Risikoanalyse und Risikobegrenzung, ebensowenig wie vor ihm Marie Curie auf diesen Gedanken gekommen war. Auch in die Ausgestaltung des Deutschen Museums ist eine solche Philosophie nicht eingegangen. Ich glaube nicht, daß der normale Besucher des Deutschen Museums etwas von jenem Martyrium merkt, das Dessauer – wohlgemerkt: ein Technik-Optimist – überall erkannte. Vielleicht ist es schade, daß diese Botschaft der Dinge kryptisch bleibt: Auf diese Weise wird eine wichtige Lehre der Technikgeschichte verborgen.

Die Gründung des Deutschen Museums stand gewiß ganz im Zeichen des Glaubens an den technischen Fortschritt, den der Gründervater, Oskar von Miller, in überwältigender Naivität verkörperte. Jahre nach dem Ersten Weltkrieg, als das Museum endlich eröffnet wurde, war dieser Glaube eher noch stärker geworden, hatte allerdings in Deutschland mitunter einen verzweifelten und tragisch-fatalistischen Zug bekommen.

Nun muß jedoch ein richtiges Technikmuseum auch Seltsamkeiten enthalten, die in ein stromlinienförmiges Bild des Fortschritts nicht hineinpassen. Nicht nur im Pariser *Conservatoire des Arts et Métiers,* sondern auch im Deutschen Museum steht – zumindest als Modell – der merkwürdige Dampfwagen Cugnots von 1769. Die technischen Alternativen scheinen allerdings in den Museen meist nur als Kuriositäten fortzuleben. Man vermißt gewöhnlich eine Botschaft von der Freiheit in der Technik – die Botschaft von der Souveränität einer Gesellschaft, unter der Vielzahl der technischen Möglichkeiten die den eigenen Bedürfnissen entsprechenden Lösungen auszuwählen.

Zum Glück kann ein großes und ehrgeiziges Museum auch die Botschaft des technologischen Sachzwangs nicht wirklich überzeugend vermitteln. Ein Technikmuseum, das – wie das Deutsche Museum – von Anfang an ebensosehr zukunfts- wie vergangenheitsorientiert war, wird doch im Laufe der Jahrzehnte zwangsläufig auch zu einem Museum der Fortschrittsideen von gestern und dokumentiert, wie sich das Bild vom Fortschritt wandelt. Womit nicht gesagt werden soll, daß die Fortschrittsideen von gestern immer die schlechteren waren. Da verdient erwähnt zu werden, daß das Automobil in der ursprünglichen Struktur des Deutschen Museums nur ganz am Rande stand und überhaupt kein eigenständiges Thema darstellte. Zwar fiel der Bau des Deutschen Museums in die Zeit der ersten Auto-Euphorie; aber Oskar von Miller, der stets Straßenbahn fuhr, schätzte das Automobil nicht – sein Fortschrittsbild wurde von der Vision

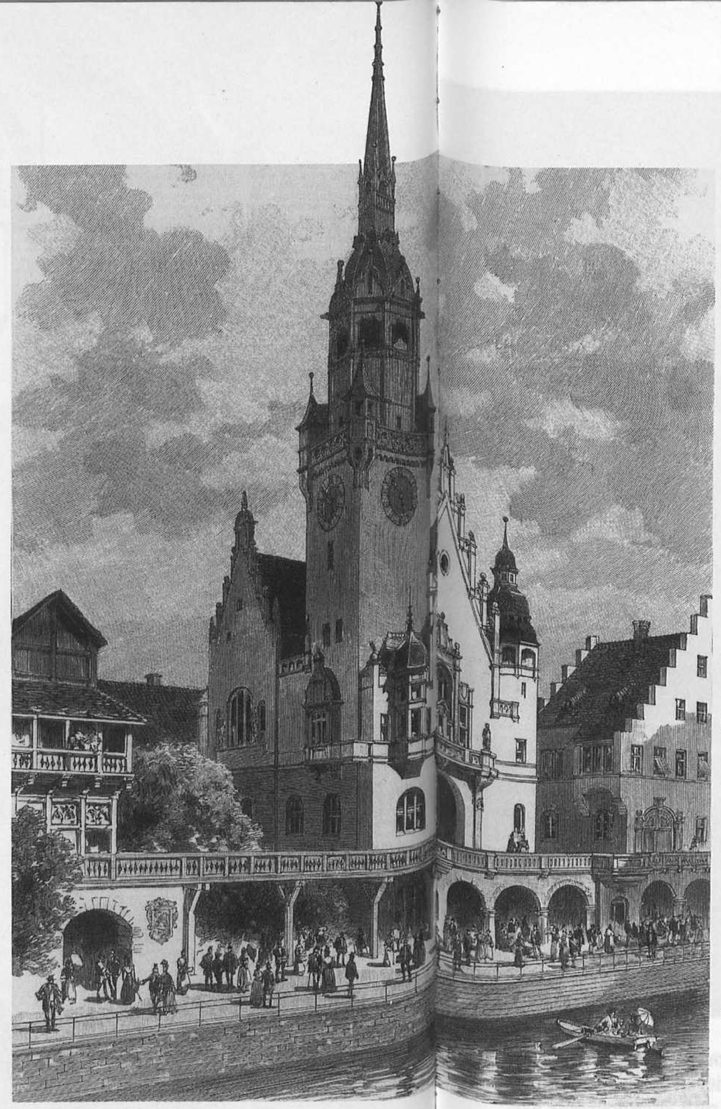


Bild ganz links: Das Innere der Maschinenhalle auf der Weltausstellung in Philadelphia, 1876. Franz Reuleaux schrieb über die dort gezeigten deutschen Produkte, sie wirkten, wie sie sich der Welt präsentierten: „billig und schlecht".

Bild links: Das deutsche Haus auf der Pariser Weltausstellung im Jahr 1900. Diese Ausstellung war der Gipfel, aber auch das Ende der klassischen Ära der Weltausstellungen, die mit ihren elektrischen Lichteffekten (Bild rechts unten) in der Tradition der barocken Feuerwerke standen.

Fotos: Deutsches Museum

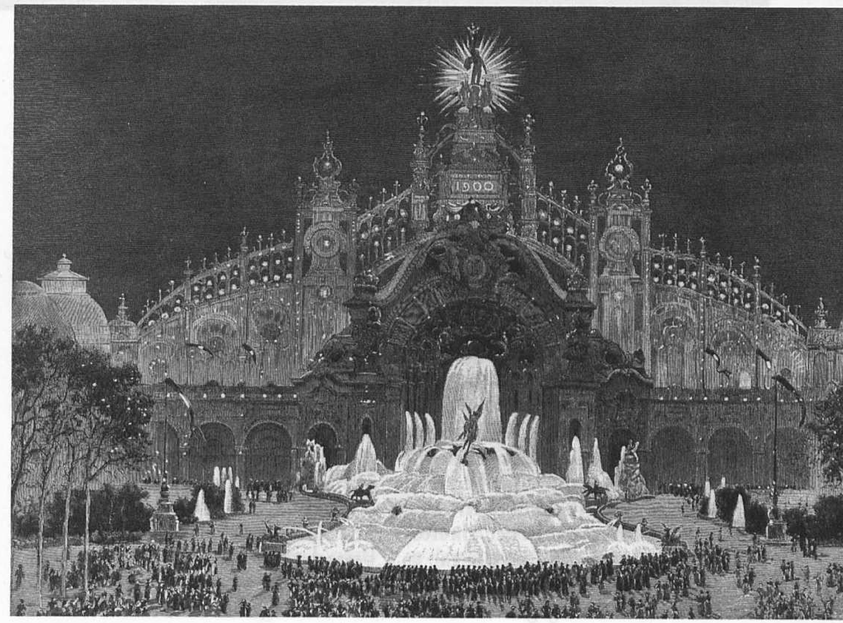
des „elektrischen Zeitalters" erleuchtet.

Je mehr ein Museum wächst, desto verwirrender wirkt es auf den normalen Besucher – den guten didaktischen Intentionen der Museumsplaner zum Trotz, die ihr Publikum auf einer bestimmten Bahn und an der Richtschnur bestimmter Erläuterungen durch ihre Exponate leiten wollen. Es gehört zu einem Museum, daß das Alte oft mehr Faszination ausstrahlt als das Neue. Technikmuseen haben daher, ob ihre Planer es wollen oder nicht, im allgemeinen kein ganz unkompliziertes Verhältnis zur Idee des technischen Fortschritts, und das muß man nicht unbedingt bedauern.

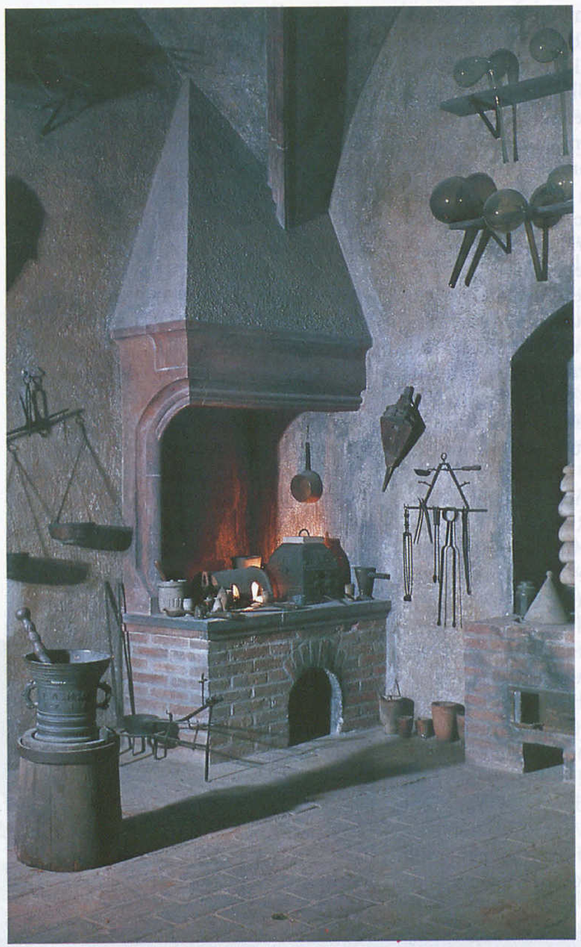
Friedrich Nietzsche stellt in der *Fröhlichen Wissenschaft* die Frage: „Glaubt ihr denn, daß die Wissenschaften entstanden und groß geworden wären, wenn ihnen nicht die Zauberer, Alchimisten, Astrologen und Hexen vorangelaufen wären als die, welche mit ihren Verheißungen und Vorspiegelungen erst Durst, Hunger und Wohlgeschmack an verborgenen und verbotenen Mächten schaffen mußten?" Nietzsches Frage läßt erkennen, daß das herrschende Bild von der Wissenschaftsgeschichte ein anderes war. In der Tat ist bis heute die Vorstellung beliebt, als beginne die Geschichte der deutschen Chemie mit Justus von Liebig und mit Kekulés sechseckigem Modell des Benzolmoleküls. Dennoch hat das Deutsche Museum den alchimistischen Ursprung der Chemie nicht verleugnet: Der Besucher, der sich an den vorgeschriebenen Rundgang hält, betrat schon in der Gründerzeit des Museums die Chemie-Abteilung durch das alchimistische Laboratorium. Schon deshalb, weil sich die moderne Chemie in vielen Bereichen so schwer anschaulich darstellen läßt, war die archaische Hexenküche der Alchimisten als Blickfang nicht zu entbehren.

Wenn ein Technikmuseum wirkungsvoll Besucher anziehen will, dann muß es irgendwie – wenn nicht mit Worten, so doch mit optischen Reizen – den Zusammenhang von Technik und Zauber, Technik und Magie erkennen lassen. Wenn die Technik selbst ihren Ursprung meist in der Praxis hat, so wurzeln die Vorstellungen über Technik doch teilweise anderswo: in der Magie, in den Machtträumen, in der Phantasie des Spiels. Das ist auch ein Grund, weshalb in der Beziehung zwischen einerseits der Geschichte der realen Technik und andererseits der Geschichte der Technik-Diskussionen und der Technik-Phantasien ein so spannungsvolles Verhältnis besteht. Die Geschichte der Raumfahrt- und Roboter-Phantasien ist nicht bloß ein Reflex der realen Technikgeschichte. Und Technikmuseen haben eine Mittelposition zwischen der Real- und der Phantasiegeschichte.

