9.50 DM · B 9797 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums Verlag C. H. Beck, München 3/1991

23 7361

MUSIK
Elektronische Klänge

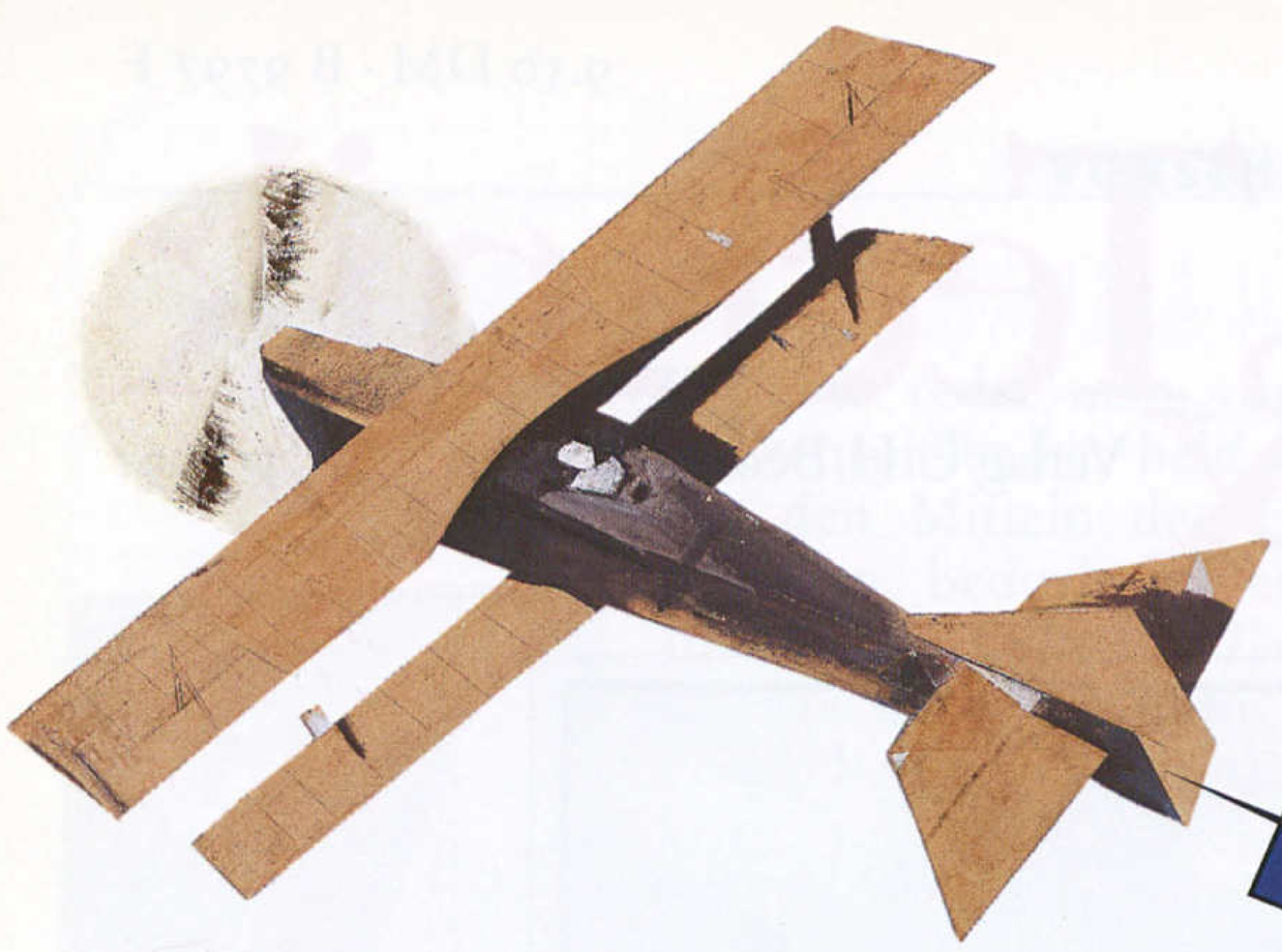
VISIONEN
Der Futurist Albert Robida

SEEFAHRT
Technik in Häfen des Mittelalters

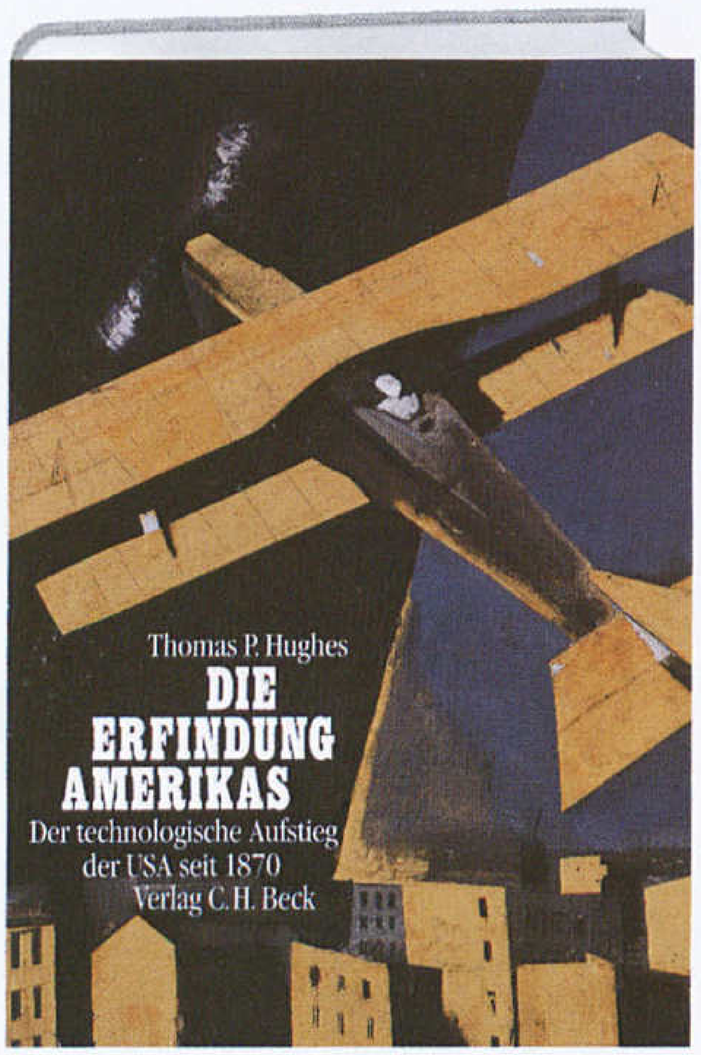
MUSEUM
La Villette in Paris

OTTO LILIENTHAL
Hundert Jahre Menschenflug

BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS MÜNCHEN SPRENGEL



die Geburt Amerikas
aus dem Geist der Technik



Der Autor Thomas Hughes schildert mit kritischer Intelligenz die »Erschaffung der neuen Welt« und ihren technologischen Aufstieg in einem Zeitalter, das mit der Erfindung der Glühlampe begann und mit dem Bau der Atombombe endete.
1991. 528 Seiten mit 144 Abbildungen.
Gebunden DM 58,–

Verlag C.H. Beck

INHALT

Titelbild: Kreisende Storchfamilie, Lilienthal-Zeichnung in „Der Vogelflug“, 1889; Gleitflug Lilienthals.
Fotos: Deutsches Museum

GASTKOMMENTAR 4

Automobilität — *Emin Tengström*

KULTUR & TECHNIK RUNDSCHAU 6

Nachrichten und Informationen

FLUGTECHNIK 10

Otto Lilienthal — *Helmuth Trischler*
Hundert Jahre Menschenflug

BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE 20

Der gezügelte Schlepper — *Helmut Lindner*
Zur Mechanisierung der Landwirtschaft

KULTURGESCHICHTE 22

Gezeichnete Zukunft — *Edward Tenner*
Der Futurist Albert Robida

AUSSTELLUNG 30

Unter Null — *Hans-Christian Täubrich und Jutta Tschoeke*
Künstliche Kälte in Technik und Kultur

KLANGPHÄNOMENE 34

Ingenieure der Neuen Musik — *Elena Ungeheuer*
Die Geschichte der elektronischen Musik

ASTRONOMIE 42

Genie ohne Chance — *Kurt-R. Biermann*
Fraunhofers designierter Nachfolger Thomas Clausen

SEEFAHRT 46

Pramhure und Paelgeld — *Thomas Wolf*
Mittelalterliche Häfen

GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT 52

Technische Mittel der Macht — *Guido Huß*
Die Elektrifizierung — *und Michael Tangemann*
Sowjetrußlands

MUSEUMSPORTRÄT 54

Fortschritt als Tradition — *Eckhard Bolenz*
„La Villette“ in Paris

GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR 58

Aus dem Archiv *Sigfrid von Weihers*

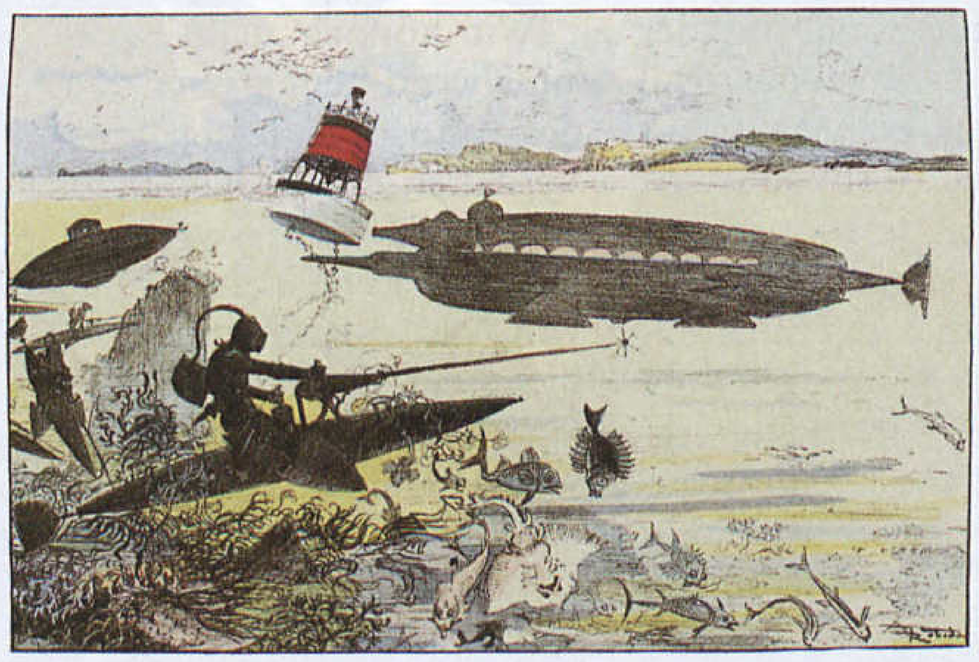
DEUTSCHES MUSEUM 62

Nachrichten und Veranstaltungen — *Rolf Gutmann*

SCHLUSSPUNKT 64

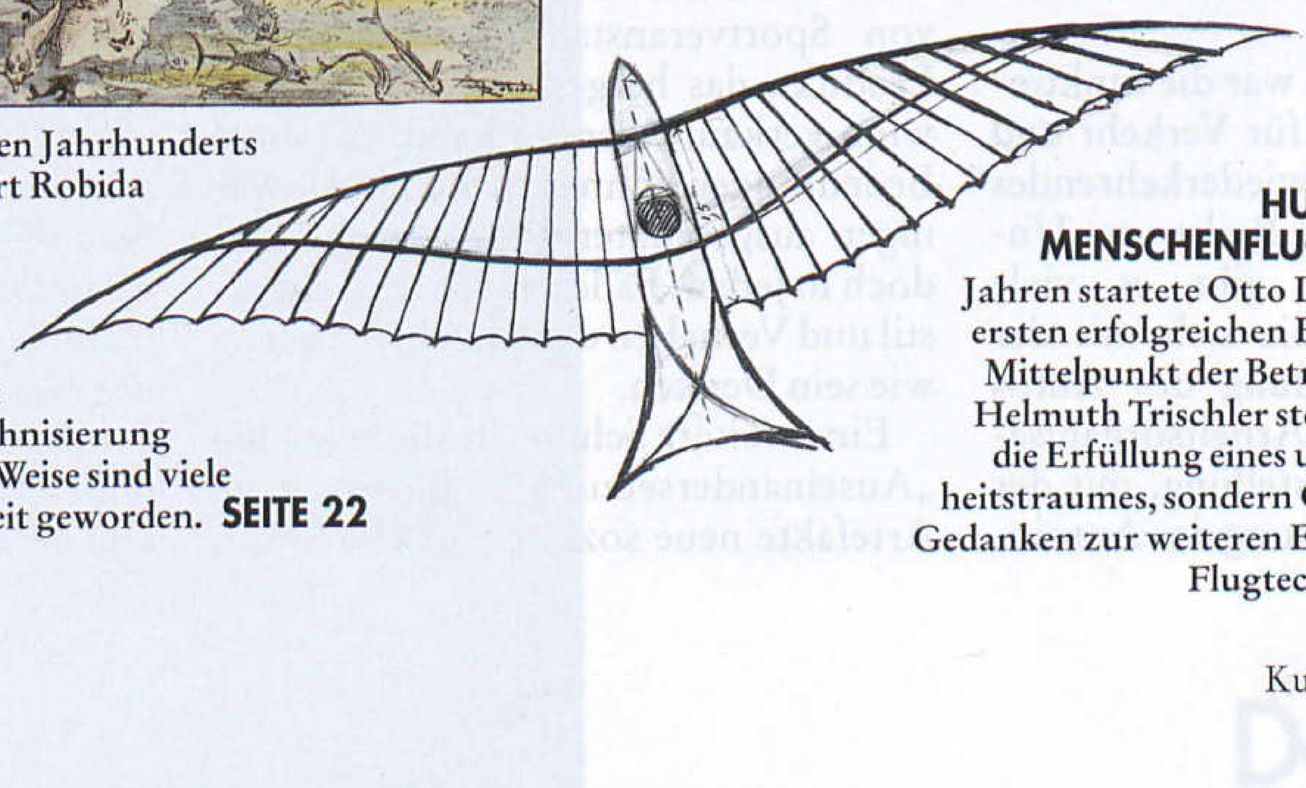
Die viereckte Kugel — *Ivo Schneider und*
Lichtenberg über den Würfel — *Ernst-Peter Wieckenberg*