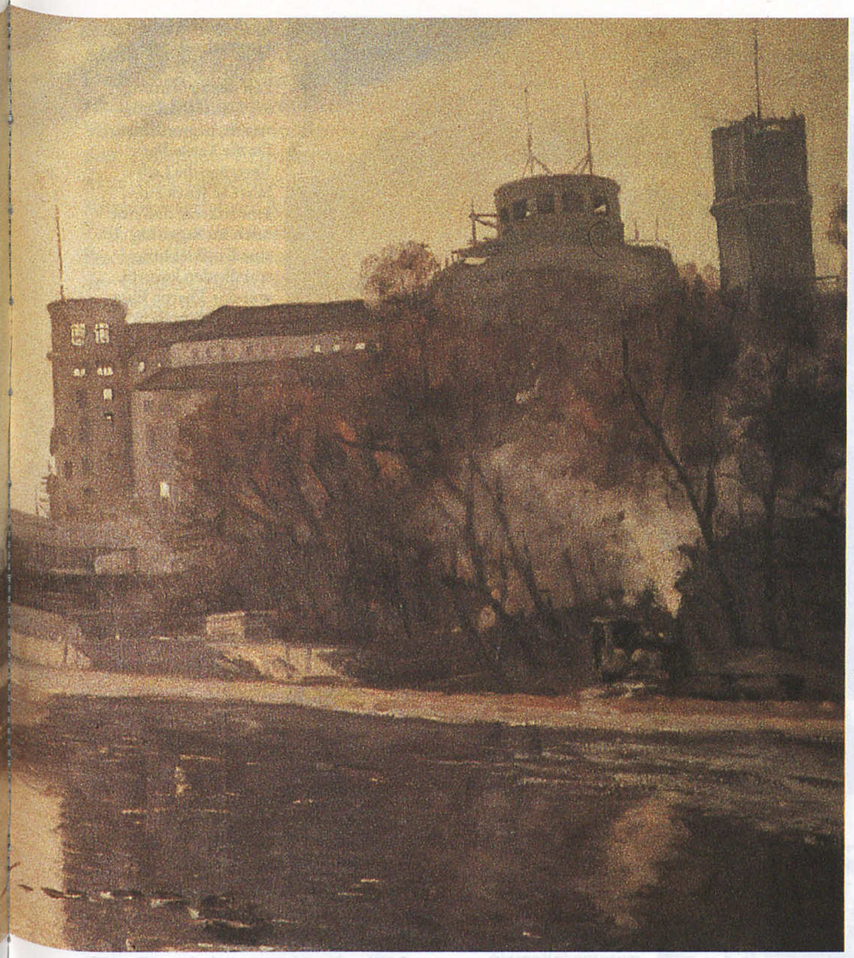
Das Deutsche Museum läßt sich – von seiner Entstehungsgeschichte her betrachtet – als ein Abkömmling jener großen internationalen Industrie- und Gewerbeausstellungen ansehen, die für die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts ungemein charakteristisch waren, und die die Faszination der Technik zu jener Zeit wesentlich begründeten. Oskar von Miller, der Gründervater des Deutschen Museums, wurde ja zuerst berühmt durch sein Starkstrom-Spektakel auf der Frankfurter Elektroausstellung von 1891. Die Elektroausstellungen des späten 19. Jahrhunderts, die mit ihren Lichteffekten unverkennbar in der Tradition der barocken Feu-



Elektrizitätspalast und Wasserschloß auf der Pariser Weltausstellung von 1900.



Das alchimistische Labor im Deutschen Museum, durch das hindurch man seit der Gründerzeit des Museums die Chemie-Abteilung betritt. Vielleicht deshalb, weil sich die Chemie in vielen Bereichen so schwer anschaulich darstellen läßt, ist die archaische Hexenküche der Alchimisten, der Vorgänger der modernen Chemiker, als Blickfang nicht zu entbehren.



Das Deutsche Museum im Bau, Ölgemälde von Franz Frankl aus dem Jahr 1914. Die kulturelle Dimension „der Technik", wie sie zu Beginn des Jahrhunderts gesehen wurde, sollte die Krönung des Museums bedeuten und darin ihren Ausdruck finden, daß sie das höchste Stockwerk des Museumsbaus einnahm.

erwerke standen, waren die Kulmination jenes für das 19. Jahrhundert charakteristischen Ausstellungstyps, der die Technik als großes Fest und als Bestandteil einer Zauberwelt präsentierte.

Gewiß hatte dieser Zauber eine durchaus rationale Grundlage: Das elektrische Licht und der elektrische Kraftantrieb *brauchten* die Propaganda, *brauchten* die Faszination, um sich durchzusetzen; denn das Bedürfnis nach Strom war nicht von selbst da. Die Elektrizität war anfangs viel zu teuer und konnte erst durch das große Netzwerk wirtschaftlich werden; und dafür brauchte sie im voraus die Unterstützung durch Politik und Öffentlichkeit.

Dennoch waren diese großen und so prachtvollen Ausstellungen kein bloßer Reflex ökonomischer Interessen. In der deutschen Industrie gab es ganz im Gegenteil geradezu eine Tradition der Animosität gegen diese Art von Ausstellungen. Die Beteiligung an Ausstellungen kostete viel Geld und brachte oft keinen unmittelbaren Nutzen. Auf derartigen Ausstellungen kamen vor allem kostbare Repräsentationsstücke zur Geltung und nicht billige Massenprodukte, die große Gewinne versprachen.

Das klassische Land der repräsentativen Ausstellungen war Frankreich, viel mehr als Deutschland. In dieser Szenerie der glanzvollen Ausstellungen, wo ganz besonders das Auffallende und Elegante beeindruckte, drohten die typischen Vorzüge vieler deutscher Waren – Billigkeit und Solidität – nicht genügend zur Geltung zu kommen. Immer wieder wurde festgestellt, die Ausstellungen hätten sich überlebt, und sie hätten – nüchtern-ökonomisch betrachtet – eigentlich keinen Sinn. Und dennoch gab es immer neue große Ausstellungen.

Obwohl Informationen über neue Technik auf anderen Wegen eigentlich früher, präziser und ausführlicher hätten bekommen werden können, haben die Weltausstellungen und die großen Elektroausstellungen für die Technikgeschichte offenbar eine erhebliche Bedeutung besessen, wenn es in der Literatur vielleicht auch teilweise eine Tendenz gibt, diese Bedeutung zu übertreiben. Felix Pinner, der Verfasser des Buches *Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter,* verglich Rathenaus Reise zur Weltausstellung in Philadelphia 1876 mit dem am Anfang von Nietzsches *Zarathustra* beschriebenen Gang des Propheten ins Gebirge, wo er die Offenbarungen empfing. Riedler ist in seinem Rathenau-Buch an diesem Punkt zurückhaltender. Dennoch war, alles in allem, die Bedeutung der Weltausstellungen für die Technik merkwürdig groß.

Von den Leistungen des amerikanischen Schnellstahls hatte man schon vor 1900 gehört, aber geargwöhnt, es handele sich um amerikanischen Bluff; erst als man sie auf der Pariser Weltausstellung von 1900 vorgeführt bekam, ließ man sich überzeugen. Ähnlich wirkte der durch eine Starkstrom-Fernleitung angetriebene Wasserfall auf der Frankfurter Elektroausstellung von 1891. „Technologie-Transfer" ist eben nicht so ein mechanischer Vorgang, wie dieser nicht sehr glückliche Begriff suggeriert; er vollzieht sich nicht nur über Information, über Zahlen und Zeichnungen, sondern ganz entscheidend auch über die unmittelbare Anschauung, über Faszination, über die Wahrnehmung internationaler Trends und nicht zuletzt über die Psychose des internationalen Wettlaufs und die durch ihn angestachelten Prestige-Ambitionen.

Die Pariser Weltausstellung von 1900 war der höchste Gipfel, aber auch das Ende der klassischen Ära der Weltausstellungen. Die Gründung des Deutschen Museums fiel bereits in die Zeit einer gewissen Ausstellungsmüdigkeit hinein. Das Museum läßt sich nicht nur als Erbe der Weltausstellungen, sondern auch als Zeitgenosse dieser Erschöpfung interpretieren. Es wurde nicht in einem lichtdurchfluteten, aber vergänglichen Glaspalast inszeniert, sondern in einem außerordentlich massiven Bau. Es entstand in einer Zeit, als man glaubte, daß die Welt der Technik eine stabile, übersichtliche Struktur angenommen habe, die Wege des Fortschritts klar vor Augen lägen und daher eine Präsentation von dauerhafter Gültigkeit möglich sei.

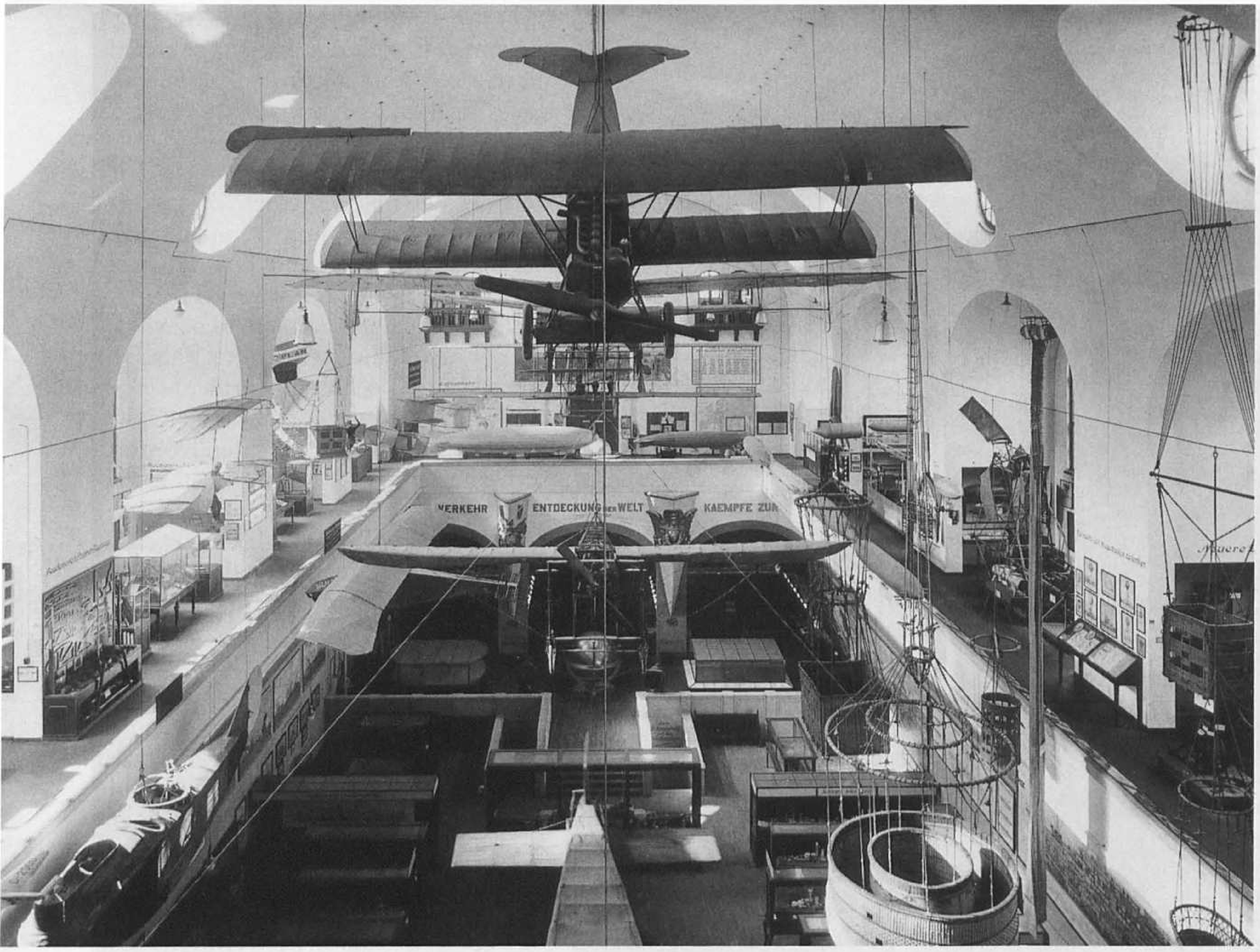
Es gab noch einen wichtigen Unterschied zu den Weltausstellungen: Deren Thema war noch nicht „die" Technik gewesen; überhaupt scheint „die" Technik bis zum Ende des 19. Jahrhunderts noch kein allgemein gebräuchlicher Begriff und noch keine zusammenhängende Vorstellung gewesen zu sein. Die Weltausstellungen präsentierten die Technik als einen Bestandteil von Kunst und Kultur, sie umgaben sie mit einer tropischen Fülle von historistischem Prunk, und dieser Historismus enthält einen immanenten Zweifel an der Unendlichkeit des technischen und künstlerischen Fortschritts. Die Faszination dieser Ausstellungen wurde ganz wesentlich durch den Kontrast zwischen der modernen Technik und dem exotischen Kunsthandwerk hervorgerufen, wobei der Zauber Indiens in den Augen vieler Betrachter die Maschinen nicht selten in den Schatten stellte.

Im Deutschen Museum war das anders. Es entstand in einer Zeit, in der „die" Technik zu einem stehenden Begriff, zu einer zusammenhängenden Vorstellung und einem Thema für kulturphilosophische Betrachtungen geworden war. Und diese Technik stand allein im Zentrum des Museums: Sie war die Quelle aller Faszination.

Eigentlich hätte die kulturelle Dimension der Technik die Krönung des Museums bedeuten und das höchste Stockwerk des Museumsbaus einnehmen sollen; aber daraus wurde nichts. Diese Unterlassung wurde schon 1905 von Alois Riedler, dem damals führenden Maschinenbaulehrer, in einer Denkschrift kritisiert. Die Bedeutung der Technik liege in ihrer Wirkung auf den Menschen, heißt es da; Maschinen, Apparate und Instrumente seien nur Hilfsmittel; zur Technikgeschichte gehörten auch die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse, unter denen Technik entstand und wirkte. Einwände, die sich heute sehr modern anhören!

Gerade in der Zeit um die Jahrhundertwende, als das moderne Design aufkam, die „Stadttechnik" zum großen Netzwerk wuchs und die Haushalte in ein System von Röhren und Drähten einbezogen zu werden begannen, wurde die kulturelle Tragweite der modernen Technik so deutlich wie nie zuvor. Für das damalige München galt das allerdings noch nicht in gleichem Maße wie für Frankfurt oder Berlin. Vielleicht ist eine gewisse Art von naiver Freude an den techni-

Fotos: Deutsches Museum (l.); K & T (r.)