VORSCHAU/IMPRESSUM 66



VISIONEN. Ende des letzten Jahrhunderts brachte der Zeichner Albert Robida sein Unbehagen vor der Zukunft in zahlreichen Karikaturen zum Ausdruck. Gleichzeitig war er aber auch fasziniert von der zunehmenden Technisierung der Welt. In erstaunlicher Weise sind viele seiner Visionen Wirklichkeit geworden. **SEITE 22**

SEEFAHRT. Wie waren die Häfen im Mittelalter rechtlich definiert? Wo konnten die anlaufenden Schiffe anlegen? Wie wurde der Hafenbetrieb angesichts des zunehmenden Schiffsverkehrs organisiert? Wie wurden die Schiffe be- und entladen? Diesen Fragen spürt Thomas Wolf in seinem Beitrag über mittelalterliche Häfen und Hafentechnik an Nord- und Ostsee nach. Die nebenstehende Abbildung zeigt das Schiffsrecht mit einer typischen Hafenszene aus der Bilderhandschrift des Hamburger Stadtrechts aus dem Jahr 1497. **SEITE 46**



HUNDERT JAHRE MENSCHENFLUG. Vor hundert Jahren startete Otto Lilienthal seinen ersten erfolgreichen Flugversuch. Im Mittelpunkt der Betrachtungen von Helmuth Trischler steht jedoch nicht die Erfüllung eines uralten Menschheitstraumes, sondern Otto Lilienthals Gedanken zur weiteren Entwicklung der Flugtechnik. **SEITE 10**

Fotos: Aus: Albert Robida, La Vie Electrique, Paris (l.o.); Archiv für Kunst und Geschichte (r.o.); Deutsches Museum (u.)

AUTOMOBILITÄT

VON EMIN TENGSTRÖM

Seit der Erfindung des Autos in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts ist die Zahl der Autos ständig gewachsen: Sie stieg von rund zehn Millionen im Jahr 1920 auf etwa 400 Millionen im Jahr 1990. Es wird allgemein angenommen, daß die Autoflut auch in den nächsten Jahrzehnten rasch größer wird. Die Folgen für den Menschen selbst und seine Umwelt sind unübersehbar. Dabei ist das Auto nicht nur als Transportmittel zu betrachten, sondern es hat eine Vielzahl von Funktionen für seine Benutzer. Trotz seiner großen ökonomischen, sozialen und psychologischen Bedeutung wird ihm von den Gesellschaftswissenschaften vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit entgegengebracht.

Der Gebrauch des Autos hat das Leben der Menschen in stark motorisierten Ländern in vieler Hinsicht ganz entscheidend geprägt; oft ist das tägliche Leben dadurch bestimmt. Manche Menschen haben ihren Lebensstil dem Auto angepaßt, Lebenseinstellung und Weltverständnis sind häufig durch das Auto beeinflußt.

Wenn das wissenschaftliche Interesse an der Rolle des Autos im Leben der Menschen und an der Automobilität als gesellschaftlichem Phänomen bislang gering ist, so ist auch das eine bemerkenswerte Tatsache. Das gleiche gilt für die Art des individuellen oder kollektiven Umgangs mit den Schäden, die mit dem Gebrauch des Autos verbunden sind: Von einigen sehr guten Studien abgesehen, sind wissenschaftliche Untersuchungen nicht sehr zahlreich.

Im Gegensatz dazu war die funktionale Rolle des Autos für Verkehr und Gesellschaft immer wiederkehrendes Thema für eine ganze Reihe von Untersuchungen. Auch gibt es viele Veröffentlichungen, die sich mit der technischen Entwicklung des Autos beschäftigen; mit der Arbeitsorganisation bei der Autoherstellung, mit der ökonomischen Bedeutung der Autoindustrie, mit den Veränderungen auf dem Automarkt, mit den Auswirkungen des Autos auf Siedlungsstrukturen, mit verschiedenen Umweltfolgen der wachsenden Autoflut.

Automobilität ist ein soziales Phänomen, kein losgelöstes Studienobjekt mit eigener Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Sie ist Teil verschiedener Systeme, mit denen sich die Menschen fortbewegen können, die ihrerseits auf den Gütertransport angewiesen sind, der sich im Zeitraum weniger Generationen entwickelt hat. In der Automobilität sind technische und gesellschaftliche zu soziotechnischen Aspekten vereint.

Während der letzten Jahre hat sich eine neue Forschungsrichtung entwickelt, die sich mit der sozialen Bedingtheit technologischer Systeme beschäftigt. Sie hat starkes Interesse gefunden. Danach ist Automobilität nicht nur Teil sozio*technischer* Lösungen für den Transport von Menschen und Gütern, sondern ebenso ein sozio*kulturelles* Phänomen, das in sich selbst begründet ist.

Eine Schlüsselrolle spielt bei diesen Forschungen die „Bedeutung", mit der technische Artefakte versehen werden, wobei das gleiche technische Artefakt für verschiedene soziale Gruppen – soziale Gruppen hier als Gruppen mit ähnlicher Meinung verstanden – eine sehr unterschiedliche Bedeutung haben kann. Das Auto kann als reines Fortbewegungsmittel verstanden werden; als Instrument, das soziale Kontakte erleichtert oder im Mittelpunkt von Sportveranstaltungen steht; als Produkt, das hergestellt und mit Gewinn verkauft werden kann. All diese Bedeutungen können in mehr oder weniger ausgeprägter Form erscheinen, doch in jedem Falle prägen sie Lebensstil und Verhalten des einzelnen ebenso wie sein Denken.

Eine weitere Schlüsselrolle spielt die „Auseinandersetzung". Bevor neue Artefakte neue soziotechnische Systeme entstehen lassen, ist meist eine Reihe von Kontroversen zwischen sozialen Gruppen zu beobachten, die dem fraglichen Artefakt verschiedene Bedeutungen beimessen. Diese Gruppen versuchen nun, die technische Entwicklung des Artefakts zu beinflussen, und zwar auf der Grundlage ihrer Sicht der Bedeutung. Nach einer gewissen Dauer der Auseinandersetzungen kommt es zum „Ende der Debatte" – dies der dritte Schlüsselbegriff –, so daß das neue Artefakt einen gesicherten Ort in der gesellschaftlichen Struktur finden kann.

Die Theorie der sozialen Bedingtheit technischer Systeme ist sehr gut geeignet, die Kontroversen um die Entwicklung neuer Verkehrssysteme zu beschreiben und zu erklären. Sie muß sich aber auch als fähig erweisen, den Wandel technischer Systeme verständlich zu machen, muß die Kräfteverhältnisse in einer schon automobilen Gesellschaft mitbedenken. Und schließlich muß sie im Auge haben, daß die Vorstellungen zur Zukunft des Autos selbst zur Ursache eines soziotechnischen Wandels werden können.

Wir können nicht sagen, daß wir annähernd genug über den Gebrauch des Autos und seinen Einfluß auf das Verhalten, den Lebensstil und das Denken von Menschen wüßten. Bei den absehbaren Folgen einer steigenden Zahl von Autos weltweit, ist es an der Zeit, hier einen Forschungsschwerpunkt zu setzen, um langfristig tragfähige Antworten auf jene Fragen finden zu können, die mit der Automobilität untrennbar verbunden sind.

Emin Tengström, Professor für Humanökologie, ist Direktor des „Interdisziplinären Studienzentrums für menschliche Lebensbedingungen" an der Universität Göteborg / Schweden. Im März 1991 hat er das Forschungsprojekt „Das Auto in der menschlichen und natürlichen Umwelt" vorgestellt.

Das Serviceteam, das niemanden lange warten läßt.

Das Telefon-System varix 32 macht Ihren Kundenservice effizienter, perfekter.

Ihr Berater kann Anrufe weiterleiten oder umleiten, Rücksprache mit der Werkstatt oder der Rechnungsabteilung halten.

Mit dem ISDN-Anschluß wird auch für kleine Firmen direkte Durchwahl möglich.

Mit dem Programm varix pct 1 sind alle Kundeninformationen blitzschnell auf dem Bildschirm – letzte Lieferung, Preise, Konditionen, Absprachen, Extrawünsche.

varix 32 und varix pct 1 sind Beispiele für varix Bürokommunikation.

varix Bürokommunikation von DeTeWe ist Technik mit Praxisbezug.

Rufen Sie uns an: 030/6104-2310.

Wir bringen dem Büro das Denken bei.

DeTeWe

DAS METALLBERGWERK DER SCHWARZEN RAUCHER

Vor einigen Jahren entdeckte man am Meeresgrund die Schwarzen Raucher: heiße metallhaltige und saure Quellen, in deren Umgebung Metallklumpen zu finden sind. An diesen Stellen tritt, gebändigt durch den hohen Wasserdruck im Tiefseebereich, das Erdmagma durch die Erdkruste, das selbst dort noch Temperaturen bis zu 400 Grad Celsius entwickelt.

Die besonders saure Umgebung bei hohen Temperaturen bewirkt ein Ionenverhalten, das Metalle aus dem Magma löst. Das hat ein Forscherteam entdeckt, das mit dem Tauchboot *Nautile* die Entstehung von Erzlagerstätten auf dem Meeresgrund erkundete. Entdeckt wurden unter anderem Sulfiderze, die sich zu großen Brocken klumpen. Die erzbildenden Metalle treten bei den Schwarzen Rauchern in einer für den Abbau interessanten Konzentration auf, die tausend- bis millionenfach größer ist als sonst im Meerwasser.

Bei den Schwarzen Rauchern hat sich aber auch eine besondere Vielfalt von Tieren und Pflanzen entwickelt. Ob Elemente wie Barium, Mangan, Zink, Blei, Arsen oder Cadmium eines Tages aus der Tiefsee gehoben werden – dazu wollen die Forscher noch keine Aussage machen. Sicher aber ist, daß dies nicht möglich ist, ohne den bislang ebenfalls kaum erforschten Lebensreichtum rund um die Schwarzen Raucher zu gefährden.

Schwarzer Raucher und Sulfiderz am Grunde des Pazifiks

EIN HERZ VON MERCEDES-BENZ

Nach seinem Einstieg in die Luftfahrtindustrie hat der größte deutsche Konzern die Medizintechnik entdeckt und im letzten Jahr einen Kooperationsvertrag mit dem *Deutschen Herzzentrum* in Berlin abgeschlossen. Eine Zusammenarbeit zwischen Herzchirurgie und Luftfahrt gab es schon einmal, ganz am Anfang der Geschichte des künstlichen Herzens: Der durch seine Atlantiküberquerung zum amerikanischen Nationalhelden gekrönte Charles Lindberg schloß sich Anfang der 30er Jahre mit dem französischen Chirurgen und Nobelpreisträger Alexis Carrel zusammen, um Ideen für ein künstliches Herz zu entwickeln.

Das Ergebnis der Zusammenarbeit, das „Gläserne Herz", erregte auf Ausstellungen viel Aufsehen. Von dem Einsatz als Implantat war es allerdings ebensoweit entfernt wie spätere Versuche, die menschliche durch eine technische Pumpe zu ersetzen. Bis heute gibt es noch kein funktionsfähiges Kunstherz, das länger als einige Stunden für das natürliche einspringen kann. Weder sind die mechanischen Teile der Dauerbelastung gewachsen, noch gibt es eine geeignete Energiequelle.