Blick in die Halle Flugtechnik, wie sie sich um 1925, zur Zeit der Eröffnung des Deutschen Museums, präsentierte. Da die Versailler Verträge die Luftfahrt so stark einschränkten, daß nur noch im Segelflug eine Entwicklung stattfinden konnte, war das Thema Flugtechnik damals in hohem Maße mit nationalen Emotionen besetzt.

schen Dingen am ehesten möglich in einem solchen kulturellen Milieu, wo die Technik noch etwas von einer Kuriosität und einem besonderen Ereignis hat und noch nicht omnipräsent ist und das gesamte Leben durchdringt.

Die Weltausstellung in Philadelphia 1876 hatte dem damals führenden deutschen Maschinenbaulehrer Franz Reuleaux Anlaß zu einer berühmten und vielzitierten Polemik gegeben, in der er behauptete, die deutschen Produkte wirkten, so wie sie sich der Welt präsentierten: „billig und schlecht". Natürlich rief diese Äußerung in Deutschland große Empörung hervor; aber „billig und schlecht" wurde in der Folge auch zum Standardargument der Forderung nach Qualitätsproduktion und nach einer Neubelebung des Kunsthandwerks.

Es war vielleicht ein typisch deutsches Ideal, handwerkliche Meisterschaft und innovatorische industrielle Produktionsweise miteinander zu vereinen, ähnlich wie sich am Ende von Richard Wagners *Meistersingern* der kühne Neuerer mit den biederen Handwerksmeistern versöhnt. Dieses Ideal klingt in Oskar von Millers Rundschreiben vom 1. Mai 1903 an, in dem er erstmals für sein künftiges Museum warb und das Ziel vor Augen stellte, „wie für die Meisterwerke der Kunst und des Gewerbes, auch für die Meisterwerke der Wissenschaft und Technik eine Sammlung" anzulegen sei. Aber das Ideal der „Meisterwerke" bekam zu jener Zeit einen mehr und mehr anachronistischen Zug. Gerade in der Zeit der Jahrhundertwende verstärkte sich unter dem Druck wachsender Konkurrenz und im Zuge der ersten Amerikanisierungsschübe der Trend zu billiger Massenproduktion.

Die Freude des Ingenieurs an der technischen Vollkommenheit einer Konstruktion, die durch ein Museum der technischen „Meisterwerke" genährt wurde, bekam den Charakter einer Verführung, die von der Notwendigkeit, Konstruktionen von vornherein im Blick auf billige Massenproduktion zu entwerfen, ablenkte. Man muß die historische Stellung des Deutschen Museums innerhalb dieser Szenerie zu bestimmen suchen. Die Sammlungen des Deutschen Museums enthielten in dieser Situation der Wende zwangsläufig einen gewissen nostalgischen Zug, auch wenn die Texte, die den Dingen beigegeben wurden, ganz frei von Nostalgie waren. Dennoch war Oskar von Miller in seiner mächtigen Person nicht nur eine Verkörperung der alten, sondern auch der neuen Technik. Seine Gestalt bot die tröstliche Versicherung, daß es zwischen dem Alten und dem Neuen am Ende doch eine charaktervolle Harmonie gab.

Miller wollte, wie er in seinem Rundbrief von 1903 schrieb, daß sein Museum „gleichzeitig zu einer Ruhmeshalle für die hervorragendsten Männer der Wissenschaft und Technik" werde. Also sozusagen eine Walhalla der Technik. Wenn aber das Deutsche Museum das Hohe Lied des Erfinders, der großen Einzelpersönlichkeit intonierte, so war es gegenüber dem, was nach der Jahrhundertwende in der Technik als modern galt, anachronistisch.

Nicht die Erfindung des einzelnen, sondern die von einer großen Organisation getragene Entwicklung bis zur Industriereife galt als der Innovati-

onstypus der neuen Zeit. Der erwähnte Alois Riedler, der das Konzept des Deutschen Museums nicht besonders schätzte, bekämpfte die herkömmliche Vorstellung, daß es in der Technik auf den einzelnen Erfinder und auf die neue Idee ankomme, geradezu als gefährliche Irrlehre. Als ich vor einiger Zeit in einem Antiquariat Riedlers Buch *Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft* kaufte, fand ich in dem Buch zu meinem Entzücken einen persönlichen Brief Riedlers an den ursprünglichen Besitzer dieses Exemplars, in dem er erklärte, er habe das Opus mit dem „Hintergedanken" geschrieben, „die Jugend vor der unseligen, Zeit und Kräfte raubenden Überschätzung der bloßen Idee zu bewahren". Und er gab zu erkennen, daß seine eigentliche Zielscheibe dabei die Lebenserinnerungen des alten Werner von Siemens waren, der dort nicht den Geschäftsmann, sondern ganz den Wissenschaftler und von neuen Ideen beseelten Erfinder herauskehrte. Riedler ereiferte sich darüber, daß dieses Buch mit seinen falschen verführerischen Sirenenklängen „jedem Jungen auf den Weihnachtstisch gelegt" werde. Die Siemens-Dynastie gehörte jedoch stets zu den wichtigsten industriellen Förderern des Deutschen Museums, und der Geist des Werner von Siemens hat das Museum gewiß weit mehr geprägt als die damals modernen Vorstellungen eines Alois Riedler.

Daß unter dem einfachen Namen „Deutsches Museum" ohne weiteren Zusatz ein Museum der *Technik* firmierte – welch ein Unterschied zu dem universalen Gehalt des *British Museum*! –, war bemerkenswert und erregte den Anstoß mancher Zeitgenossen. Oskar von Miller versicherte in seinem Rundschreiben von 1903, die geplante Sammlung würde „dazu dienen, den Ruhm des deutschen Vaterlandes zu mehren". Die Namensgebung „Deutsches Museum" für ein Technikmuseum suggerierte, daß es eine spezifisch deutsche Technik gebe und sich die deutsche Kultur besonders in der Technik manifestiere. Noch eine Generation davor wäre eine derartige Vorstellung ganz abwegig erschienen. Zwar konnte man in der Technik durchaus deutsche Wege erkennen, aber diese waren nicht unbedingt rühmenswert und zur Präsentation in einem Museum geeignet; man muß nur an das Reuleaux-Verdikt „billig und schlecht" erinnern. Ein deutsches nationales Selbstbewußtsein konnte sich auf die Wissenschaft und die Kunst, aber schwerlich auf die Technik berufen.

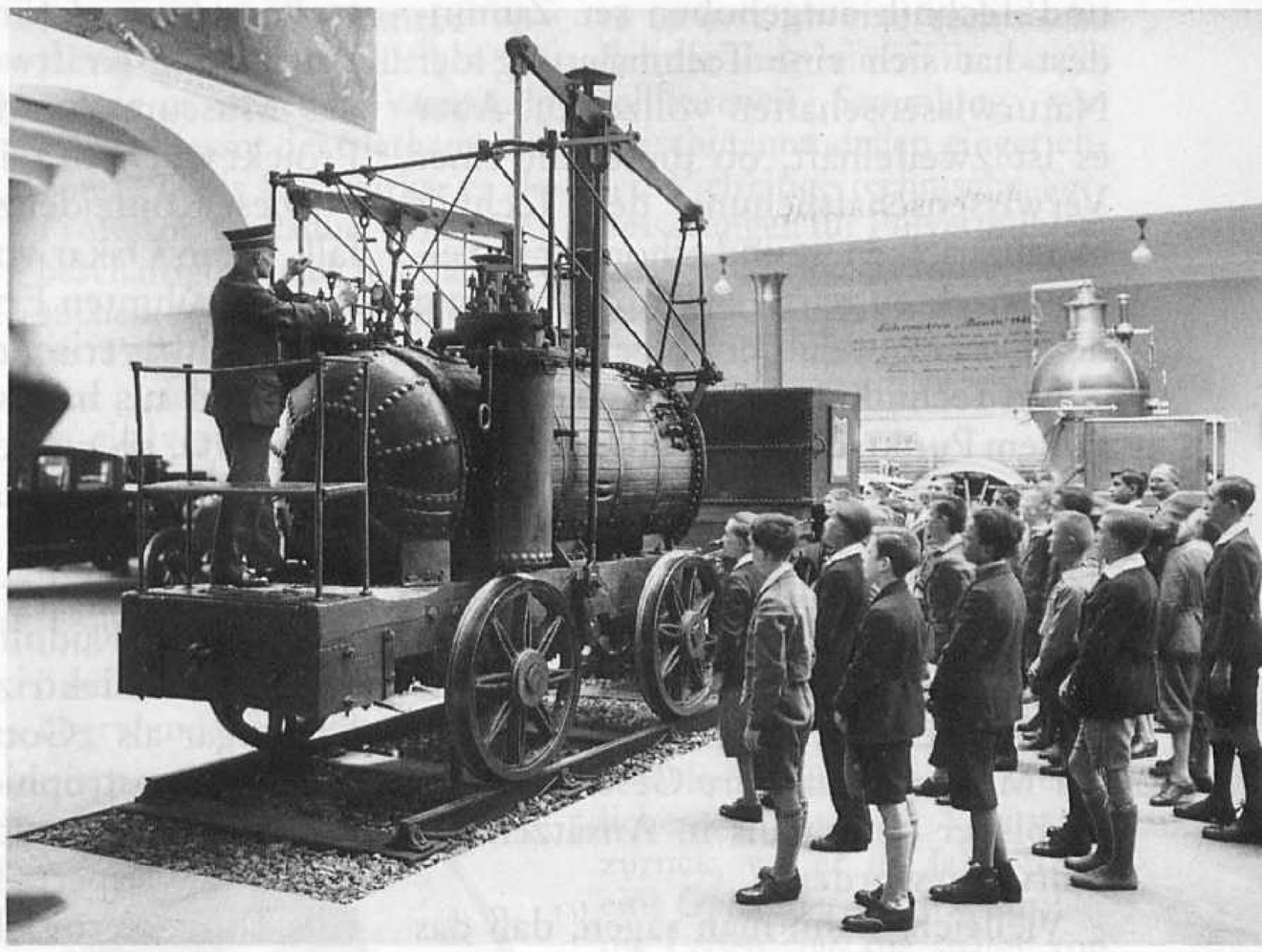
Am Ende des 19. Jahrhunderts hatte sich jedoch die Situation verändert: Der Fortschritt zur industriellen Qualitätsware war teilweise gelungen, und mit Schwerindustrie und Schwermaschinenbau, Elektrotechnik und Chemie, optischer Industrie und Instrumentenbau hatte die deutsche industrielle Technik ein Profil bekommen, das sie mehr oder weniger bis heute prägt.

Dabei ist allerdings zu beachten, daß die schwerindustrielle Technik im Deutschen Museum nicht in *dem* Maße im Mittelpunkt stand, wie es dem damaligen industriellen Profil des Deutschen Reiches entsprochen hätte. Im Unterschied zu früheren Weltausstellungen fehlten die Krupp-Kanonen. Besonders in der Entstehungszeit besaß das Museum einen gewissen bayerisch-süddeutschen Einschlag. Um noch einmal Millers Rundschreiben von 1903 zu zitieren: Da legt er Wert darauf, „zu zeigen, daß auch Bayern seit jenen Zeiten, da die erste Bahn des Kontinents zwischen Fürth und Nürnberg verkehrte, da die ersten telegraphischen Versuche auf der Sternwarte in München stattfanden, mit in erster Linie unter den deutschen Staaten den Fortschritt in Handel und Industrie zu fördern wußte".

Das hat damals vermutlich für viele etwas euphemistisch geklungen; denn der Mangel an Kohle galt als ein schweres Handicap des technischen Fortschritts in Bayern. Heute sieht es ganz anders aus: Überall werden die alten Hochburgen der Schwerindustrie von anderen, vielseitigeren Regionen überflügelt, und München wurde zur Metropole der *High Tech*. Mit Recht wird schon für die ältere Zeit Bayerns latenter „Reichtum an technischer Kultur" hervorgehoben: Wenn das Deutsche Museum nicht zuletzt auf diesen Reichtum hinweisen wollte, war es zukunftsträchtiger, als wahrscheinlich selbst manche seiner Gründer glaubten.

Das Emblem des Deutschen Museums zeigt eine Eule auf einem Zahnrad: das Symbol der Wissenschaft auf dem Symbol der Technik. Das Deutsche Museum sollte ein wissenschaftlich-technisches Museum sein. Später behauptete Werner Heisenberg sogar, das Museum „sollte ja gar nicht primär das Interesse für Technik wecken, sondern es sollte den Einfluß der wissenschaftlichen Forschung auf die Technik darstellen". Die gesamte Struktur des Museums ist darauf angelegt, den Unterschied zwischen Wissenschaft und Technik zu verwischen.

Selbst die Elektrotechnik wurde als angewandte Physik präsentiert. Mit Vorliebe erweckt das Museum den Eindruck, als gehe die Technik aus wissenschaftlichen Experimenten hervor, die hier und jetzt jeder nachvollziehen könne: eine didaktisch gewiß faszinie-



Technische Artefakte waren und sind – nicht nur im Deutschen Museum – Lieblinge der Publikumsgunst. So etwa die 1813 gebaute „Puffing Billy", die erste taugliche Dampflokomotive, die auf einer Zechenbahn im nordenglischen Newcastle verkehrte. Die Aufnahme der Schulklasse, die eine Nachbildung der „Puffing Billy" im Deutschen Museum bestaunt, entstand um das Jahr 1939.

Fotos: Deutsches Museum

rende Idee, die jedoch kein realistisches Bild von den Triebkräften der Technikgeschichte vermittelt. Teilweise war die Betonung der Wissenschaft dazu geeignet, zugleich das *deutsche* Element der Technikgeschichte zu betonen; denn der Ruhm der deutschen Wissenschaft war älter als der Ruhm der deutschen Technik, und die Verwissenschaftlichung galt seit dem 19. Jahrhundert als der spezifisch deutsche Weg in der Technik. Da spielte der alte Traum von der Versöhnung von Geist und Materie hinein; nicht nur bürgerliche Idealisten, sondern auch Sozialisten erhofften sich von der Verwissenschaftlichung der Technik die Vergeistigung der Arbeitswelt.

Um die Jahrhundertwende war der Eindruck, daß die Technik ihren Ursprung in der Wissenschaft habe, aufs Ganze gesehen sicherlich falsch: Selbst die damals neuen Industrien Chemie und Elektrotechnik waren längst nicht in dem Maße, wie sie es gerne darstellten, Kinder der Wissenschaft. Von den heutigen neuen Technologien dagegen wird häufig behauptet, daß hier der Unterschied zwischen Wissenschaft und Technik aufgehoben sei. Zumindest hat sich eine Technisierung der Naturwissenschaften vollzogen. Aber es ist zweifelhaft, ob diese mit einer Verwissenschaftlichung der Technik gleichzusetzen ist und schon gar mit einer perfekten geistigen Durchdringung der Technik und ihrer Folgen.

Ein Technikmuseum bietet jedoch in diesem Punkt, ob es das will oder nicht, insofern ein gewisses Korrektiv, als seine Anziehungskraft nicht so sehr von den wissenschaftlichen Grundlagen, sondern weit mehr von den sinnlichen Qualitäten der Technik lebt. Auch die Sinnlichkeit der Technik, die Erotik der Maschine, hat ihre Geschichte; sie ist bisher bestenfalls in Ansätzen geschrieben worden.

Vielleicht kann man sagen, daß das Deutsche Museum in der Geschichte der Erotik der Technik einen bestimmten Ort hat: Es entstand zu einer Zeit, als die sinnlichen Reize der Technik mit elektrischem Licht, den neuen Farben der Chemie, dem Fahrrad, Auto, Flugzeug, Film einen historisch einmaligen Höhepunkt erreichten – als die Technik mehr denn je bis in das Unterbewußte der Menschen, bis in die Träume und in die Wahnvorstellungen der Irrenhausinsassen drang – als aber auch die neue Technik in ihrem Innenleben immer undurchsichtiger, immer weniger intuitiv nachvollziehbar wurde.

Dennoch sollte man sich davor hüten, aus dem Fortschritt zur Komplexität und zur Entfernung von den menschlichen Sinnen ein Dogma und ein Gesetz der modernen technischen Entwicklung zu machen. Damit technische Produkte ihre Käufer finden, müssen sie ihre sinnlichen Reize haben, und zwar um so mehr, je weniger sie einer dringenden Lebensnotwendigkeit entsprechen. Damit der Mensch die Technik auch bei Störfällen beherrschen und blitzschnell reagieren kann, muß es intuitive Zugänge zur Technik geben. Es könnte eine Aufgabe von Technikmuseen sein, daran zu erinnern.

Und nicht zu vergessen: Damit technische Großprojekte, die staatliche Unterstützung brauchen, durchsetzbar werden, müssen sie Faszination ausstrahlen, und das um so mehr, je weniger ihr Nutzen kalkulierbar ist. Zur gleichen Zeit, als Oskar von Miller im Deutschen Museum die Technik als faszinierende nationale Tat präsentierte, kämpfte er dafür, daß der Staat das Walchensee-Kraftwerk bauen solle; das Museums- und das Walchensee-Projekt wuchsen zeitlich parallel.

Diese Koinzidenz ist gewiß kein Zufall. Wenn Oskar von Miller, der Sohn eines berühmten Erzgießers, äußerlich wie ein altbayerisches Original und wie ein Mann aus handwerklicher Tradition wirkte, so war er tatsächlich doch der höchst zukunftsträchtige Typ des Projekt-Managers. Zwar gab er sich gerne als Techniker; aber er, den sein Hagiograph Rudolf Pörtner als „Napoleon der Elektrizität" und schließlich sogar als „Gottvater der Elektrizität" apostrophierte, hatte nie Elektrotechnik studiert. Er war kein wirklicher Experte für technische Details, sondern vor allem ein glänzender Experte für die Art und Weise, wie man einen öffentlichen Konsens herbeiführte; und ein Teil dieser virtuosen Kunst war die Gründung des Deutschen Museums.

Theodor Heuss schrieb, in Miller stecke „vor allem auch das Kind mit ungebrochenem Spieltrieb". Wie kein anderer großer Technik-Manager seiner Zeit konnte er eine naive Freude und Zuversicht ausstrahlen, die die Besorgnisse gegenüber neuartigen technischen Risiken zerstreute. Nach Tschernobyl wurde der Geist Oskar von Millers beschworen, um das Projekt der Wiederaufbereitungsanlage bei Wackersdorf zu retten. Aus heutiger Sicht ist Miller als Archetyp gewiß keine unproblematische Gestalt, ebenso wie der von ihm seinem Museum eingeflößte Geist überdacht werden muß. Aber das spielerische, suggestive, phantastische Element der Technik – so gefährlich es werden kann – ist nicht prinzipiell etwas Schlechtes; denn Spiel, Phantasie und Faszination gehören zum menschlichen Glück.

Gefährlich wird es vor allem dann, wenn man diese irrationalen Elemente der Technik nicht sieht und nicht reflektiert.

Die besondere Mission eines Technikmuseums könnte darin liegen, das spielerische und phantastische Element der Technikgeschichte offenzulegen. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Friedrich Dessauer: Philosphie der Technik. Bonn 1927.

Ders.: Streit um die Technik. Frankfurt am Main, 2. Aufl. 1958.

Conrad Matschoß (Hrsg.): Das Deutsche Museum. Geschichte, Aufgaben, Ziele. Berlin/München, 3. Aufl. 1933.

Felix Pinner: Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter. Leipzig 1918.

Rudolf Pörtner: Oskar v. Miller. Düsseldorf 1987.

Joachim Radkau: Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Frankfurt am Main 1989.

Franz Reuleaux (Hrsg.): Der Weltverkehr und seine Mittel, II. Leipzig/Berlin, 8. Aufl. 1888.

Alois Riedler: Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft. Berlin 1916.

DER AUTOR

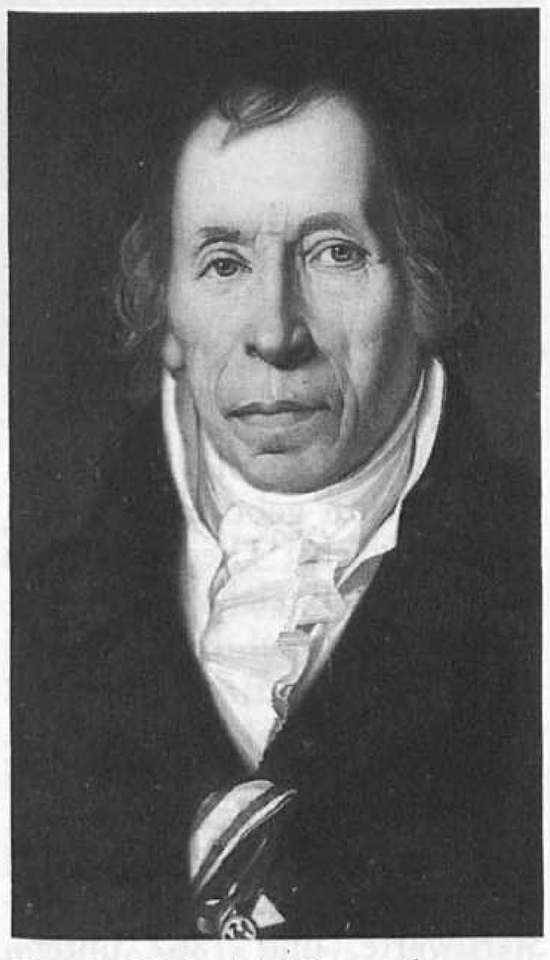
Joachim Radkau, geboren 1943, Dr. phil., lehrt als Professor Neuere Geschichte mit besonderer Berücksichtigung der Technikgeschichte an der Universität Bielefeld. Bekannt wurde er vor allem durch „Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft" (1983) und durch sein 1989 in der Edition Suhrkamp, Frankfurt/Main, erschienenes Buch „Technik in Deutschland". – Dem hier veröffentlichten Beitrag liegt ein für *Kultur & Technik* bearbeiteter Vortrag Joachim Radkaus an der „Cité des sciences et de l'industrie" in Paris zugrunde.

GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR

Januar–März 1992 / Von Sigfrid von Weiher

1. 1. 1817

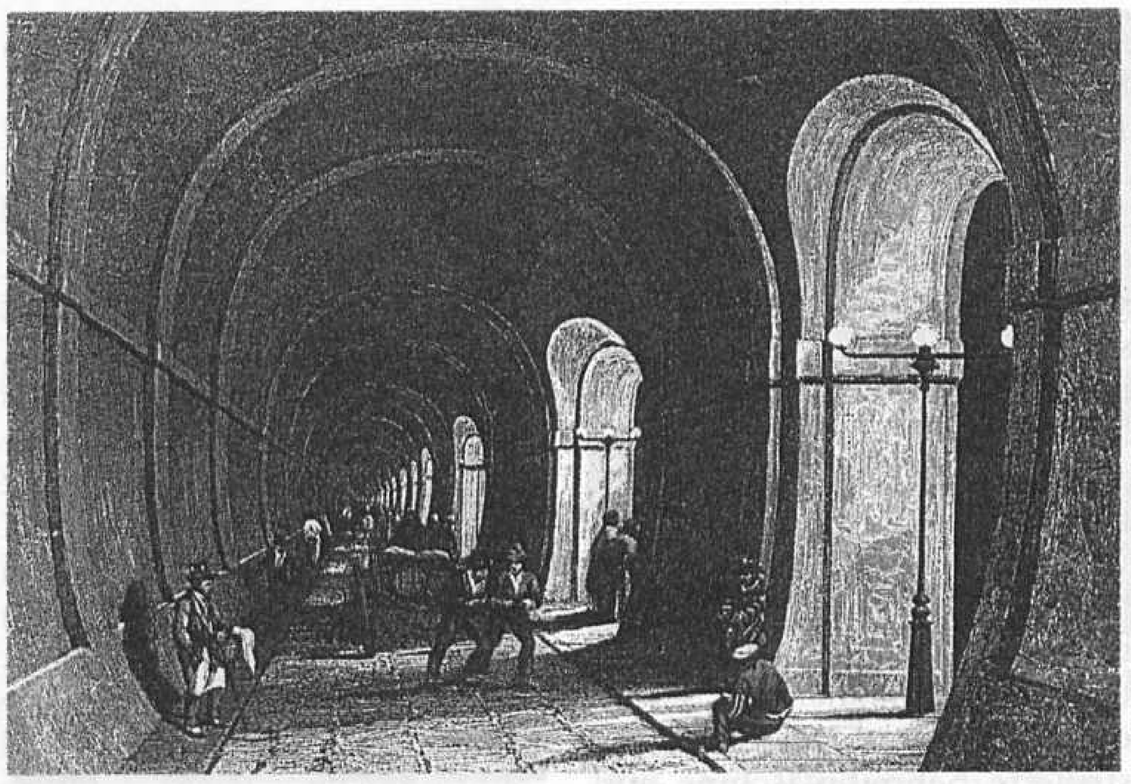
In Berlin stirbt, im 74. Lebensjahr, der Chemieprofessor **Martin Heinrich Klaproth.** Als einer der ersten Anhänger Lavoisiers in Deutschland wandte er sich – damals noch Apotheker in Berlin – gegen die Phlogiston-Theorie. In seinem Laboratorium entdeckte er 1789 den Elementarcharakter des **Urans.** Maßgeblichen Anteil hatte er auch an der Entdeckung weiterer sechs Elemente: Zirkon, Strontium, Titan, Chrom, Tellur und Cer. 1801 wurde ihm die Leitung des chemischen Labors der Akademie anvertraut. Aufgrund seiner herausragenden Forschungen und Fachpublikationen wurde er 1810 erster Ordinarius für Chemie an der neuen Berliner Universität.



Martin Heinrich Klaproth (1743–1817).

2. 1. 1867

Auf seinem Landgut bei Hamburg stirbt im 84. Lebensjahr der frühere Reeder **Robert M. Sloman.** Gebürtiger Engländer, hatte er 1836 die erste regelmäßige Segelschiff-Linie zwischen Hamburg und New York eingerichtet. Weniger erfolgreich war seine **Dampfschiff-Unternehmung** zwischen **Hamburg und New York**, da der Dampfer auf der dritten Reise, 1850, verlorenging. Aber in der Pionierzeit hatte er seinen Beitrag geleistet.



Der von Marc Isambard Brunel erbaute Themse-Tunnel, 1842.