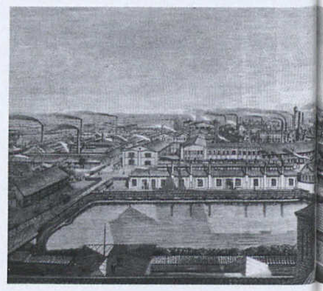
Die Ingenieure von *Mercedes-Benz* und die Wissenschaftler vom *Deutschen Herzzentrum* haben sich vorgenommen, innerhalb von fünf Jahren ein Kunstherz vorzustellen, das diese Probleme meistert.

WISSENSCHAFTSSTADT ULM

Ulm will in Zukunft nicht mehr nur durch den höchsten deutschen Kirchturm glänzen. Ein ehrgeiziges Projekt soll die bisher eher beschauliche Schwabenstadt zu einem erstklassigen Standort der deutschen Forschungs- und Entwicklungslandschaft machen.

Die Idee zu dem Projekt hat drei unabhängige Quellen: Ulm besitzt zwei technisch ausgerichtete Hochschulen, eine Universität und eine Fachhochschule – zwei dieser Einrichtungen betreiben jetzt schon in großem Umfang Drittmittelforschung und kooperieren mit Klein- und Mittelbetrieben der Region. Der *Daimler-Benz*-Konzern unterhält in Ulm ein großes Forschungsinstitut der Tochtergesellschaft AEG, das mit Investitionen von 150 bis 200 Millionen Mark High-Tech-Forschungsvorhaben verwirklichen soll. Drittens ist das Land Baden-Württemberg für seine wohlwollende Haltung gegenüber Vernetzungen von Staat, Forschung und Industrie bekannt. Zur Vorbereitung der staatlichen Maßnahmen für die „Wissenschaftsstadt Ulm" wurde 1987 eine Lenkungskommission beim Staatsministerium eingesetzt.

Es gibt kritische Stimmen: Der DGB befürchtet, daß den Problemgruppen auf dem Arbeitsmarkt durch das Projekt nicht geholfen wird. Manche Forscher sehen ihre wissenschaftliche Freiheit durch die enge Industrieanbindung gefährdet. Aber die Stadt Ulm fördert die Entstehung einer Wissenschaftsmetropole entschieden und stellt entsprechende Baugrundstücke bereit. Die Möglichkeiten, die durch die Konzentration industrieller und universitärer Forschung auf engstem Raum entstehen, erscheinen den maßgeblichen Akteuren verlockend.



ELDORADO DER INDUSTRIEGESCHICHTE

Am 2. und 3. Februar tagte auf dem Gelände der ehemaligen Meidericher Hütte in Duisburg erstmalig ein Plenum der industriegeschichtlichen Arbeitskreise aus dem Ruhrgebiet. Eingeladen hatte die *Gesellschaft für Industriegeschichte.* 35 Vereine und Arbeitsgruppen hatten Vertreter geschickt, die sich gegenseitig informieren und die Zusammenarbeit im Ruhrgebiet planen wollten. Ganz konkret ging es dabei um die Aktivitäten zur *Internationalen Bauausstellung Emscherpark.* Man beschloß, die Treffen regelmäßig abzuhalten; ein zweites Treffen fand inzwischen im Mai statt.

Das Ruhrgebiet ist das Eldorado der Industriegeschichte. Ähnlich wie Schliemann in Troja haben die Historiker einen Trümmerberg vor sich, der industriearchäologisch ausgegraben werden kann. Nirgendwo in Europa gibt es ein ähnlich dichtes Netz von Laien- und ehrenamtlichen Initiativen zur Industriegeschichte. Auch Industriemuseen und Wirtschaftsarchive sind zahlreicher als anderswo in der Republik, und sie wachsen hier schneller: Das *Rheinische Industriemuseum* wird in fünf Jahren zwölf Zweigmuseen haben.

Die industriegeschichtlichen Aktivitäten sind zum Teil eingebunden in die aufwendigen Versuche, dem Ruhrgebiet ein interessantes und zukunftsweisendes Profil zu geben. So verfügt auch das Gelsenkirchner *Institut für Arbeit und Technik,* das Studien im Rahmen des Planes „Ruhrgebiet 2000" erarbeitet, über eine technikgeschichtliche Arbeitsgruppe.

Kontakt: Gesellschaft für Industriegeschichte, Vorsitzender Wolfgang Ebert, Telefon (02 03) 34 09 02.

Die Firma Krupp in Essen, um 1883

LICHT IM DUNKEL DES JET-LAGS

Eine gute Nachricht für Flugreisende, Schichtarbeiter und alle, die bisher mit dem sogenannten Jet-Lag kämpfen mußten: mit der Zeitverschiebung, welche die innere Uhr unseres menschlichen Organismus durcheinanderbringt. Eine schnelle Umstellung der inneren Uhr um bis zu zwölf Stunden scheint einfacher als gedacht.

Ch. A. Czeisler vom *Department of Medicine/Harvard Medical School* fand heraus, daß intensive Lichtduschen großen Einfluß auf den menschlichen Schlaf-Wach-Rhythmus haben. Der dem Organismus eingeprägte Zyklus hat eine natürliche Dauer von etwa 25 Stunden. Schon eine Lichtdosis von 200 Lux – das entspricht ungefähr der künstlichen Zimmerbeleuchtung – reicht aus, um den menschlichen Körper mit dem 24-Stunden-Tag zu synchronisieren. Für eine größere Umstellung sind allerdings höhere Lichtmengen nötig, die wiederholt angewendet werden müssen: Eine einmalige Lichtbehandlung, vorzugsweise während der bisherigen Nachtphase, stört den gewohnten Takt. Erst weitere Behandlungen stellen den zunächst gestörten Rhythmus neu ein.

Solange es noch keine Lichtduschen gibt, empfiehlt Czeisler den Flugreisenden, nach der Ankunft am Zielort sechs bis acht Stunden bei hellem Sonnenschein im Freien zu verbringen.

HOCHKARÄTIGE MEGABYTES

Die Diamanten, die bisher in 64eckiger Form Frauen und Männer betörten, oder als scharf geschliffener Backenzahn Bohrmeißel vortrieben, lassen sich seit kurzem auch als hauchdünne Filme herstellen. Dünne Diamantfilme werden aus einer Methan-Wasserstoff-Dampf-Phase auf verschiedene Trägermaterialien abgeschieden. Das neue Verfahren nennt sich *Chemical Vapor Deposition* (CVD).

Die Materialeigenschaften des Diamanten, seine optische Transparenz, Härte, Beständigkeit gegen Abrieb und Hitze, machen ihn für viele Anwendungen ähnlich begehrenswert wie als Schmuckstück. Das Anwendungsspektrum für Diamantfilme ist breit: Es reicht von Schutzschichten für Werkzeuge und Flugzeugfenster oder rotierende Computer-Speichermedien über medizinische Prothesen bis hin zu höchstintegrierten Schaltkreisen der übernächsten Generation. Gerade diesem Bereich wird mit dem Einsatz von Diamantfilmen ein erhebliches Entwicklungspotential prognostiziert. Schon jetzt bemessen die CVD-Physiker ihre Speicherchips scherzhaft nach Karat statt nach Megabyte.

OSTEUROPÄISCHE TECHNIKHISTORIKER IM DEUTSCHEN MUSEUM

Die Zahl der Wissenschafts- und Technikhistoriker war und ist vorerst in Osteuropa größer als im Westen. So gab es an den Akademien der Wissenschaften bis vor kurzem immer auch ein Institut für Wissenschaftsgeschichte und -theorie. Seit der Eiserne Vorhang in Europa gefallen ist, strömen viele Wissenschaftler nach Westeuropa, unter anderem auch ins *Deutsche Museum.* Der Jahresbericht 1990 weist aus, wie viele Gäste und Vortragende aus dem Osten die Forschungsinstitute im Museum besuchten: Erstmals stellten die Osteuropäer mehr als die Hälfte der ausländischen Gäste und Stipendiaten.

Der internationale Austausch befruchtet beide Seiten: Mit großer Schnelligkeit gleichen sich die Standards, Forschungsschwerpunkte und -methoden in Ost und West an. Deshalb hat es einen schon fast historischen Reiz, in manchen Gastvorträgen dem Abgesang einer untergehenden Methodik und Begrifflichkeit zu lauschen.

DAS „DENKENDE" HAUS DER ZUKUNFT

Wenig sichtbare und viel hörbare Elektronik hinter einer postmodernen Fassade: Das ist die Vision der Zukunft, wie sie das Projekt „Huis van de Toekomst" in der Nähe von Eindhoven, neben dem Vergnügungspark *Autotron*, vorführt. Über 150 Firmen haben zu diesem Prototyp eines „intelligenten Hauses" beigetragen, das seit der Eröffnung im Juni 1989 schon von 750 000 Besuchern bestaunt wurde.

Auf den ersten Blick ein fast normales Einfamilienhaus. Aber diese vier Wände denken

Die programmierbare Küchensäule hilft bei der Zubereitung der Gerichte

Das „Haus der Zukunft", das der niederländische Architekt Cees Dam entworfen hat

Fotos: Prof. Dr. Jörg Erzinger, Gießen (l. u.); Deutsches Museum (Mitte); Marcel van Kerckhoven (2)

mit und äußern ihre Meinung. Wenn die Brandmelder Rauch registrieren, weckt der Computer die Bewohner mit beruhigenden Bemerkungen, denn er hat bereits das Gas ausgedreht und die Notstromversorgung angeschaltet, Fenster und Türen entriegelt oder geschlossen, den Fahrstuhl ins Erdgeschoß geschickt, mit dem Löschen begonnen und die Feuerwehr alarmiert.

Aber auch der gewöhnliche Alltag wird vom Haus überwacht: Auf mündlichen Befehl fließen Wasserhähne, geht das Licht an und öffnet sich das Dach des Badezimmers. Wenn es allerdings regnet, moniert der Computer den Leichtsinn des Bewohners. Die Räume registrieren die Aufenthaltszeit, Türen öffnen sich nur für Berechtigte, das Kontrollsystem ruft automatisch den Installateur oder Elektriker, wenn es Unregelmäßigkeiten bei Wasser oder Strom entdeckt.

In der Küche zeigt das intelligente Haus sein ganzes Können: Nach Eingabe des gewünschten Gerichtes beginnt eine achtstöckige Küchensäule zu rotieren und stellt in der richtigen Reihenfolge und Dosierung die Zutaten bereit, während eine Stimme detailliert die Zubereitung erklärt. Und wenn es zu gut geschmeckt hat, kommentiert das am nächsten Morgen die sprechende Personenwaage.

SEE-ASTROLABIUM VOM MEERESGRUND

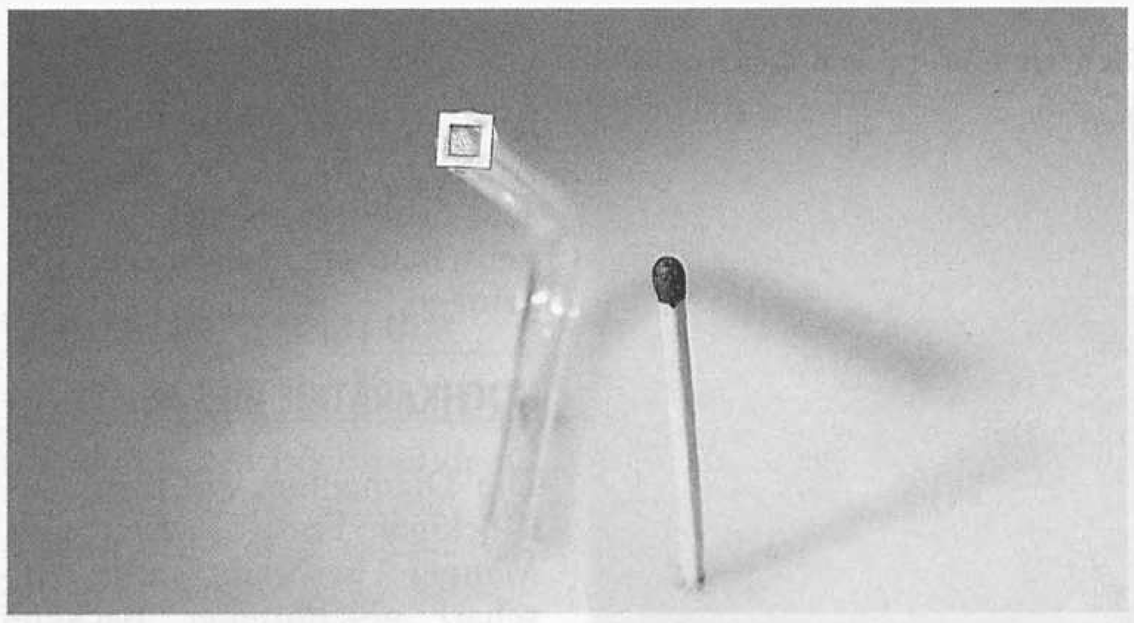
Das *Deutsche Schiffahrtsmuseum* in Bremerhaven hat einen neuen Schatz: Ein See-Astrolabium, von dem weltweit vermutlich nur noch 62 Exemplare vorhanden sind – 54 davon in Museen, die restlichen in Privatbesitz. Astrolabien ließen die Seefahrer zu Beginn der Neuzeit die geographische Breite bestimmen. Nach den Erkenntnissen des Museums ist das See-Astrolabium in Bremerhaven das einzige, das in Deutschland zu sehen ist, während Land-Astrolabien keinen vergleichbar hohen Seltenheitswert besitzen.

Das jetzt vom *Deutschen Schiffahrtsmuseum* erworbene Astrolabium wurde von einem englischen Taucher im Jahr 1986 auf dem Meeresgrund vor Catherine's Point bei der Isle of White entdeckt und geborgen. Das sehr gut erhaltene Messinginstrument stammt wahrscheinlich von dem Wrack des holländischen Kauffahrteischiffes *Loosdrecht*, das 1719 bei der Insel gestrandet ist. Seit 1670 hatte die *Generale Vereenichde Geoctroyeerde Oostindische Compagnie*, der die *Loodsrecht* gehörte, ihre Schiffe nicht mehr mit Astrolabien ausgestattet, sondern auf damals modernere Navigationsmethoden vertraut. Vielleicht mißtraute der Kapitän der Entscheidung seiner Compagnie, so daß er das veraltete Instrument nicht von Bord verbannte. Es dürfte um 1625 gebaut worden sein.

EIN GANZ NEUES ATOMGEFÜHL

Als außergewöhnliches, schwer beschreibliches Gefühl bezeichnen IBM-Konstrukteure die Erfahrung mit ihrer neuesten Entwicklung: einem Gerät zum Ertasten von Strukturen atomarer Größenordnung mit der Hand. Das „Magische Handgelenk" (Magic Wrist) vermittelt ein direkt spürbares Gefühl für Atome. Roboterexperten vom IBM-Forschungszentrum in Yorktown Heights/

Seit neuestem im Besitz des Deutschen Schiffahrtsmuseums in Bremerhaven: ein See-Astrolabium aus der Zeit um 1625



Die preisgekrönte Mikropumpe von Axel Richter

New York haben komplizierte Tastinstrumente auf der Basis des Raster-Tunnel-Mikroskops (RTM) entwickelt.

Mit dem RTM lassen sich Materialoberflächen abtasten und deren Topografie in elektrische Signale umwandeln. Die Signale werden mit Computern weiter verarbeitet und über Elektromagneten in Bewegungen einer „Fühlklotz" genannten sechseckigen Metallbox übersetzt – Bewegungen, die die Hand fühlen kann. Umgekehrt wird die sehr feine Spitze des RTM über die Materialoberfläche geführt, wenn die Hand die Metallbox entsprechend bewegt. Strukturen auf der Oberfläche des Materials erzeugen ein fühlbares Feedback. Die IBM-Wissenschaftler wollen mit dem neuen Tastinstrument ferngelenkten Robotern „mehr Sanftheit" in ihren Operationen ermöglichen. Als Ergebnis der etwa vierjährigen Entwicklungszeit stellt sich ihr Gerät aber auch ideal als kombiniertes Steuer- und Tastinstrument für manuelle Eingriffe bis in den Nanometerbereich dar.

GROSSER PREIS FÜR KLEINE PUMPE

Die bislang kleinste Pumpe der Welt hat einen Rauminhalt von 6,25 Kubikmillimetern. Bei einer quadratischen Grundfläche von zweieinhalb Millimetern ist sie einen Millimeter hoch. Ihr Erfinder ist der 30jährige Diplomingenieur Axel Richter vom Münchner *Fraunhofer-Institut für Festkörpertechnologie*. Die Pumpe besteht aus zwei quadratischen Siliziumgittern. Elektrische Spannung beschleunigt die Ionen der Flüssigkeit, die gepumpt werden soll. Die Ionen reißen die Moleküle der Flüssigkeit mit, und es entsteht eine rasche Strömung durch das Siliziumgitter. Die Strömungsgeschwindigkeit ist 1000mal höher als bei allen bisherigen bekannten Verfahren.

Der Erfinder Axel Richter: „Das präzise Dosieren und Pumpen kleinster Flüssigkeitsmengen ist offensichtlich in fast allen Bereichen ein Problem. Die Anfragen reichen vom Schwerpunkt Medizintechnik über Mikroelektronik bis zu kuriosen Bereichen wie dem Einsatz in Füllfederhaltern."

Füllfederhalter oder Pumphilfe für Herzen: Axel Richter wird keiner der verkannten Erfinder sein: Er erhielt den mit 120 000 DM dotierten Preis der Zigarettenfirma *Phillip-Morris*.

CALL FOR PAPERS

Am 5. und 6. März 1992 findet die Jahrestagung des *Vereins Deutscher Ingenieure* statt. Das Thema: „Militärische und zivile Technik – Wechselwirkungen in historischer Perspektive." Für diese Tagung sucht die Universität der Bundeswehr Hamburg Referatangebote. Angebote an: Prof. Dr. Hans-Joachim Braun, Neuere Sozial-, Wirtschafts- und Technikgeschichte, Universität der Bundeswehr, Holstenhofweg 85, 2000 Hamburg 70.

Autoren der Kultur & Technik Rundschau sind Hans-Liudger Dienel und Christiane Frische.

Fotos: Fraunhofer-Gesellschaft (o.); Egbert Laska/Deutsches Schiffahrtsmuseum, Bremerhaven (u.)

Das Deutsche Museum ist voll von guten Ideen.

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

Die Mitglieder des Deutschen Museums haben mehr von ihm:

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

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

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

Dabei gelten folgende »Spielregeln«:

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

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

Beitrittserklärung

Ja, ich möchte zum Kreis der Mitglieder des Deutschen Museums gehören.

☐ Als Privatperson werde ich das Deutsche Museum mit einem Jahresbeitrag von mindestens DM 58,– fördern.

☐ Als Firma oder Institution werde ich das Deutsche Museum mit einem Jahresbeitrag von DM 200,– unterstützen.

☐ Als Schüler oder Student werde ich das Deutsche Museum mit einem Jahresbeitrag von mindestens DM 34,– fördern.
Den Schüler- oder Studentenausweis füge ich bei.

Datum Unterschrift

Meine Anschrift:

Name, Vorname bzw. Firma

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Gewünschte Zahlungsweise:

☐ bar an der Hauptkasse des Deutschen Museums im Bibliotheksbau

oder

☐ gegen Rechnung.
Bitte kein Geld einsenden, sondern Rechnung abwarten.

Prämienanforderung:

Ich habe nebenstehendes Mitglied für das Deutsche Museum geworben.

Senden Sie bitte das angekreuzte Buch an meine untenstehende Adresse.

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

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

OTTO LILIENTHAL

Die Vorstellungen des Flugpioniers zur Zukunft der Flugtechnik

Technikbewertung im historischen Rückblick

Von Helmuth Trischler

An einem Sommertag des Jahres 1891 flog Otto Lilienthal in Derwitz bei Potsdam mit einem selbstgebauten Gleitflugapparat mehr als 15 Meter weit. Einige Jahre später wählte der französische Flugpionier Ferdinand Ferber die mittlerweile klassische Formulierung, er fasse jenen Tag als den Augenblick auf, „an dem die Menschheit das Fliegen gelernt" habe. Das *Deutsche Museum* besitzt den bei weitem größten Teil des Nachlasses von Lilienthal. Dieser Beitrag analysiert die in den Manuskripten seiner Vorträge und Veröffentlichungen niedergelegten Vorstellungen Lilienthals zu den kulturellen Folgen der Flugtechnik und vergleicht sie mit der mittlerweile „vergangenen Zukunft".

Das Verhältnis des Menschen zu seiner Zukunft wird durch sein Weltbild bestimmt. In der griechisch-römischen Antike dominierten Kreislauftheorien. Für Platon und Aristoteles war die periodische Wiederkehr der kosmischen Bewegungen ein Abbild der Welt. Die Zukunft galt der Antike nicht als offen, sondern als stete Wiederholung eines ewig gleichen Ablaufs. Die Möglichkeit des Fortschritts war in diesem Deutungsmuster nicht enthalten. Allenfalls für den Bereich der Wissenschaft wurde Fortschritt vereinzelt angedacht, etwa bei Seneca oder Thukydides.

Mit dem Niedergang der antiken Kultur war eine neue Weltdeutung verbunden. Die kosmologische Kreislauftheorie wich der christlichen Endzeiterwartung (Chiliasmus). Zukunft war der Glaube an die heilsgeschichtliche Erlösung der „sündigen Welt" durch die Wiederkehr des Messias. Weiterentwicklung und Vervollkommnung waren in der mittelalterlichen Scholastik keine weltlichen Ideale, sondern das die Welt überwindende Ziel göttlichen Eingreifens.

Die Zukunft als individuell beeinflußbare, auf das Diesseits gerichtete Dimension der Zeit und der Fortschritt als unablässiges Vorwärtsschreiten der Menschheit auf dem Weg in eine bessere Zukunft sind Errungenschaften der frühen Neuzeit. Die naturwissenschaftliche Revolution des 17. und frühen 18. Jahrhunderts ließ den Menschen vom Objekt göttlicher Verheißung zum Subjekt der Geschichte werden, das seine Fähigkeiten verwirklichen und seine Zukunft selbst gestalten kann. Der französische Philosoph und Naturwissenschaftler René Descartes (1596 bis 1650) forderte die Menschen auf, sich zu „Herren und Besitzern der Natur" zu machen. Die Aufklärung des 18. Jahrhunderts machte das Ideal der nützlichen, auf die Veränderung des Diesseits gerichteten Wissenschaft vollends zu ihrem Programm. Naturwissenschaft und Naturphilosophie legten dar, daß das Individuum fähig sei, sein eigenes Elend zu überwinden. Fortschritt wurde meßbar als Resultat der Herrschaft, die der Mensch über die Natur ausübt.

Planung und Prognose sind ein Ergebnis dieses gewandelten Weltbildes, das Vertrauen in eine bessere Zukunft ein anderes. Als Ideologie, die nicht selten quasi-religiösen Charakter annahm, prägte der Fortschritt für zwei Jahrhunderte nahezu unangefochten die Weltdeutung des Menschen.

Durch die im ausgehenden 18. Jahrhundert einsetzende, sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts beschleunigende Industrialisierung wurde die Technik zum Motor des Fortschritts schlechthin. Der Begriff der Industriellen Revolution meint in einem engeren Verständnis nichts anderes als die Technisierung der Produktionsverhältnisse. In einem weiteren Verständnis hebt er auf den tiefgreifenden Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft ab, ein Wandel bei dem der technische Fortschritt eine wichtige Rolle spielt.