5. 1. 1842

In Weisweil am Rhein wird **Carl Engler** geboren. Ihm verdanken wir die Theorie, daß **Erdöl** durch Zersetzung organischer Substanzen entstanden sei. 1876 wurde er an der Technischen Hochschule Karlsruhe Professor für chemische Technologie, ab 1887 auch für reine Chemie. Zwischen 1909 und 1919 veröffentlichte er in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Geologen H. v. Höfer das fünfbändige Standardwerk *Das Erdöl.* Sein Name lebt fort in der Maßeinheit **Engler-Grad,** mit der man die Viskosität eines Öls angibt.

5. 1. 1917

Die deutsche **Großfunkstation Nauen bei Berlin** nimmt die regelmäßige **Sendung des Zeitzeichens** auf. Sie empfängt es über Spezialkabel von der Sternwarte Hamburg-Bergedorf.

7. 1. 1842

Der von dem Ingenieur **Marc Isambard Brunel** (1769–1849) erbaute erste **Tunnel unter der Themse** zwischen Rotherhithe und Wapping, wird nach 17jähriger Bauzeit in Betrieb genommen. Hierbei wurde der 1818 von Brunel entwickelte Bohrschild zum Bau einer „Gallerie" oder einer „Brücke unter Wasser" erstmals angewendet. Der Begriff **Tunnel** hat sich erst anläßlich dieser Erstausführung eingeführt und bis heute durchgesetzt.

8. 1. 1642

In Arcetri/Italien stirbt 78-jährig **Galileo Galilei.** 1589 wurde er in seiner Vaterstadt Pisa Professor der Mathematik, von 1592 bis 1610 wirkte er als Professor in Padua. Um 1590 beschäftigte er sich mit Fallversuchen, 1609 formulierte er seine **Fall- und Pendelgesetze.** Zur gleichen Zeit konstruierte er ein verbessertes **Fernrohr.** Seine Entdeckungen und seine Schriften trugen maßgeblich dazu bei, daß sich das kopernikanische Weltbild durchsetzte und die noch von Aristoteles bestimmte Naturwissenschaft überwunden wurde.

Galileo Galilei (1564–1642).

8. 1. 1817

In einer Eingabe an das preußische Finanzministerium fordert **Karl Friedrich Schinkel** (1781–1841) in seiner Eigenschaft als Oberbaurat für die Erhaltung und Pflege von Baudenkmälern die Sicherung der Bausubstanz des 1273 gegründeten **Klosters Chorin.** Unter Hinweis auf den künstlerischen Wert des in rotem Backstein errichteten gotischen Bauwerks legte er damit den Grund für eine künftige Inventarisation durch den Staat und damit für die Durchführung konservatorischer technischer Maßnahmen. Dies war ein entscheidender Schritt zur späteren **Landesdenkmalpflege.**

12. 1. 1667

In Ulm stirbt, kurz nach Vollendung seines 75. Lebensjahres, der schwäbische Ingenieur **Joseph Furttenbach.** 1627 hatte er in Ulm eine **technische Schule** mit einer ihr angeschlossenen Sammlung von Maschinenmodellen eingerichtet. Vielseitige technische Verbesserungen für Pulvermühlen, für Straßenbeleuchtung und auch für das Bauwesen hatten seinen Namen bekannt gemacht.

14. 1. 1767

In Rathenow/Mark Brandenburg wird **Johann Heinrich Duncker** geboren. Er studierte in Halle evangelische Theologie. Zum Gelderwerb schliff er als Student optische Gläser. 1789 kehrte er als junger Geistlicher in seine Vaterstadt zurück, wo er im Jahre 1800 eine *Optische Industrie-Anstalt* ins Leben rief, die später von seinem Sohn, dann von seinem Neffen Emil Busch mit Erfolg ausgebaut wurde. Pfarrer Duncker wurde damit der Begründer der **Rathenower optischen Industrie,** die es zu Weltruf brachte.

17. 1. 1867

Vor der Preußischen Akademie der Wissenschaften in Berlin verliest Professor **Gustav Magnus** eine Arbeit von **Werner**

Abb.: Deutsches Museum (M.); Sammlung von Weiher (2)

Siemens *Über die Umwandlung von Arbeitskraft in elektrischen Strom ohne Anwendung permanenter Magnete.* Damit wurde die **Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips** der Wissenschaft bekanntgegeben. Und damit begann das Zeitalter der wirtschaftlichen Starkstromtechnik mit Generatoren und Motoren.

22. 1. 1817

In Harkorten bei Haspe/ Westfalen wird **Johann Caspar Harkort** geboren. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts übernahm er die Leitung des väterlichen Betriebes, der sich dem Bau von Eisenbahnwagen und seit 1846 besonders auch dem Brückenbau zugewandt hatte. Johann Caspar entschied sich früh, Entwicklung und Bau großer Eisenbrücken an einen größeren Standort, nach Duisburg, zu verlegen, von wo aus sein Ruf als Fachmann bald in aller Welt bekannt wurde. Für die **Wiener Weltausstellung 1873** schuf er das Wahrzeichen, die große, in Eisenskelettbau ausgeführte **Rotunde** mit einer Höhe von 85 Metern, ein Meisterwerk des Eisenbaues. Von seinen **Brückenbauten** seien hier nur die Rheinbrücke von Düsseldorf-Hamm und die Elbbrücke bei Hamburg-Harburg genannt.

25. 1. 1817

Der englische Unternehmer **John Cockerill** (1790 – 1840), dessen Vater sich bereits in Verviers mit einer Maschinenfabrik niedergelassen hatte, erwirbt das **Schloß Seraing** für nur 45 000 Gulden und entwickelt daraus mit finanzieller Unterstützung der Niederlande ein vielseitiges **Industrie-Etablissement.** Hüttenbetriebe, Walzwerke, Maschinen- und Textilmaschinenbau sowie Gießereien bilden den Kern des ständig expandierenden Unternehmens. Seraing wurde für den 1830 gegründeten neuen Staat Belgien zur wirtschaftlichen Basis.

25. 1. 1867

Peter Mitterhofer (1822 – 1893), ein Tiroler Zimmermann aus Meran, der im Dezember 1866 die von ihm erfundene und aus Holz konstruierte **erste betriebsfähige Schreibmaschine** nach Wien gebracht hatte, erhält vom Wiener Polytechnikum ein **Gutachten,** als Anerkennung für seine Maschine 150 Gulden. Doch damit war es Mitterhofer nicht möglich, seine Erfindung zu perfektionieren. Wenig später brachten die Amerikaner eine selbst entwickelte und rationell konstruierte Schreibmaschine aus Metall erfolgreich auf den Weltmarkt.

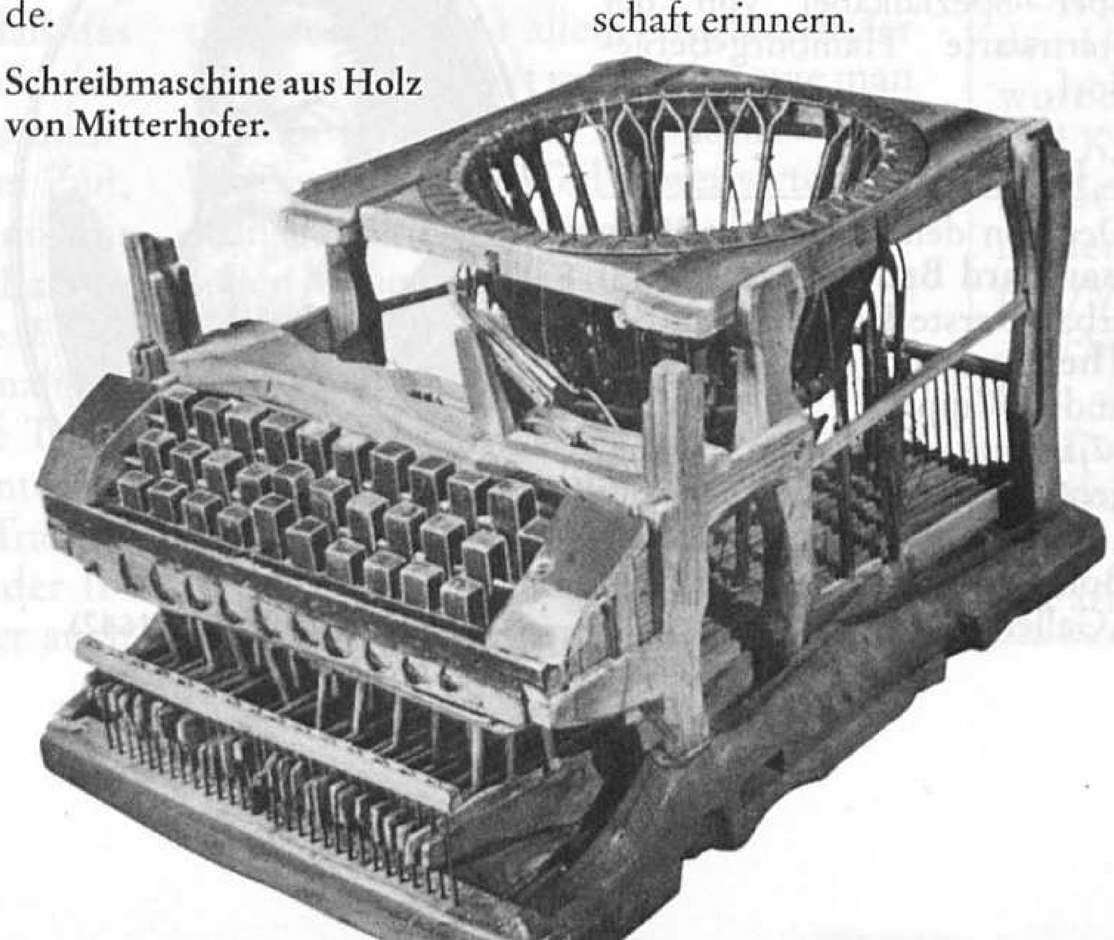
1. 2. 1842

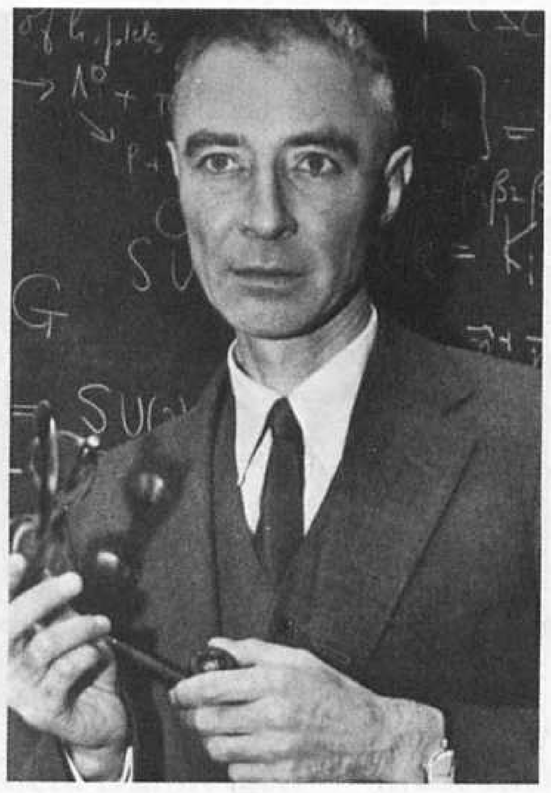
In Lingen/Ems wird **Wilhelm Raydt** geboren. Als Gymnasiallehrer für Physik in Hannover tätig, beschäftigte er sich mit der **Verflüssigung von Kohlensäure** einschließlich der Frage ihrer praktischen Nutzung. 1870 gelang ihm ein Verfahren zur künstlichen Mineralwasser-Herstellung sowie ein sinnvolles System der Bierabfüllung. 1885 stellte die Firma Krupp nach Raydts System die erste **Kältemaschine mit Kohlensäure** her.

9. 2. 1867

In Bühl in Baden wird **Julius Ruska** geboren. Sein Lebenswerk betraf die Erforschung der mittelalterlichen **Alchemie.** Bekannter wurde sein Sohn Ernst (1906–1988), der für seine Mitwirkung an der Erfindung des Elektronenmikroskops 1931 noch 1986 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde.

Schreibmaschine aus Holz von Mitterhofer.





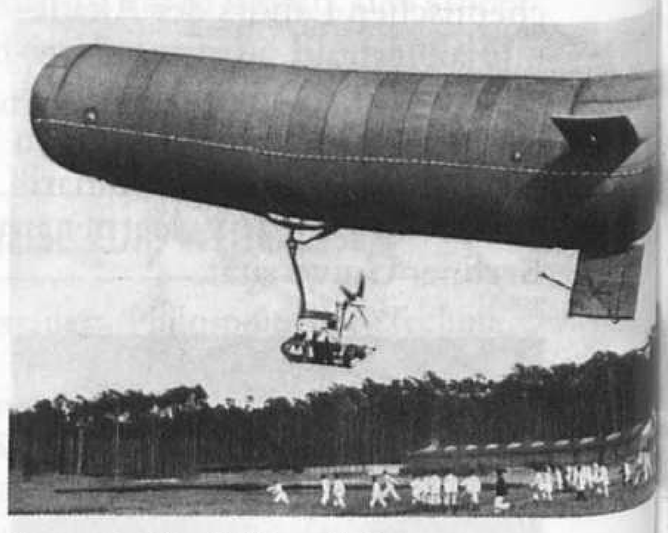
J. Robert Oppenheimer (1904–1967).