Neue Techniken entspringen nun nicht einer eigengesetzlichen Logik der technischen Entwicklung, sondern sie werden von Menschen erdacht und gestaltet. Diese Erkenntnis mag trivial erscheinen. Wie jede Trivialität ist sie jedoch von fundamentaler Bedeutung, steckt dahinter doch die Einsicht, daß Technik notwendigerweise mit kulturellen Wertvorstellungen verbunden ist. In der Geschichtsschreibung war es lange Zeit und ist es auch heute noch vielfach üblich, Technik losgelöst von ihren sozialen Entstehungs- und Verwendungszusammenhängen zu behandeln. Diese – nicht zuletzt wiederum aus dem Fortschrittsglauben resultierende – Perspektive heißt, Kultur und Technik nicht in ihrer wechselseitigen Beeinflussung, sondern Technik ohne Kultur analysieren zu wollen. Eine Historie, die den Titel der Zeitschrift *Kultur & Technik* ernst nimmt, muß demgegenüber neben den technischen Sachzwängen den Kontext der kulturellen Deutungsmuster und des Werte-

Foto: Deutsches Museum

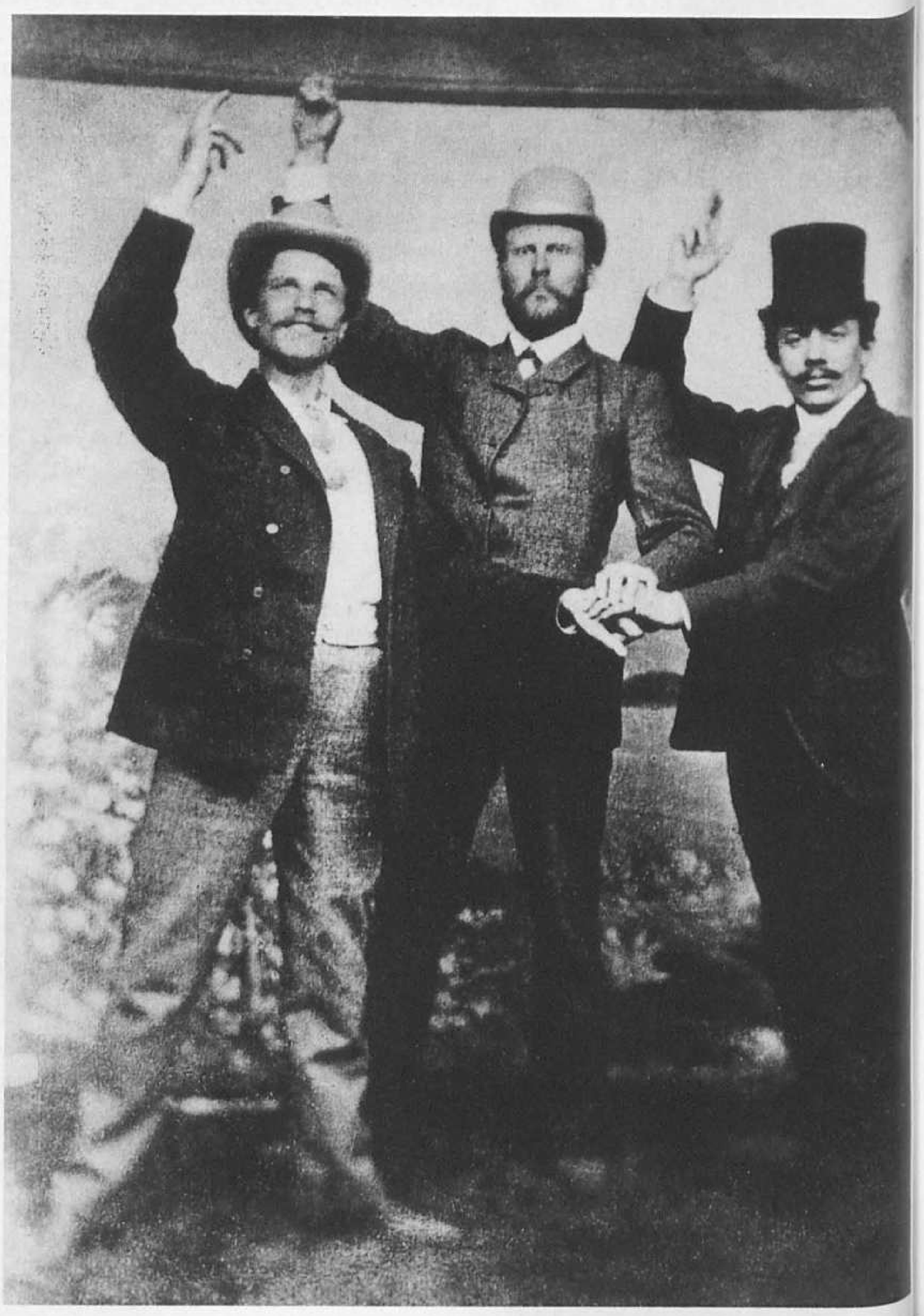
Der Flugpionier,
Ingenieur und Unternehmer
Otto Lilienthal (1848–1896)
im Alter von 40 Jahren.

Otto Lilienthal sah im Gleitflug in erster Linie eine Sportart, die zur Volksgesundheit und zur Völkerverständigung beitragen sollte. Fast ein Jahrhundert nach Lilienthal: Flug mit dem Hängegleiter „Windspiel", BRD 1980.

systems, die an eine Technik geknüpft sind, in ihr Blickfeld nehmen.

Erfindungen sind nicht nur Ausgangspunkte jeder Technik, sondern auch Kernstück der Technikgeschichtsschreibung. Erfindungen werden zu erfolgreichen Technologien, wenn sie in das kulturelle Umfeld der Gesellschaft passen, für die sie konzipiert sind. Die gängige Erfahrung, daß die Zeit für eine Erfindung noch nicht reif sei, bringt den Zusammenhang zwischen technischem Design und kulturellem Umfeld auf einen geläufigen Begriff.

Erfinder, deren Neuerungen einen markanten Bruch zur herrschenden Technik bedeuten, sehen sich vor die Aufgabe gestellt, eine Brücke zwischen Herkömmlichem und Neuem zu schlagen. Sie können nicht darauf vertrauen, daß sich ihre gegenüber dem Entwicklungsstand der Technik überlegene Erfindung durchsetzen wird. Sie müssen daher bestrebt sein, die besonderen Qualitäten ihrer Innovation herauszustreichen und deren überlegene Fähigkeit, technische, ökonomische oder gesellschaftliche Probleme zu lösen, in den Denkkategorien ihrer Zeitgenossen zu verdeutlichen. Die Pro-



Otto Lilienthal war nicht nur ein erfolgreicher Unternehmer und Erfinder; er gehörte auch zum Kreis der bürgerlichen Sozialreformer. 1892 gab Lilienthal (Mitte) das Versprechen ab, eine Volksbühne zu gründen. Links der Direktor des Berliner Ostend-Theaters Max Samst, rechts der Schauspieler und Kammersänger Richard Oeser.

OTTO LILIENTHAL

Otto Lilienthal bei einem seiner ersten Gleitflüge in Derwitz bei Potsdam im Sommer 1891.

gnosen über die Folgewirkungen einer Erfindung für die künftige Entwicklung einer Gesellschaft sind infolgedessen ein wichtiger Teil des Innovationsprozesses selbst.

Die Technikgeschichte bedient sich zur Erforschung der Wirkungen von technischen Erfindungen eines Ansatzes, den man als Technikbewertung im historischen Rückblick (Retrospective Technology Assessment) bezeichnen kann. Dieser Ansatz wurde in Übertragung der modernen Technikfolgenabschätzung (Technology Assessment) auf die Vergangenheit entwickelt. Im Mittelpunkt der Methode steht der Vergleich der zeitgenössischen Erwartungen an eine Erfindung mit den de facto eingetretenen Auswirkungen.

Die Technikbewertung im Rückblick vermag vor allem zweierlei zu leisten: Indem sie die Technikfolgen unter die Lupe nimmt, unterstützt sie den mit Recht häufig angemahnten Wechsel der Perspektive von den Entstehungs- zu den Verwendungszusammenhängen von Technik. Denn eine Betrachtungsweise, die Technik als logische Abfolge von Erfindungen auf dem endlosen Weg des Fortschritts begreift, vermag nur Teilbereiche der Bedeutung der Technik für unsere Vergangenheit und Gegenwart zu entschlüsseln.

Zum zweiten wird sie der Grundaufgabe der Historie gerecht: Geschichte als einen Prozeß zu zeigen, der nicht gesetzmäßig abläuft, sondern grundsätzlich offen ist und somit alternative Entwicklungsstränge in sich birgt. Geschichte vollzieht sich nicht linear, sondern in Schüben, Brüchen, Verwerfungen, Schleifen und Windungen. Es ist dieses Defizit an Berechenbarkeit, das Prognosen über die Konsequenzen einer Technik bewußt oder unbewußt auszufüllen versuchen.

VOGELFLUG: GRUNDLAGE DER FLIEGEKUNST

Die Suche nach dem „wirklichen Erfinder" einer technischen Neuerung beschäftigt nicht selten Generationen von Historikern. So auch in der Luftfahrt: Gelang die Erfindung des Flugzeugs dem Briten George Cayley, den Franzosen Jean-Marie le Bris beziehungsweise Clément Ader, dem Russen A. F. Moshaiski, dem Deutschen Otto Lilienthal, dem Deutschamerikaner Gustav Weißkopf (Whitehead) oder dem amerikanischen Brüderpaar Orville und Wilbur Wright? Diese mit viel nationalem Pathos beladene Frage in letzter Konsequenz beantworten zu wollen, hat sich als wenig sinnvoll erwiesen.

Wichtige Aufschlüsse gewinnt man dagegen, wenn man die konkreten Errungenschaften dieser Pioniere mit Blick auf die Entwicklung des modernen Flugzeuges analysiert. Hierbei kommt Lilienthal eine Bedeutung zu, die seine Würdigung im Ehrensaal des Deutschen Museums gerechtfertigt erscheinen läßt: „Mit scharfem Geist und kühner Tat vermittelte er erstes gesichertes Wissen über den Menschenflug."

Auslöser und Ausgangspunkt für Lilienthals flugtechnische Arbeiten waren seine Beobachtungen zum Flug der Vögel. Er entdeckte, daß das Geheimnis des Vogelfluges in der Wölbung des Tragflügels liegt. Nach dem Ende des Deutsch-Französischen Krieges 1870/71, an dem er als Soldat eines preußischen Garderegiments teilgenommen hatte, begann er mit systematischen Luftkraftmessungen an verschieden gewölbten Flügelprofilen. Die auf einen Tragflügel wirkenden

Fotos: Deutsches Museum

Vom ersten Gleitflug zum Massensport:
Deltasegler am Stanserhorn.

Kräfte stellte er in Form eines Diagrammes dar, aus dem Auftrieb und Widerstand des Flügels abhängig von seinem Winkel zur anströmenden Luft abgelesen werden können.

Diese „Polardiagramme" sind bis heute in der Aerodynamik gebräuchlich. Die Versuchsapparate und Meßeinrichtungen konstruierte und baute er durchweg selbst. Die Luftkraftmessungen, die er an seinen Rundlaufapparaten durchführte, waren von einer Güte, „die erst durch die moderne Arbeit am Windkanal hat übertroffen werden können", wie ihm Jahrzehnte später der weltberühmte Aerodynamiker Ludwig Prandtl bescheinigte.

1889 veröffentlichte Lilienthal das wegweisende Buch *Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst.* Erst nach diesem vorläufigen Abschluß seiner wissenschaftlichen Untersuchungen begann er mit dem Bau von Gleitflugzeugen. Bei ersten Stehübungen im Wind entdeckte er die Bedeutung des Leitwerks für die Stabilisierung eines Flugzeugs. Es folgten Schritte, kleine Sprünge und schließlich die ersten Flüge. Die Ergebnisse dieser Versuche flossen in die Weiterentwicklung seiner Apparate ein.

Fassen wir zusammen: Lilienthal hebt sich von seinen Vorgängern und vielen seiner Nacheiferer durch die Systematik seines Vorgehens ab. Die vielfältigen Probleme der Verwirklichung des „Menschenfluges" wurden von ihm stufenweise gelöst. Wissenschaftliche Systematik anstelle von empirischem „trial and error", Wiederholbarkeit anstelle von Zufälligkeit sind die Begründungen für die herausgehobene Position, die Lilienthal in der Geschichte der Flugtechnik mit Recht zugewiesen wird. Eine weitere Voraussetzung des Erfolgs von Otto Lilienthal führt zur Ausgangsfrage dieses Artikels zurück. Lilienthal erkannte, daß sich eine grundlegende Innovation, wie sie die Flugtechnik im ausgehenden 19. Jahrhundert darstellte, durch vereinzelte Demonstrationen ihrer Leistungsfähigkeit allein nicht durchsetzen konnte. Er war daher seit dem Ende der 1880er Jahre unablässig darum bemüht, ein Bild von der Bedeutung der Flugtechnik für die künftige Entwicklung von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu entwickeln und es in der Öffentlichkeit zu verbreiten.

1886 trat Lilienthal dem *Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt* bei. Der 1881 gegründete Verein hatte sich rasch zum Sammelbecken der Luftfahrtexperten und interessierten Laien entwickelt. Als zeitweiliges Vorstandsmitglied, ständiges Mitglied der Technischen Kommission des Ver-

Fotos: Anton Geisser/Bavaria Bildagentur (l.); Deutsches Museum (r.)

OTTO LILIENTHAL

Flug Otto Lilienthals von den Rhinower Bergen bei Berlin.