18. 2. 1967

In Princeton/New Jersey, USA, stirbt im 63. Lebensjahr der Physiker **Robert Oppenheimer,** der Sohn eines deutschen Auswanderers aus Hanau. Früh an kernphysikalischen Problemen interessiert, studierte er an der Harvard University und am Cavendish Laboratory unter Rutherford und promovierte in Göttingen mit einer quantentheoretischen Arbeit. Seit 1942 im Auftrag der amerikanischen Armee mit dem Aufbau einer Fabrikation und Entwicklung von Atombomben beschäftigt, gelang ihm in der Wüste von New Mexico die Auslösung der **ersten Atombomben-Explosion** am 16. Juli 1945. Am Einsatz der Atombomben in Japan war er nicht beteiligt. Seine Erwähnung in diesem Kalender möge an die Problematik des technisch Machbaren und an die Verantwortung der Wissenschaft erinnern.

22. 2. 1942

In Berlin stirbt im 82. Lebensjahr **August von Parseval.** Mit Hans Bartsch von Sigsfeld schuf er den **Drachen-Fesselballon.** 1906 erschien sein erstes, nach dem halbstarren Prinzip entwickeltes **Luftschiff,** das in immerhin 27 Exemplaren dem starren Zeppelin-Luftschiff zunächst eine Konkurrenz bot, diesem aber schließlich unterlag. 1911 übernahm Parseval an der TH Charlottenburg eine Professur für Luftschiffahrt.



Erstes Luftschiff nach dem Prallsystem von Parseval.

25. 2. 1842

In Montigny-le-Roy, Frankreich, wird **Nicolas Camille Flammarion** geboren. Er studierte zunächst Theologie und kam früh in Beziehung zur Pariser Sternwarte. 1862 wurde er Mitarbeiter des Bureau des Longitudes, wandte sich aber schon 1863 als Redakteur und Schriftsteller naturwissenschaftlichen Gebieten zu. In Juvisy unterhielt er eine eigene Sternwarte, und 1867 unternahm er seinen ersten Freiballon-Aufstieg, dem bald weitere folgen sollten. Flammarions Wirken hat in Frankreich der Popularisierung der Naturwissenschaften den Boden geebnet.

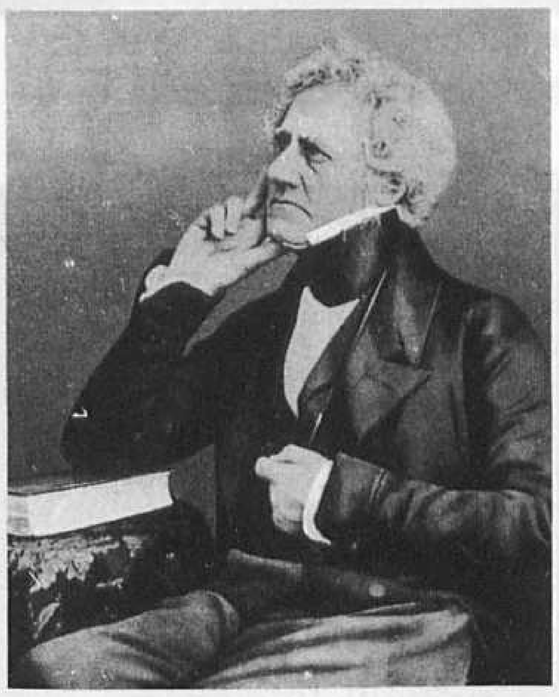
26. 2. 1842

In Herford wird **Nikolaus Dürkopp** geboren. 1867 gründete er in Bielefeld die Dürkopp-Werke, die sich neben dem Bau von Fahrrädern besonders durch ihre **Nähmaschinen-Fabrikation** einen geachteten Namen machte.

Abb.: Sammlung von Weiher (l.u., r.o.); Deutsches Museum (4)

7. 3. 1792

In Slough bei Windsor/England wird **Johann Frederick William Herschel** geboren. Wie sein Vater wurde auch er Astronom, der sich besonders der Beobachtung der Nebelflecke und der Sternhaufen widmete. Von 1834 bis 1838 erforschte er in Südafrika intensiv den südlichen Sternenhimmel. Es gelangen ihm auch bedeutsame physikalische und chemische Entdeckungen; 1828 veröffentlichte er seine Licht-Theorie. Eine seiner Arbeiten handelt von der Akustik.



J. F. W. Herschel (1792–1871).

7. 3. 1892

In Berlin stirbt im 67. Lebensjahr der Industrielle **Louis Schwartzkopff.** Aus der Schule August Borsigs (1804–1854) hervorgegangen, gründete er 1852 eine eigene Maschinenfabrik in Berlin, die sich vorzugsweise dem Bau von Bergwerksmaschinen, Kranen, Pumpen und Dampfmaschinen, seit 1867 auch ganz besonders dem Lokomotivbau zuwandte.

8. 3. 1917

In Berlin verstirbt im 79. Lebensjahr **Ferdinand Graf von Zeppelin,** ehemaliger württembergischer Offizier und Konstrukteur des erfolgreichen Starrluftschiffes, das seinen Namen zum Begriff werden ließ. Seine Entwicklungsarbeiten, 1894 begonnen, führten zum **ersten Starrluftschiff,** das sich am 2. Juli 1900 zur Jungfernfahrt über den Bodensee erhob. Nach wiederholten schweren Rückschlägen mit weiteren Luftschiffen erhielt der Graf 1908 durch eine Nationalspende die finanziellen Mittel, die ihn zum Bau wirklich verkehrstüchtiger Luftschiffe befähigten. 1909 entstand, als **erstes Luftverkehrsunternehmen** der Welt, die DELAG (Deutsche Luftschiffahrts AG), die bis zum Jahre 1914 einen entwicklungsfähigen und effektiven Verkehr unterhielt. Nach dem Ersten Weltkrieg, in dem man auch Luftschiffe einsetzte, die aber strategisch nutzlos blieben, wurde das Luftschiff unter Leitung von Dr. Hugo Eckener (1868–1954) zum ersten transozeanischen Luftverkehrsmittel, bis es nach 1938 von den Fortschritten im Bau von Großflugzeugen überboten wurde und abtreten mußte.

Graf Zeppelin (mit weißer Mütze) an Bord des LZ 10 „Schwaben".

12. 3. 1942

In Stuttgart stirbt im 81. Lebensjahr der Industrielle **Robert Bosch.** In Stuttgart hatte er 1886 eine Werkstatt für Feinmechanik und Elektrotechnik gegründet, die sich durch ihre qualitativ überdurchschnittliche Leistung von Anfang an, dann aber besonders durch ihre Hochspannungs-Magnetzünder, international einen geachteten Ruf erwarb.

13. 3. 1917

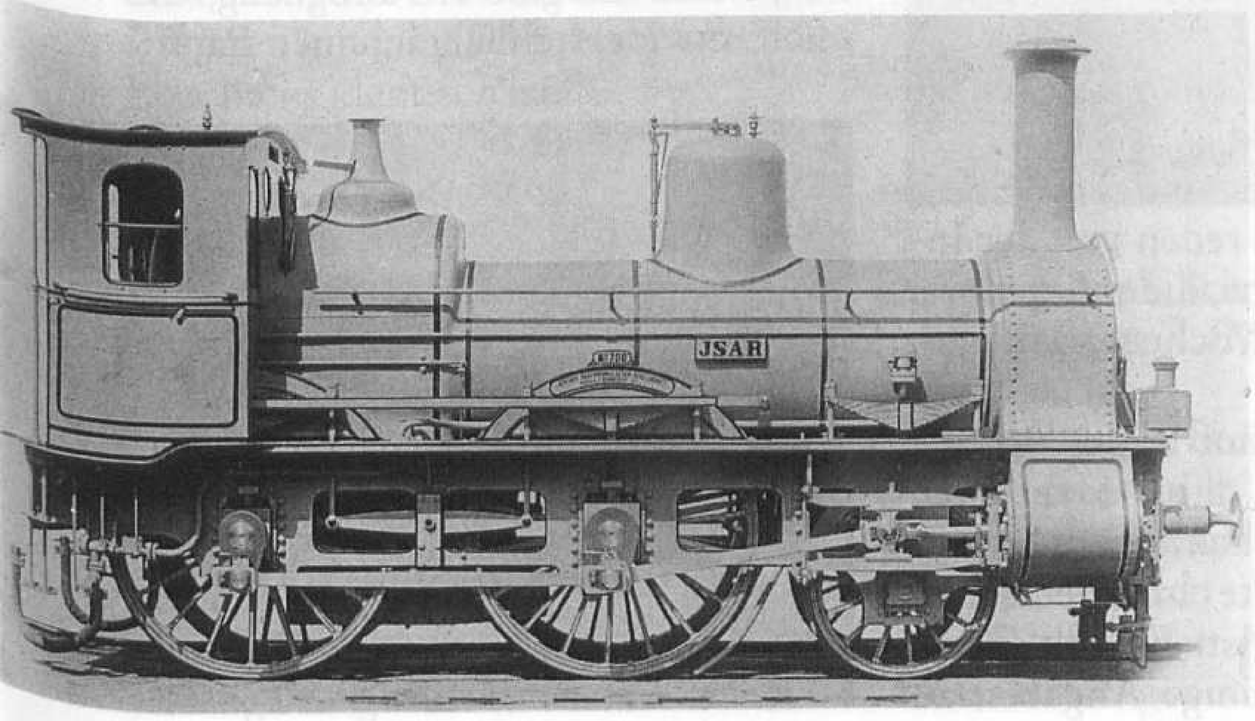
In Offenbach am Main entsteht unter Leitung seines Gründers **Hugo Eberhard** das **Ledermuseum.** Hier finden sich sowohl technik- als auch kunstgeschichtlich wertvolle Sammlungsobjekte dieses Werkstoffs aus allen Zeiten und Kulturen.

16. 3. 1917

In Essen stirbt im 61. Lebensjahr **Gisbert Gillhausen.** Seine Ingenieurlaufbahn begann er als Brückenbauer bei der Gutehoffnungshütte. Seit 1880 bei den Rheinischen Stahlwerken in Meiderich tätig, führte er dort die Blockstraßen ein. 1890 trat er zu Krupp über, wo die **Errichtung der Friedrich-Alfred-Hütte Rheinhausen** und der Ausbau der **Germaniawerft Kiel** seine wesentlichen Aufgaben waren. Verdienste erwarb er sich auch um die Entwicklung des **Dieselmotors** und der **Großgasmaschine.**

21. 3. 1942

In Berlin stirbt im 71. Lebensjahr Professor **Conrad Matschoß.** Nach Studium an der TH Hannover war er bei Körting, sodann bei Siemens als Ingenieur, später als Gewerbelehrer in Köln tätig. Danach wandte er sich technikgeschichtlichen Studien zu. 1908 erschien seine zweibändige, umfassende *Entwicklung der Dampfmaschine.* Hierdurch kam er in Beziehung zum *Verein Deutscher Ingenieure.* Er gründete 1909 die *Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie* (seit 1965 fortgesetzt als die Zeitschrift *Technikgeschichte*) und wurde 1916 Direktor des VDI. Seit 1909 war er an der TH Charlottenburg als erster deutscher **Hochschullehrer für Geschichte der Technik** tätig.



1 B-Lokomotive „Isar" der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, 1870 erbaut von Schwartzkopff in Berlin.

DER AUTOR

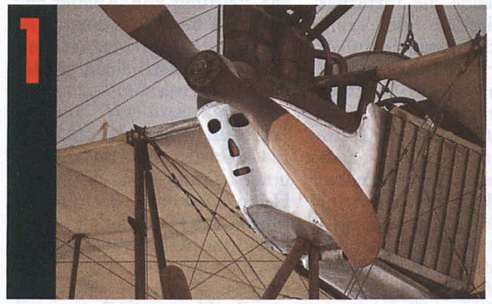
Sigfrid von Weiher, Dr. phil., geb. 1920, Technik- und Industriehistoriker, gründete 1939 die Sammlung von Weiher zur Geschichte der Technik. Seit 1951 im Hause Siemens, war er dort von 1960–1983 Leiter des Siemens-Archivs, von 1970–1982 Lehrbeauftragter für Industriegeschichte an der Universität Erlangen-Nürnberg. Er ist Ehrenmitglied des Vereins Deutscher Ingenieure und Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Georg-Agricola-Gesellschaft. Er veröffentlichte Aufsätze und Bücher zur Technik- und Industriegeschichte.

Anonymus

SPAZIERGÄNGE DURCH DAS DEUTSCHE MUSEUM

Verrätselte Technikgeschichte – oder: Museumsbesuch mit Spaß und Gewinn

Theophil Troll, Professor für experimentelle Logik, gilt als Kauz. Würde man ihm vorwerfen, er gebe keine klaren Antworten auf einfache Fragen, würde er das entrüstet von sich weisen. Nach seinem Dafürhalten kann man auf die Frage nach der Uhrzeit nur eine Antwort geben, in der Begriffe wie Big Bang, Hubble-Konstante, Allgemeine Relativitätstheorie oder Heisenbergsche Unschärferelation eine Rolle spielen. Alles andere, sagt er, sei nur ein Ablesen der Uhr, aber keine hinreichende Zeitangabe.

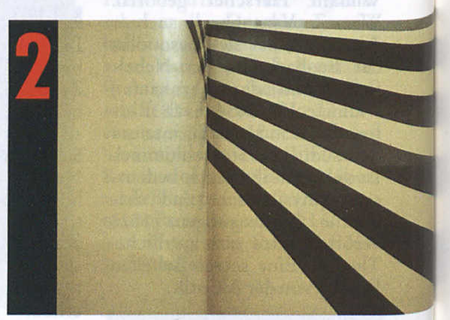


Theophil Trolls Assistent Leberecht Moll hat keine Schwierigkeiten damit, den Frequenzangaben akustischer Schwingungen zu entnehmen, ob Troll am Vorabend einem Bach-Konzert lauschte oder sich von einer Wagner-Operninszenierung in Bann schlagen ließ. Murmelt Troll Zahlen, statt Takte zu pfeifen, weiß Moll über Brandenburgische Konzerte oder Nibelungen-Schicksale Bescheid.

„Moll", sagt Troll eines Tages, „Sie scheinen mir reif für die Insel."

„Aus Ihrem Munde ist das ein Lob", sagt Moll, „denn Sie reden von der Insel der Seligen für jene, die anderenorts Bibliotheken an Wochenenden geschlossen finden."

„Ich lege Ihnen fünf Bilder vor, die ich mit den Ziffern 1 bis 5 versehen habe. Selbstverständlich wissen Sie, wo jedes dieser Objekte im Deutschen Museum zu finden ist. Es fällt Ihnen also nicht schwer, einige Angaben zu



diesen Objekten für mich nachzuprüfen."

„Eine Vier-Fünftel-Evidenz, Professor. Der Rest läßt sich nach meinem Ermessen nicht so leicht verdinglichen."

„Ich verstehe Ihren Einwand, Moll, doch das Ergebnis künstlerischen Schaffens ist eben auch nur immer ein Objekt. Dummerweise habe ich Geburts- und Sterbeort nicht im Kopf."

„MacWine könnte darüber Auskunft geben, denn er ist das Ergebnis aus der Antwort auf Ihre soeben bekundete Vergeßlichkeit und einem australischen Brückenabbruch."

„Kaum sagen Sie es, Moll, fällt es mir ein: Nicht nur München leuchtet. Wir wollen hoffen, daß UV-Licht München nicht zum Leuchten bringt."

„Es ist nicht zu übersehen, Professor, von welchem der fünf Bilder Sie sprechen. Doch wollten Sie mir nicht sagen, welche Angaben ich nachprüfen soll?"

„Lassen Sie mich von vorne beginnen, Moll. Es gibt ein Flugzeug, das mich unwiderstehlich an einen Panto-

mimen erinnert. Nun weiß zwar jedes Kind, wie dieses Flugzeug heißt, das ein Jahr nach seinem Bau in den Besitz des Deutschen Museums kam. Doch wie hieß der Pilot, der mit dem Exponat den Kathreiner-Preis gewonnen hatte?"

„Vor- oder Nachname, Professor? Erster oder letzter Buchstabe?"

„Erster oder letzter Buchstabe von Vor- oder Nachname ist mir egal. Es ist der erste Buchstabe des Lösungsworts."

„Ich Senkrechtstarter begreife."

„Das sollten Sie aber auch, Moll. Darum sollten Sie dem numerischen Teil der zu Bild 2 gehörigen Typenbezeichnung die dort vorkommen-

den Quadratzahlen entnehmen, deren Wurzeln addieren und mit der gefundenen Zahl den Buchstaben bestimmen, den man erhält, wenn man in alphabetischer Reihenfolge bei A zu zählen beginnt."

„Das wäre dann der zweite Buchstabe des Lösungsworts, und ich vermute, Professor, daß der dritte Buchstabe mit dem elementaren Grund des zuvor erwähnten und in Bild 4 zu sehenden Leuchtens identisch ist."

„Sie haben es erfaßt, Moll. Mit diesem Element hatte die Person in Abbildung 3 sehr viel zu tun. Nehmen Sie den letzten Buchstaben ihres Nachnamens als vierten Buchstaben des Lösungsworts . . ."

„. . . und den häufigsten Buchstaben in Vor- und Nachnamen als fünften. Ich habe es gefunden, Professor, was Sie erraten wissen wollen."

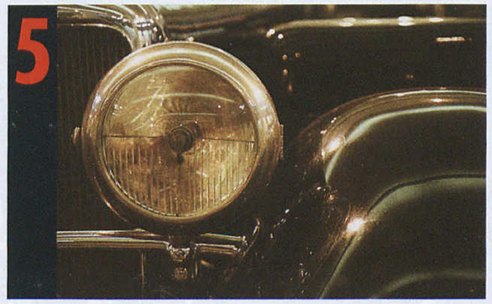
„Erraten, Moll? Ich hoffte, Sie hätten logisch gedacht! Versuchen Sie es wenigstens bei folgender Aufgabe. Da Sie wissen, welches Auto das fünfte Bild zeigt, wissen Sie auch, was auf dem Nummernschild des Exponats im Deutschen Museum steht. Lassen Sie den sozusagen literarischen Anteil weg und vollziehen Sie die Rechnung nach. Die Quersumme des gefundenen Ergebnisses ist eine Quadratzahl . . ."

„. . . zu der man die kleinste Zahl im numerischen Teil des Schildes hinzuaddieren muß, um den nächsten Buchstaben des Lösungswortes zu finden. Die Zählung beginnt wiederum bei A, übergeht allerdings den Buchstaben J."

„Da Sie das Lösungswort längst kennen, Moll: Wie könnten wir Hinweise auf den letzten Buchstaben geben? Vielleicht einer der beiden Buchstaben in der Typenbezeichnung für das in Bild 2 gezeigte Gerät?"

„Ich würde es einfacher machen, Professor. Ich würde an den Hubraum des Autos denken, von dem wir sprachen, die Quersumme der Quersumme der Quersumme der Hubraumzahl nehmen und dadurch jene Ziffer erhalten, mit der ich im Alphabet jenen Buchstaben bestimmen kann, der sich ergibt, wenn ich bei A zu zählen beginne."

„Das scheint in der Tat die einfachste



Lösung, Moll. Ich habe mich nicht darin getäuscht, daß Sie reif für die Insel sind."

Professor Theophil Troll beendete die Unterredung, ging in sein Studierzimmer und versuchte, mit Mitteln der experimentellen Logik herauszufinden, ob es einen Atomkern kleiner als Wasserstoff geben könne. □

?

Senden Sie das Lösungswort mit Ihrer Adresse an:
Kultur & Technik
Kennwort „Spaziergänge"
Wilhelmstraße 9
8000 München 40

Einsendeschluß ist der 31. März 1992. Unter den Einsendern der richtigen Lösung werden zehn Buchpreise im Wert von insgesamt ca. 500,- DM verlost. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

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

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

Fotos: K & T

VON ROLF GUTMANN

Raumfahrt für die Erde ins All

Erstmals stellt jetzt die *Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten* (DARA) GmbH ihre große Sonderschau „Raumfahrt – für die Erde ins All" im Deutschen Musem als Ergänzung zur ständigen Raumfahrtabteilung des Hauses aus (bis 5. April 1992). In dieser für das breite Publikum wie auch für Fachbesucher angelegten Sonderausstellung illustrieren anschauliche Modelle und Bilddokumentation Ziele und Projekte der deutschen Beteiligung an der Raumfahrt.

Seit mehr als zehn Jahren zeigt das Deutsche Museum seinen Besuchern viele Bereiche der Raumfahrttechnik mit einmaligen Originalen und Modellen. Die jetzt hinzukommende Sonderschau ist ein wichtiger Informationsschwerpunkt für die in den kommenden Monaten in München stattfindenden Raumfahrtveranstaltungen, wie die ISY '92 (*International Space Year*)-Weltraumkonferenz im März/April 1992. In enger Zusammenarbeit zwischen der deutschen Raumfahrtagentur DARA, der deutschen Industrie und Institutionen werden Modelle von Großprojekten des ESA-Langzeitprogrammes ebenso wie einzelne Experimente der deutschen Wissenschaft und Forschung gezeigt.

Ein Funktionsmodell des amerikanischen Space Shuttle im Maßstab 1:15 ist in dieser Schau enthalten in Ergänzung zum Original Spacelab im Deutschen Museum. Weitere Anschauungsmodelle von *Giotto,* der Sonde, die den Kometen Halley bei seiner Annäherung an die Erde aus nächster Nähe aufnahm und dabei sensationelle Bilder schuf, gehören gleichermaßen zur Ausstellung wie der Empfang von Meteosat-Bildern, die allabendlich nach den Nachrichten einen Überblick über das Wetter in Europa geben. Auch der neue Erkundungssatellit ERS1 der europäischen Raumfahrtagentur ESA und einige seiner ersten spektakulären Bilder, die er zur Erde funkte, sind in der Sonderschau vertreten, des weiteren Modelle von ROSAT, TV-Sat, Ulysses, Eureca, TEXUS und des Nachrichtensatelliten DFS-Kopernikus.

Die Industrieunternehmen OHB, Kayser Threde, INTOSPACE und DASA (MBB, Dornier, ERNO) unterstützen die Ausstellung mit Modellen und Originalen – von Experimenten unter Weltraumbedingungen bis zum Raumanzug für Astronauten.

Buchpreise 1990

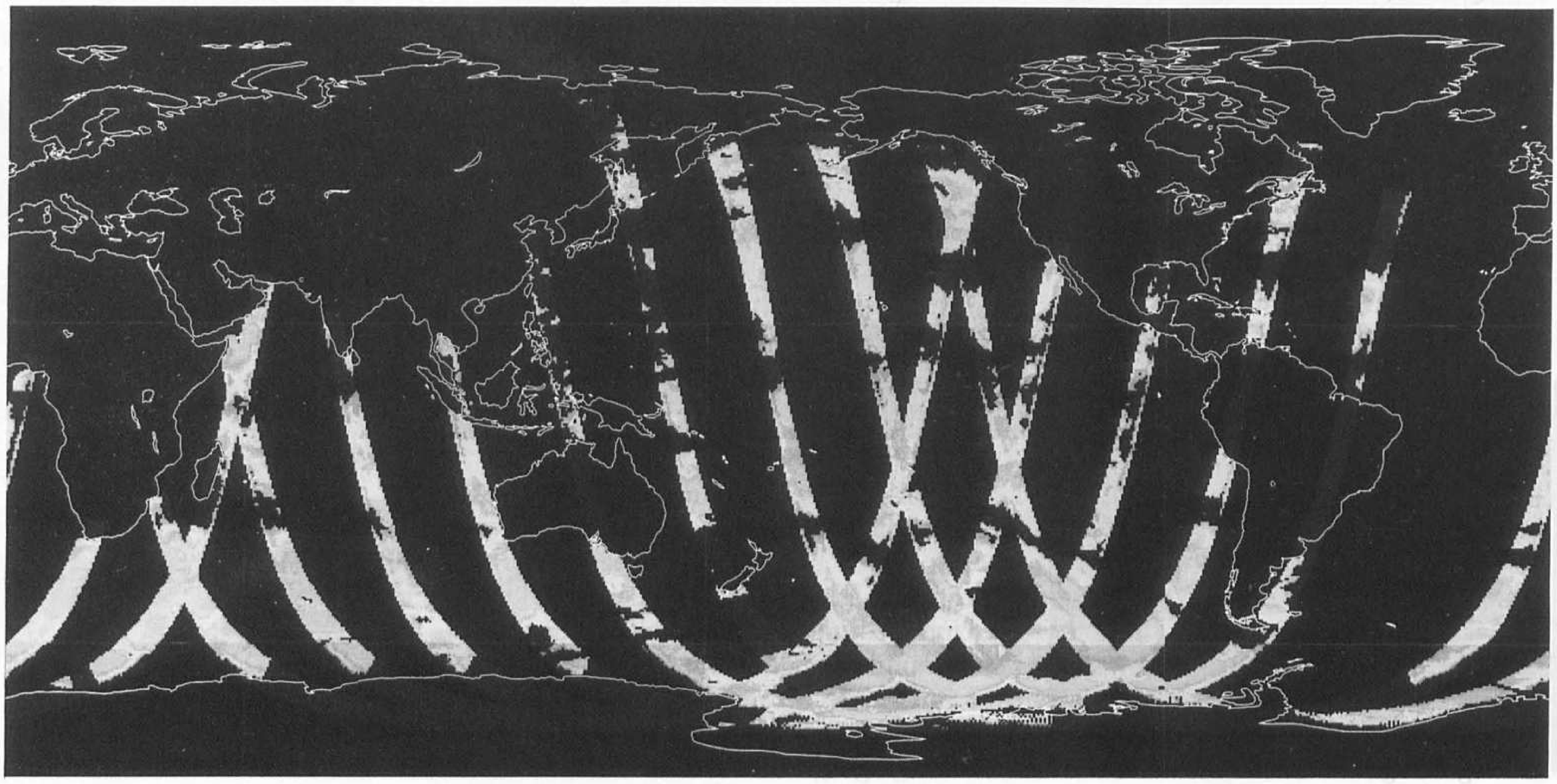
Die Preise wurden bereits zum dritten Mal herausragenden Publikationen zuerkannt, die in unserem Hause entstanden sind und sich der Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften widmen. Es sollen dabei wissenschaftliche, aber auch popularisierende Arbeiten in Buch- oder Aufsatzform ausgezeichnet werden, die von hoher Qualität und in ihrer Art vorbildlich sind.