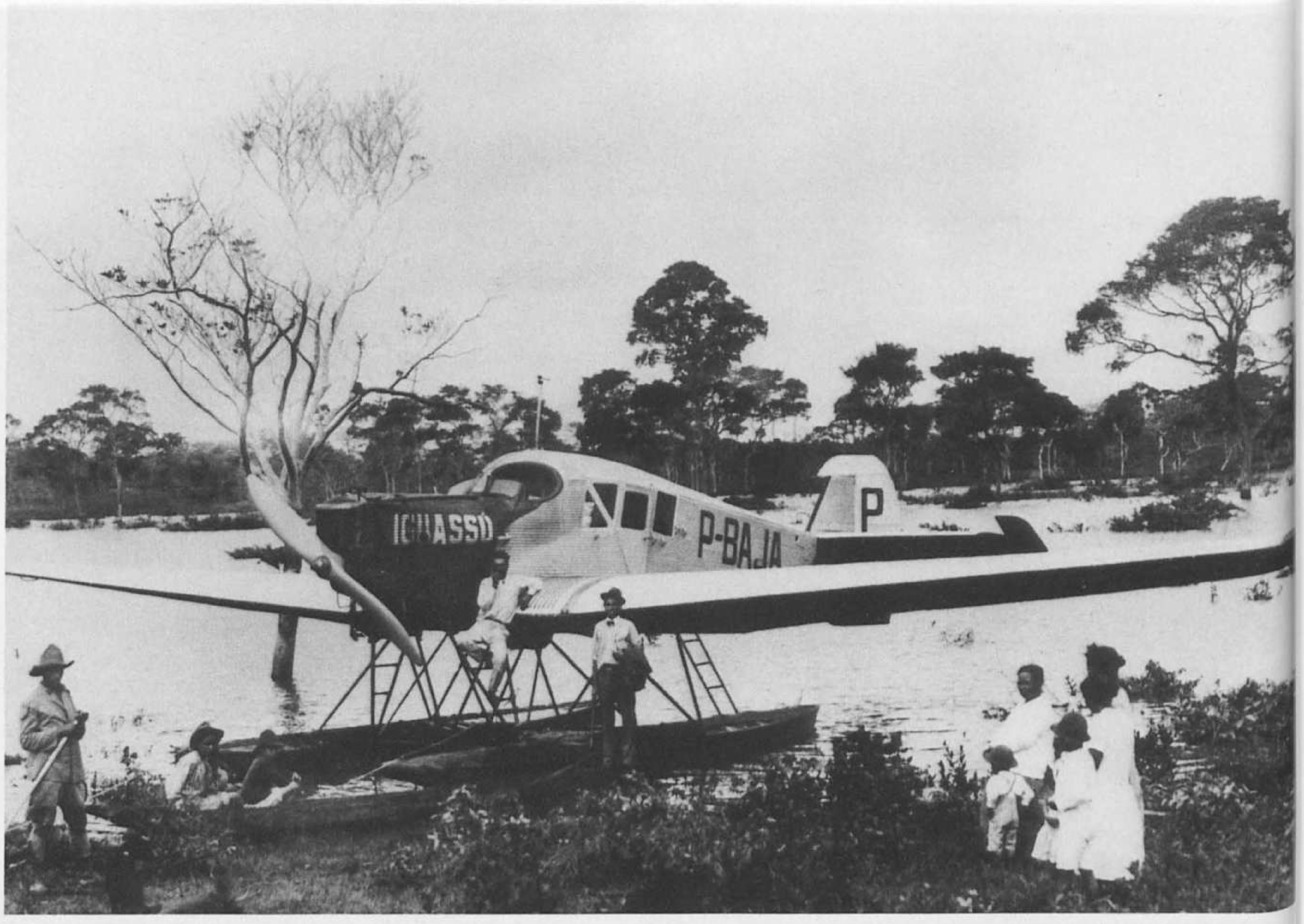
eins und des Redaktionsausschusses der *Zeitschrift für Luftschiffahrt* versuchte Lilienthal, dem Übergewicht der Anhänger der Luftfahrt nach dem Prinzip „leichter als Luft" entgegenzuwirken. In seinem Kampf um die Verbreitung des „Kunstfluges", den er als „willkürliches Fliegen eines Menschen mittelst eines an seinem Körper befestigten Flugapparates" definierte, stand er freilich weitgehend allein auf weiter Flur. Wie so viele Techniker, für deren Erfindungen das wirtschaftlich-gesellschaftliche Umfeld noch nicht bereitet ist, sah er sich in endlose Auseinandersetzungen mit einer Schar von Gegnern verstrickt.

Das Jahr 1890 markiert eine Zäsur in der Innenpolitik des Deutschen Kaiserreichs und auch in Lilienthals Leben. Reichskanzler Bismarck wurde entlassen. Der junge Monarch Wilhelm II. wollte sich als sozial gesinnter Kaiser profilieren und kündigte Reformen an. Die vielfältigen Initiativen der bürgerlichen Sozialreformer erhielten durch diesen „Neuen Kurs" (1890 bis 1896) kräftigen Aufwind: Friedensbewegung, Frauenemanzipation, Theaterreform, Mitbestimmung der Arbeitnehmer, genossenschaftlicher Wohnungsbau etc.

REFORMER UND FRIEDENSFREUND

Lilienthal war vom Elan der Reformer tief beeindruckt und schloß sich ihnen sofort an. Er beteiligte die Beschäftigten seiner 1883 gegründeten Maschinenfabrik mit 25 Prozent am Gewinn des Unternehmens, schaffte die Akkordarbeit ab und führte den Achtstundentag ein. Er setzte sich für die Gründung eines Volkstheaters ein und schrieb das sozialkritische Theaterstück *Moderne Raubritter. Bilder aus dem Berliner Leben.* Gemeinsam mit seinem Bruder Gustav wirkte er beim Aufbau der Genossenschaftlichen Wohnungsbaugesellschaft *Freie Scholle* mit. Durch die christliche Erneuerungsbewegung Moritz von Egidys (1847 bis 1898) wurde er auf den Pazifismus aufmerksam, dessen Ideal einer friedlichen Weltordnung ihn besonders stark beeindruckte.

Die Luftfahrttechnik, Lilienthals vorrangiges Interessengebiet, war jedoch seit ihren Anfangstagen militärisch ausgerichtet. In den Napoleonischen Kriegen wurden Ballone zur Feindaufklärung verwendet, 1849 warf die österreichische Armee aus Heißluftballonen Brandbomben auf Venedig, und im Krieg 1870/71 spielten Ballone bei der Belagerung von Paris eine wichtige Rolle. Die Gründung des ersten preußisch-deutschen Luftschiffer-



Nach Otto Lilienthal erfuhr die Flugtechnik eine rasche Entwicklung, die nicht auf den sportlichen Bereich beschränkt blieb. Die von Hugo Junkers konstruierte F 13, das erste Ganzmetallflugzeug, war in den 20er Jahren weltweit im Einsatz. Mit Schwimmern ausgerüstet bewährte es sich auch im Amazonasgebiet.

Bataillons 1884 war eine Reaktion auf französische Erfolge beim Bau von Luftfahrzeugen. Mit Argusaugen wachte man diesseits und jenseits des Rheins darüber, technische Erfolge des „Erzfeindes" umgehend kontern zu können.

Dem Übergewicht des Militärischen in Definition und Anwendung der Luftfahrt setzte Lilienthal zu Beginn der 1890er Jahre seine Vision der gesellschaftlichen Folgen des Fortschritts in der Flugtechnik entgegen. Am Ende seines Buches über den Vogelflug hatte er 1889 noch vage von einer neuen Kulturepoche gesprochen, die der Flug des Menschen einleiten werde. Angeregt durch die bürgerlichen Sozialreformer wurde er zu Beginn der 1890er Jahre konkreter: Er habe sich „die Beschaffung eines Kulturelements zur Lebensaufgabe gemacht, welches länderverbindend und völkerversöhnend wirken" solle, schrieb er 1894 an Moritz von Egidy.

„Die Grenzen der Länder", so Lilienthal, „würden ihre Bedeutung verlieren, weil sie sich nicht mehr absperren lassen, die Unterschiede der Sprache würden mit der zunehmenden Beweglichkeit der Menschen sich verwischen. Die Landesverteidigung, weil zur Unmöglichkeit geworden, würde aufhören, die besten Kräfte der Staaten zu verschlingen, und das zwingende Bedürfnis, die Streitigkeiten der Nationen auf andere Weise zu schlichten als dem blutigen Kämpfen um die imaginär gewordenen Grenzen, würde uns den ewigen Frieden verschaffen."

„DER GEDANKE AN UNGEHOBENE SCHÄTZE"

Als die reformerische Aufbruchstimmung zur Mitte der 1890er Jahre abebbte und sich die Rückkehr zu einem konservativen politischen Kurs ankündigte, wurde Lilienthal mit seinen Prognosen zurückhaltender. Ein unveröffentlichtes Manuskript aus dem Jahr 1895 gibt Aufschluß, wie er über den Stand und die Zukunftsaussichten der Flugtechnik dachte:

„Welche Rolle nun das Fliegen in unserer Culturentwicklung spielen wird, ist heute noch nicht abzusehen. Vielleicht tritt durch dasselbe eine Umwälzung aller bestehenden Verhältnisse ein; vielleicht wird auch sein Einfluß bedeutend überschätzt. Wer kann das heute wissen? Die Vorbilder, welche uns die in schönen Linien dahinschwebenden Vögel gewähren, sind verlockend genug, und der Gedanke, daß hier noch ungehobene Schätze liegen, reizt namentlich Viele, welche mit irdischen Gütern nicht sonderlich gesegnet sind. Die Geschichte der Erfindungen ist reich an Beispielen, wo ein einziger glücklicher Gedanke zu einer technischen Großthat sich ausgestalten ließ. Warum sollte nicht auch der fliegende Mensch der Zukunft seinen Flug dem glücklichen Einfall womöglich eines Laien zu verdanken haben. Solange die Flugtechnik sich nicht den ihr gebührenden Rang unter den Wissenschaften erworben hat, wird sie ein Tummelplatz der Glücksritter bleiben."

In weiteren Veröffentlichungen aus den Jahren 1893 bis 1896 entwarf Lilienthal eine Fortschrittprognose mittlerer Reichweite, in der er den von ihm propagierten „Segelflug" als Sport definierte. Neben dem rein sportlichen Reiz des Kräftemessens mit Gleichgesinnten hob er wiederum die kulturpolitischen Wirkungsmöglichkeiten des

Fotos: Deutsches Museum

OTTO LILIENTHAL

Schon der Erste, vor allem aber der Zweite Weltkrieg wurde in zunehmendem Maße in der Luft ausgetragen. Deutsches Geschwader mit Jagdflugzeugen des Typs Albatros DV gegen Ende des Ersten Weltkriegs. Die Hoffnung, Flugzeuge würden künftige Kriege verhindern helfen, hat sich nicht erfüllt.

Fliegens hervor: „Sollte es dahin kommen, daß das Durchsegeln der Luft auch vorläufig nur als interessante Belustigung und angenehme Körperübung sich einbürgert, so wäre in einem derartigen Fliegesport wohl die gesundeste aller Erholungen im Freien geschaffen und dadurch die Reihen der Mittel zur Bekämpfung moderner Culturkrankheiten um eine der wirkungsvollsten vermehrt."

Lilienthal sah den „Fliegesport" im Bunde mit den Turner- und Radfahrervereinen, deren Ideal „Licht, Luft und Sonne" er teilte und tagtäglich zu verwirklichen suchte. Ernst Ludwig Kirchner, der Lilienthal in jungen Jahren am Fliegeberg besuchte, hielt in seinem Tagebuch tief beeindruckt fest: „Ich wäre gerne bei Lilienthal geblieben, trotzdem mich seine Begeisterung für das Fliegen nicht so zog wie seine Art zu leben und seine Person. Mir saß der Traum der Malerei zu fest, aber Lilienthals Leben, sein freundlicher Verkehr, seine Freiheit wurden mir innerlich ein Vorbild und sind es noch heute."

Sozialer Fortschritt durch die freiheitlichen, emanzipatorischen Wirkungen sportlicher Betätigung: Dies war Lilienthals Fortschrittsidee kurz vor seinem tödlichen Absturz im August 1896.

Lilienthals Hoffnung auf die Überwindung des Krieges durch den grenzüberschreitenden, friedensstiftenden Luftverkehr kehrte sich in ihr Gegenteil. Im Zeitalter der sich verschärfenden internationalen Spannungen in Europa und des weltweiten Imperialismus verlief die Luftfahrttechnik bis zum Ersten Weltkrieg fast ausschließlich in militärischen Bahnen. Spätestens nach der Jahrhundertwende erkannten auch die konservativsten Militärs, daß dem Luftschiff und insbesondere dem Flugzeug in künftigen Kriegen eine bedeutende Rolle zukommen würde. Rüstung wurde durch Gegenrüstung beantwortet. Die durch die Luftfahrt „imaginär gewordenen Grenzen" machten den Krieg keineswegs unmöglich; sie erleichterten ihn. Von den Aufklärungs- über die Jagd- bis zu den Bombenflugzeugen reichte die Stufenfolge der militärtechnischen Eskalation im Ersten Weltkrieg.

Aufbauend auf den Erfahrungen der Kriegsjahre, entwickelte der italienische General Giulio Douhet nach 1918 eine Militärdoktrin, die selbständigen Luftstreitkräften die Schlüsselstellung in jedem künftigen Krieg zumaß. Der Ausgang des Zweiten Weltkriegs und jüngst des Konflikts um Kuwait sollten ihm Recht geben. Die militärtechnische Verwendung ist – man mag es akzeptieren oder nicht – ein integraler Bestandteil der modernen Luftfahrt geworden.

Die Prognose Lilienthals, die Flugtechnik werde sich zu einem Sport entwickeln, der nicht gefährlicher sei als Reiten oder Segeln, bewahrheitet sich dagegen. In den Jahren unmittelbar nach dem Ersten Weltkrieg entwickelte sich in Deutschland, wo der Motorflug durch den Versailler Vertrag jahrelang verboten war, der Segelflugsport. Flugbegeisterte in anderen Ländern zogen nach und bereits 1930 wurde die *Internationale Studienkommission für Segelflug* gegründet. Seit einigen Jahrzehnten findet der Hängegleitersport, der technisch unmittelbar an Lilienthals Flugapparate anknüpft, stürmische Verbreitung. Die internationale Vernetzung des Flugsports hat, insbesondere nach den beiden Weltkriegen,

OTTO LILIENTHAL

Foto: Lufthansa Bildarchiv

Hundert Jahre nach Lilienthal ist das Fliegen zur Selbstverständlichkeit geworden. Moderne Verkehrsflugzeuge wie die Boeing 747 bieten bis zu 500 Reisenden Platz. Allein von bundesdeutschen Flughäfen fliegen jährlich über 70 Millionen Passagiere ab.

zweifelsohne friedensstiftend und völkerversöhnend im Sinne Lilienthals gewirkt.

Das Herzstück der Luftfahrt ist heute der zivile Flugverkehr und die dazugehörige Industrie. Die moderne Weltwirtschaft wie auch das gesamte System internationaler Politik sind in einem sehr hohen Ausmaß vom Flugzeug abhängig. Die revolutionäre Qualität der Luftfahrt als Verkehrstechnologie, die kontinentale Entfernungen in wenigen Stunden zu überbrücken vermag, deutete sich in Hugo Junkers Idee eines Weltluftverkehrs in den 1920er Jahren erstmals an. In großem Maßstab verwirklicht wurde sie, von den USA ausgehend, nach dem Zweiten Weltkrieg.

Diese Entwicklung vermochte Lilienthal nicht vorauszusehen. Zwar sprach er vage von der möglichen „Umwälzung aller bestehenden Verhältnisse", ohne jedoch konkretisieren zu können, worin dieser Wandel bestehen werde. Vereinzelt gab es zeitgleich Stimmen, die weitaus präziser waren: Hermann Hoernes etwa verortete 1891 die Zukunft der Luftfahrzeuge im „Personen- und Waaren-Verkehr" und prognostizierte treffsicher den Aufbau einer „neuen, einschlägigen Industrie".

Die Abschätzung der Folgen seiner flugtechnischen Arbeit war für Otto Lilienthal ein integraler Bestandteil seines Selbstverständnisses als Erfinder wie auch seines allgemeinen Weltbildes. Die gelungene Synthese von Technik und Kultur ist einer der wichtigsten Gründe für die breite Rezeption, die Lilienthal bereits wenige Jahre nach seinem Tod erfuhr und im Jubiläumsjahr „100 Jahre Menschenflug" in kaum mehr überschaubarer Breite erneut erfährt.

Aus der besserwisserischen Perspektive des Historikers öffnet sich eine beträchtliche Kluft zwischen Fortschrittsvision und Realität. Die beiden aus heutiger Sicht wichtigsten Verwendungszusammenhänge seiner Erfingung – das Flugzeug als Träger der Militär- und Verkehrstechnologie – hat Lilienthal nicht zu erkennen vermocht beziehungsweise falsch eingeschätzt. Freilich befindet er sich damit in guter Gesellschaft. Die Hoffnung auf die friedensstiftenden Wirkungen neuer Techniken ist ein fester Bestandteil des politischen Vormärzes (1830 bis 1848). An die Erfindung der Eisenbahn, des Dampfschiffes, des Luftschiffes, des Flugzeugs und schließlich der Rakete knüpften sich gleichermaßen die Erwartungen, daß Kriege durch das überlegene Vernichtungspotential dieser neuen Waffen sinnlos würden. Einmal mehr zeigt es sich, daß die menschlichen Fähigkeiten zur frühzeitigen Wahrnehmung komplexer soziotechnischer Entwicklungen begrenzt sind.

Die Hoffnungen der Zukunftsforscher, die Technikbewertung im historischen Rückblick könne der politischen Technikplanung und der gesellschaftlichen Techniksteuerung entscheidende Impulse geben, sind daher zweifelsohne überzogen. Als Vorbild und Orientierungsmuster für die aktuelle Abschätzung der Folgen des technischen Fortschritts vermag die rückblickende Technikbewertung nur in dem allgemeinen Sinne des „Lernens aus der Geschichte" durch die Verbreiterung des verfügbaren Wissens zu dienen. Sie ermöglicht jedoch tiefgehende Einsichten in Denkweise und Deutungsmuster der Akteure des technischen Fortschritts.

Denn als zeit- und interessengebundene Aussagen spiegeln Prognosen von Technikern über die Folgewirkungen ihres Schaffens deren gesellschaftliches Selbstverständnis und kulturelle Identität wider. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Werner Heinzerling, Helmuth Trischler (Hrsg.): Otto Lilienthal – Flugpionier, Ingenieur, Unternehmer. Dokumente und Objekte. München 1991. Katalog zur gleichnamigen Jubiläumsausstellung mit vollständiger Dokumentation der Bestände des Deutschen Museums.

Wolfgang König: Retrospective Technology Assessment – Technikbewertung im Rückblick. In: Technikgeschichte 51 (1984), S. 247–262.

Reinhart Koselleck: Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten. Frankfurt a. M. 1979.

Otto Lilienthal: Über meine Flugversuche 1889–1896 – Ausgewählte Schriften, hrsg. von Klaus Kopfermann. Düsseldorf 1987.

Werner Schwipps. Lilienthal – Die Biographie des ersten Fliegers. Berlin 1979.

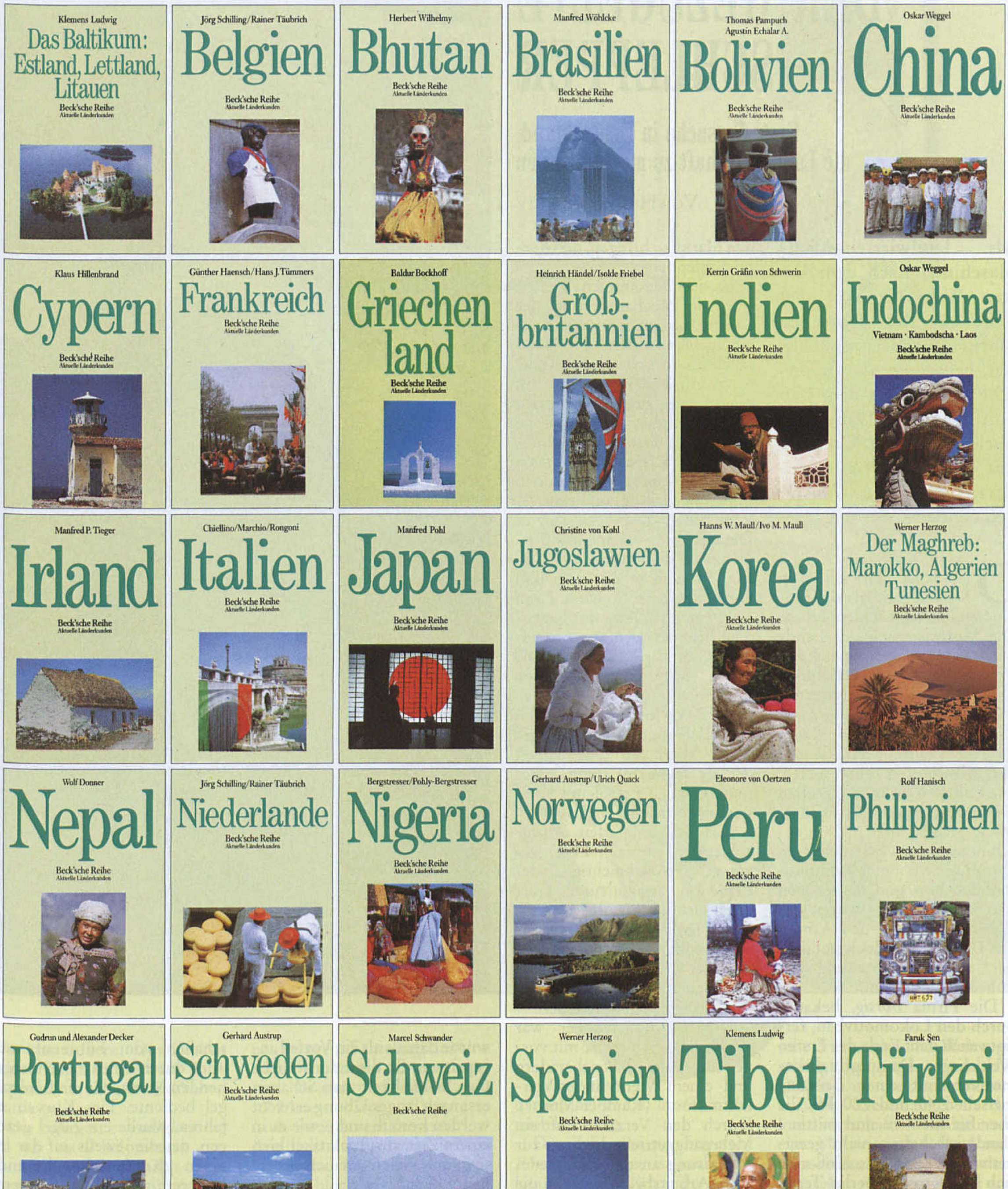
Joel A. Tarr (Hrsg.): Retrospective Technology Assessment – 1976. San Francisco 1977.

DER AUTOR

Helmuth Trischler, Dr. phil., geboren 1958, studierte Geschichte und Germanistik an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Seit 1990 ist er als Konservator in der Luft- und Raumfahrtabteilung des *Deutschen Museums* tätig. Er ist Autor mehrerer Bücher und Aufsätze zur Sozial-, Wissenschafts- und Technikgeschichte.

Beck'sche Reihe – Aktuelle Länderkunden

Die »Aktuellen Länderkunden« informieren umfassend und verläßlich über Kultur und Gesellschaft, Wirtschaft und Politik, Geographie und Geschichte des jeweiligen Landes. Sie sind klar gegliederte, von kompetenten Autoren verfaßte Reise- und Studienbegleitbücher.



Die Bände kosten mit wenigen Ausnahmen zwischen DM 14,80 und DM 19,80.

Verlag C. H. Beck

DER GEZÜGELTE SCHLEPPER

Erste Versuche in Deutschland, die Landwirtschaft zu mechanisieren

VON HELMUT LINDNER

Als landwirtschaftliche Maschinen nach dem Ersten Weltkrieg von den USA aus den deutschen Markt zu erobern versuchten, begannen auch deutsche Firmen mit dem Bau von Traktoren. Einer der kuriosesten, am Umgang mit Arbeitstieren orientiert, war der *Borsig*-Schlepper.

Die 1920er Jahre gelten in Deutschland als die Pionierzeit im Ackerschlepperbau. Die Motorisierung der Landwirtschaft war im Vergleich zur Verwendung von Maschinen und Motoren in der Industrie weit zurückgeblieben. Zwar gab es in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Versuche, „Kraftpflüge" einzusetzen, doch blieben sie auf die großen Güter beschränkt. Der Dampfpflug nach dem Zweimaschinensystem, bei dem ein Kippflug zwischen zwei Lokomobilen hin- und hergezogen wurde, hatte zwar wegen der hohen Zugkräfte den Vorteil des Tiefpflügens, doch stand einer weiten Verbreitung der hohe Preis entgegen.

Die Firma *Borsig*, bekannt durch den Lokomotivbau, fertigte nach dem Ende des Ersten Weltkrieges Dampfpfluglokomotiven mit einer Leistung zwischen 40 und 200 PS, die aber für kleinere und mittlere Landwirtschaften nicht geeignet waren. 1924 entschloß man sich bei *Borsig* in Berlin-Tegel, einen auch für kleinere Betriebe geeigneten Motorschlepper auf den Markt zu bringen, den *Borsig*-Schlepper.

In den Vereinigten Staaten war die Mechanisierung der Landwirtschaft schon viel weiter fortgeschritten. Um 1905 tauchten dort die ersten Traktoren mit Benzinmotoren auf. Nach dem Ersten Weltkrieg verstärkte die amerikanische Schlepperindustrie ihre Bemühungen um den Export nach Europa; erinnert sei nur an den Fordson-Traktor von Ford.

In dieser Zeit begannen in Deutschland verschiedene Firmen nach den unterschiedlichsten Konzepten mit dem Bau von Schleppern. So baute *Lanz* 1921 einen Bulldog mit liegendem Einzylindermotor mit einem Glühkopf, der zum Anlassen mit einer Lötlampe erwärmt werden mußte. *Mercedes-Benz* konstruierte einen Dieselschlepper und die Firma *Borsig* ihren Motorschlepper, der als Treibstoff unter anderem Gasöl, Petroleum und Benzin vertrug.