Der Preis für kleinere Publikationen für das Jahr 1990 wurde verliehen an die Leiterin der Abteilung Chemie, Dr. Elisabeth Christine Vaupel, für den Artikel „Ökonomie, Ökologie und technischer Wandel: Zur Bedeutung der sizilianischen Schwefelkrisen für die Entwicklung der chemischen Industrie im 19. Jahrhundert" (erschienen in unserem *Wissenschaftlichen Jahrbuch*).

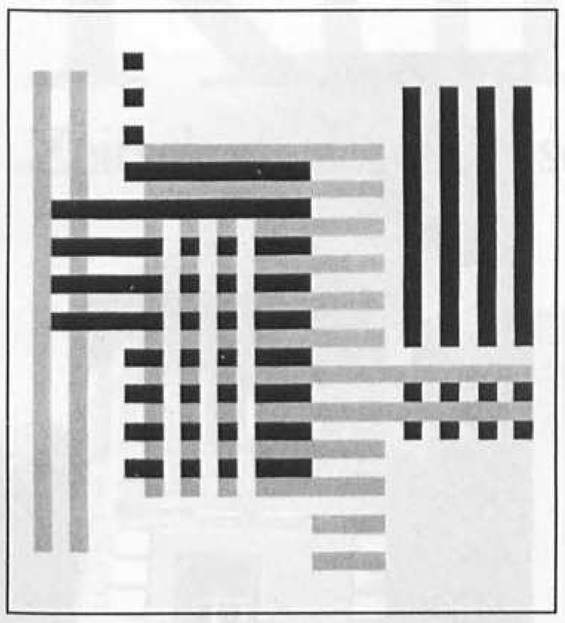
Der Buchpreis für das Jahr 1990 geht an den Museumsdirektor Dr. Jürgen Teichmann für sein Werk „Moment mal, Herr Galilei. Eine Reise durch die Geschichte der Wissenschaft" (Arena-Verlag, Würzburg 1990). Das für Jugendliche bestimmte populäre Buch gibt in acht Kapiteln, die jeweils in einen erzählenden Teil und ein ergänzendes „kleines Lexikon" gegliedert sind, an geschickt ausgewählten Beispielen einen wohltuenden Überblick der Geschichte der Physik von Galileo Galilei bis Lise Meitner und Otto Hahn.

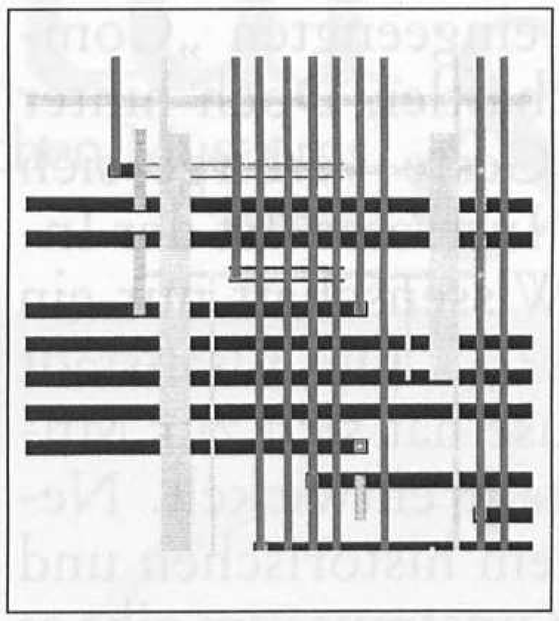
Mathematik, Realität und Ästhetik

Haben Mathematik, Technik und Kunst nur Gegensätze oder viel mehr Gemeinsamkeiten? Bei den Griechen war die gemeinsame Wurzel noch deutlich. Es gab nur das eine Wort *techne* für Technik *und* Kunst. Im 20. Jahrhundert taten sich neue Verbindungen zwischen Mathematik und Kunst auf: Die rein geometrische Form



Globale Karte der Windgeschwindigkeiten am 6. August 1991. Die Karte wurde von der European Space Agency nach Daten erstellt, die von Satelliten übermittelt wurden.





Kunst und Technik: links das Bild von Josef Albers (1888–1976) „Gebündelt", 1926, Glas transparent, gesandstrahlt; rechts Ausschnitt aus einem Routing Plot von ZORA, Entwurfsbild der Verdrahtung.

wurde Bildgegenstand der Kunst. In der Ausstellung „Mathematik, Realität und Ästhetik" wird daher der Versuch gemacht, über die inhärente Ästhetik der Formen diese drei Gebiete zu verbinden.

Die Ausstellung ist dreigeteilt. In einem ersten Teil werden verschiedene Stufen des mathematischen und technologischen Design-Prozesses erklärt und bildlich dargestellt. Mit diesen Bildern soll die Faszination des Unvorstellbaren vermittelt werden. Wie kann man sich vorstellen, daß auf einer Bleistiftspitze etwa 50 000 Transistoren Platz finden und daß die „Drähte" für ihre Verbindungen die Dicke von einem Hundertstel eines menschlichen Haares haben?

Ein zweiter Teil der Bilderfolge zeigt zehn Gegenüberstellungen von Graphiken aus dem Chipdesign mit Bildern berühmter konstruktivistischer Künstler. Gelegentlich fällt es schwer, das Kunstwerk vom mathematischen Designbild zu unterscheiden. Im dritten Teil der Ausstellung werden dann 18 weitere Designentwürfe in ihrer graphischen Vielfalt und Schönheit vorgestellt.

Das *Forschungsinstitut für Diskrete Mathematik* an der Universität Bonn berechnet und entwirft im Rahmen einer wissenschaftlichen Kooperation mit der IBM Deutschland GmbH das Layout von höchstintegrierten (VLSI = very large scale integrated) Logik-Chips. Die von den Mathematikern nebenbei zusammengestellte Ausstellung soll auch Außenstehenden einen Einblick in den Design-Prozeß geben. Die Sonderausstellung ist bis 8. März 1992 zu sehen.

Münchner Volkshochschule im Deutschen Museum

Ein interessantes Programmangebot bietet die Volkshochschule ab Januar für Kinder und Jugendliche an. Neben altbewährten Kursen wie der Museumswerkstatt oder dem Basteln von Klanginstrumenten werden auch neue Themen angeboten. So findet zum Beispiel eine Märchenreise im Planetarium mit Julia, Frau Venus und dem Jäger Orion statt, verzaubern lassen kann man sich beim Spiel mit Licht, Spiegeln und bunten Kristallen. Informationen und Anmeldungen für das vhs-Programm erhalten Sie unter (089) 48006-138 oder -230.

Führungsseminar „Museumsmanagement"

Bereits über 100 Fachleute nahmen an den Seminaren teil. Auch 1992 bieten wir wieder diese Kurse an. Themenschwerpunkte sind Management, Ausstellungsplanung, Text und Gestaltung, Inventarisierung und Dokumentation sowie Restaurierung und Konservierung.
Termine 1992: 29. 3. – 3. 4., 19. 7. – 24. 7. (englischsprachig), 4. 10. – 9. 10. Weitere Informationen: Kerschensteiner Kolleg, Tel. 089/2179-294.

VERANSTALTUNGEN

Januar · Februar · März 1992

Sonderausstellungen

bis 10. Januar — **Otto Lilienthal**
Flugpionier, Ingenieur, Unternehmer
Abt. Luftfahrt — Dokumente und Objekte im Deutschen Museum

bis 19. Januar — **Historische Farbstoffetiketten**
aus der Sammlung des Bayer-Archivs
Abt. Chemie — Sonderausstellung der Bayer AG

9. Nov. 1991 bis 4. April — **Raumfahrt – für die Erde ins All**
Sonderausstellung der DARA
Abt. Luftfahrt — Deutsche Agentur für Raumfahrt-Angelegenheiten, Bonn

11. Dez. 1991 bis 8. März — **Mathematik, Realität und Ästhetik**
Eine Bilderfolge zum VLSI Chipdesign
2. OG — Sonderausstellung des Forschungsinstituts für Diskrete Mathematik der Universität Bonn

30. März bis 2. April — **Jugend forscht**
Landeswettbewerb Bayern
Bibliothek — Ausstellung der Arbeiten der Jungforscher

Kolloquiumsvorträge des Forschungsinstituts
(16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt)

13. Januar — **Die Entdeckung Amerikas – Abenteuer oder technisch-exakte Planung?** (Zur 500-Jahrfeier)
Prof. Dr. Uta Lindgren, Universität Bayreuth

27. Januar — **Der Bergmann Alexander von Humboldt als Naturforscher**
Prof. Dr. Brigitte Hoppe, Universität München

10. Februar — **Über die Namen der chemischen Elemente**
Prof. Dr. Ferenc Szabadváry, Museum of Science and Technology, Budapest

24. Februar — Titel bei Redaktionsschluß noch nicht bekannt.
Dr. Yves Cohen, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris

9. März — **Die Vorgeschichte der naturwissenschaftlichen Objektivität**
Prof. Dr. Lorraine J. Daston, Universität Göttingen

23. März — **Laboratorien und Versuchsanstalten in der deutschen Eisen- und Stahlindustrie 1800-1947**
Dr. Manfred Rasch, Max-Planck-Gesellschaft für Kohleforschung, Mülheim/Ruhr

Sonntagsmatineen und Orgelkonzerte in der Musikinstrumentensammlung
(1. OG, Platzkarten an der Kasse)

11. Januar 15.30 Uhr — **»Münchner Organisten an den Orgeln des Deutschen Museums«**
Solist: Friedemann Winklhofer, München

12. Januar 11 Uhr — *Matinee:* **Werke italienischer und deutscher Komponisten der 1. Hälfte des 18. Jahrhunderts**
(Vivaldi, Heinichen, Händel u. a.)
Angelika Radowitz, Oboe; Elke Filthuth, Fagott; Michael Eberth, Cembalo

15. Februar 15.30 Uhr — **»Münchner Organisten an den Orgeln…«**
Solist: Klemens Schnorr, München

16. Februar 11 Uhr — *Matinee:* **Sonaten und Variationen für Violine und Hammerflügel**
Martin Keller, Violine; Maria Bräutigam, Hammerflügel

14. März 15.30 Uhr — **»Münchner Organisten an den Orgeln…«**
Solist: Franz Lörch, München

15. März 11 Uhr — *Matinee:* **Klaviermusik von Frédéric Chopin**
Jean Goverts, Basel, Klavier

»Frauen führen Frauen«

bis 26. Februar — jeden Mittwoch Führungen von Frauen für Frauen
Anmeldungen, Information und Faltblatt beim »Führungsbüro«, Tel. (089) 2179-252.

Deutsches Museum
Museumsinsel, 8000 München 22, Tel. (089) 21791

Häufig ist vom Internationalismus der Wissenschaft die Rede, von einer nicht durch Ländergrenzen eingeengten „Community" der Wissenschaftler. Doch hinter der weltmännischen Geste verbirgt sich nicht selten nationales Interesse. Ist der Internationalismus der Wissenschaft nur ein Mythos? □ Die Elsaßstadt Mulhouse hat sich zur Museumsstadt entwickelt. Neben einem historischen und einem Kunstmuseum gibt es unter anderen ein Eisenbahn-, ein Auto-, ein Keramik-, ein Papiermalerei- und ein Ökomuseum (Bild). □ Schon wenige Jahrzehnte, nachdem Christoph Columbus im Jahr 1492 die Neue Welt entdeckt hatte, zeichneten die Kartographen recht genaue Karten der karibischen Inseln und der amerikanischen Kontinente. Anhand alter Karten, die in Münchner Sammlungen zu finden sind, läßt sich zeigen, wie das neue Weltbild nach zunächst verschwommenen Vorstellungen immer schärfere Konturen gewann. □

Arnold Sommerfeld ließ sich auf Konferenzen gerne inmitten der internationalen Physikerschar ablichten – wie hier mit Auguste Piccard, 1930, bei der 6. Solvay-Konferenz in Brüssel.

Mulhouse im Elsaß war bekannt durch eine Eisenbahnwerkstätte, Maschinenbau, Gießereien und Textilindustrie, aber auch durch Handwerk und Handel. Eine Reihe von Museen, darunter ein Ökomuseum (Bild), bringt die Geschichte von Technik und Handwerk nahe.

Die dritte Atlaskarte von Fernaö Vaz Dourado, erstellt in den Jahren 1560 bis 1580, zeigt die amerikanische Atlantikküste von Kap Breton in Neuschottland bis zur Amazonasmündung und die Pazifikküste vom Golf von Tehuatepec bis zum heutigen Ecuador.

Fotos: Deutsches Museum (o.l.); Office de tourisme Mulhouse (o.r.); Ivan Kupcik (u.)

IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums. 16. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-8000 München 22, Telefon (089) 2179-1

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Peter Kunze (Deutsches Museum), Dr. Ernst-Peter Wieckenberg. Redaktionsassistentin: Angelika Schneider. Redaktionsanschrift: Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40. Telefon: (089) 38189-331 oder -414. Telefax: (089) 38189-402

Verlag: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40, Telefon: (089) 38189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (0 89) 38 18 9-3 98, Postgirokonto: München 6229-802

Der Verlag ist oHG; Gesellschafter sind Dr. Hans-Dieter Beck und Wolfgang Beck, beide Verleger in München.

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

Gestaltung: Prof. Uwe Göbel, D-8000 München

Herstellung: Ingo Bott, Verlag C.H. Beck

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

Anzeigen: Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C.H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1, Postanschrift: Postf. 110241, D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (069) 756091-0, Telefax: (069) 748683. – Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 8. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

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

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

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

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

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

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

Bestellungen über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen: mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

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

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

ISSN 0344-5690