Das Bild zeigt den *Borsig*-Schlepper von einer Frau „gezügelt", um die Leichtigkeit der Bedienung anzudeuten. Der Landwirt konnte ihn wie ein Pferd lenken, und durch die Zügel sollte sicher die Akzeptanz der neuen Technik durch den Bauern oder ungelernten Landarbeiter erhöht werden.

Der *Borsig*-Schlepper war ein Dreirad-Schlepper mit vorne liegenden Antriebsrädern und einem Vierzylinder-Viertaktmotor (Kämper-Motor). Durch den Verzicht auf ein Mehrganggetriebe mußten zur Anpassung an die verschiedenen Arbeitsbedingungen die Antriebszahnräder ausgewechselt werden. Dieser Verzicht wurde damals als ein Vorteil angepriesen, da die erforderliche Geschicklichkeit zum Schalten erst nach langer Übung erreicht werden konnte und – wie es in einem Zeitschriftenartikel hieß – „von Vielen freilich überhaupt nicht".

Lenken, Stillsetzen und Abbremsen des Schleppers geschahen vom Führersitz aus oder durch einen nebenhergehenden Mann, der die Lenkzügel bediente. Um Kurven zu fahren, wurde ein Zügel gezogen, der die jeweils auf der inneren Kurvenseite liegende Differential-Scheibe abbremste. Dadurch wurde das innere Antriebsrad verzögert, nicht aber das äußere. Das Ziehen beider Zügel führte zum Auskuppeln, durch weiteres Ziehen wurde gebremst.

Die Fahrgeschwindigkeit lag bei 4,5 bis 7 Kilometern pro Stunde und damit knapp unter der damals zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 8 Kilometern pro Stunde. Das 1,7 Tonnen schwere Fahrzeug, das eine Länge von rund 4,6 Metern und eine Breite und Höhe von 1,7 Metern hatte, schleppte je nach Straßenverhältnissen Lasten bis zu 12 Tonnen. Die Motorleistung lag – bei Umdrehungszahlen zwischen 800 und 1200 Umdrehungen in der Minute – im Benzin- und Benzolbetrieb bei 25 PS, im Gasölbetrieb bei 21 PS.

Die Zahl der produzierten *Borsig*-Schlepper ist nicht bekannt. Ende 1928 trat *Borsig* die Produktion landwirtschaftlicher Maschinen an eine schlesische Firma ab. Die Weltwirtschaftskrise gegen Ende der 1920er Jahre und der damit verbundene Geldmangel in der Landwirtschaft behinderten eine Motorisierung der Landwirtschaft, in der neben dem Menschen vor allem Pferde und Arbeitskühe den Kraftbedarf deckten. □

Werbung für den Borsig-Schlepper aus dem Jahr 1924.

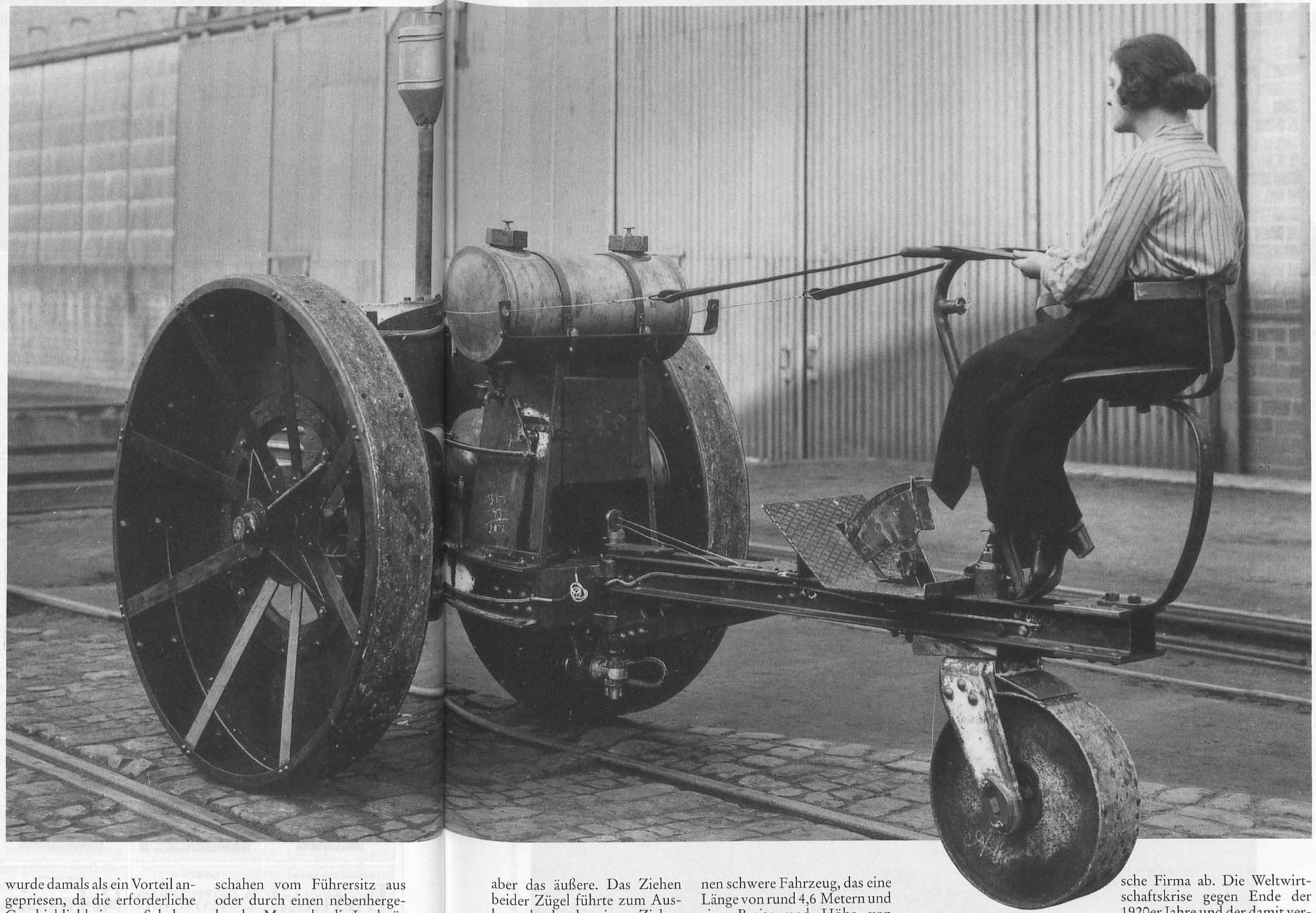


Foto: Museum für Verkehr und Technik, Berlin

Foto: K & T (l.); aus: Magazine of Art, London 1899 (r.o.)

Titel von Albert Robidas Werk „Das Zwanzigste Jahrhundert“, erschienen 1883 in Paris.

GEZEICHNETE ZUKUNFT

Bildtelefon, Babys aus dem Reagenzglas, Fast Food: Der Futurist Albert Robida hat sie vorausgesehen

VON EDWARD TENNER

Aus dem Amerikanischen übersetzt von Karl Heinz Siber

Selbstporträt von Albert Robida (1848–1926) aus dem Jahr 1899.

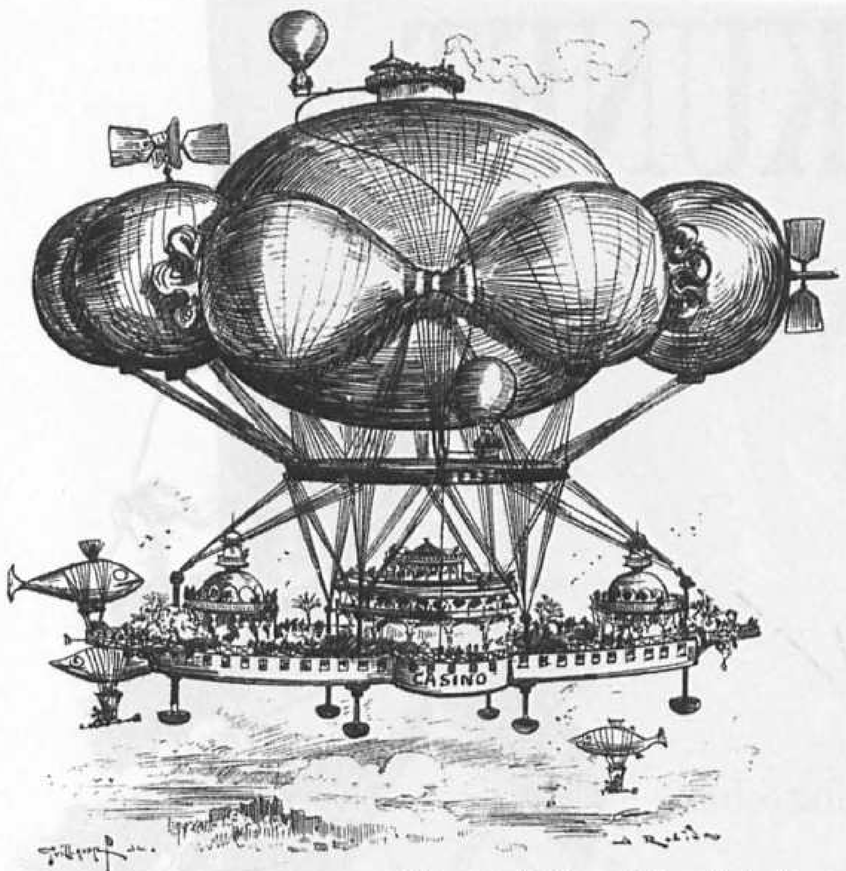
Albert Robida, im Revolutionsjahr 1848 geborener französischer Künstler und Autor, ist ein sonderbarer Kandidat für den Titel des größten Futuristen aller Zeiten. Der hochgewachsene Hagerling, der seine Zeitgenossen an Don Quichote erinnerte, war ein Mensch, der die Vergangenheit liebte und die Zukunft fürchtete. Er vergötterte Literatur, Architektur und Kleidertrachten des Mittelalters. Einer seiner Enkel wußte nach Robidas Tod im Jahr 1926 zu berichten, daß sein Großvater zeitlebens nicht ein einziges Telefongespräch geführt hatte.

Albert Robida behielt mit vielen seiner Voraussagen über das 20. Jahrhundert auf unheimliche Weise recht. Er prophezeite die beiden Weltkriege und einen dritten, der uns vielleicht noch bevorsteht. In seinen Zeichnungen und Schriften nahm er die Russische Revolution ebenso vorweg wie das Unterrichtsfernsehen, das Bildtelefon, das Tragflügelboot, Luxusgefängnisse auf dem Land, radikalfeministische Anwältinnen, Fast Food, revisionistische Historiker, Babys aus dem Reagenzglas, Dr. Seltsam, militante Bewegungen in der Dritten Welt und Revolutionen, deren Grund niemand begreift. Lange bevor es Walt Disney gab, sah Robida den Bau musealer Stadtlandschaften wie der Main Street in Disneyland oder des Kolonialstädtchens Williamsburg voraus. Mit seiner spitzen Zeichenfeder zauberte er komische kämpfende Ritter ebenso gekonnt aufs Papier wie Bewohner des Planeten Saturn, die er mit elefantenartigen Schnauzen ausstattete.

Natürlich lag Robida mit manchen seiner Visionen völlig daneben. Deutsche und Chinesen haben die USA nicht unter sich aufgeteilt. Konstantinopel ist niemals von Gläubigern beschlagnahmt worden, weil die Türkei ihre Schulden nicht bezahlt hatte. Fliegende Untertassen gibt es noch immer nicht – sieht man von Frisbee-Scheiben einmal ab –, und transatlantische Untergrundbahnen existieren allenfalls auf den Skizzenblättern visionärer Ingenieure.

Robida (der Name wird auf der letzten Silbe betont) überfrachtete seine Arbeiten mit Satirischem und Kuriosem, eine Vorliebe, die lange Zeit die Wertschätzung geschmälert haben dürfte, die er bei den Historikern der Science Fiction genoß – einer Zunft, die übrigens nicht einmal Robida vorausgesehen hat. Doch in jüngster Zeit steigt er in der akademischen Achtung. Ein führender Gelehrter dieser Fachrichtung, Marc Angenot von der McGill University, hat nicht ohne Sarkasmus geschrieben: „Robidas Visionen machen uns klar, daß das, was wir für unsere wirkliche Welt halten, nichts weiter ist als der absurde Alptraum eines kleinbürgerlichen Künstlers aus dem 19. Jahrhundert, dem die erste elektrische Glühbirne und die ersten Regungen des Feminismus Angst einjagten."

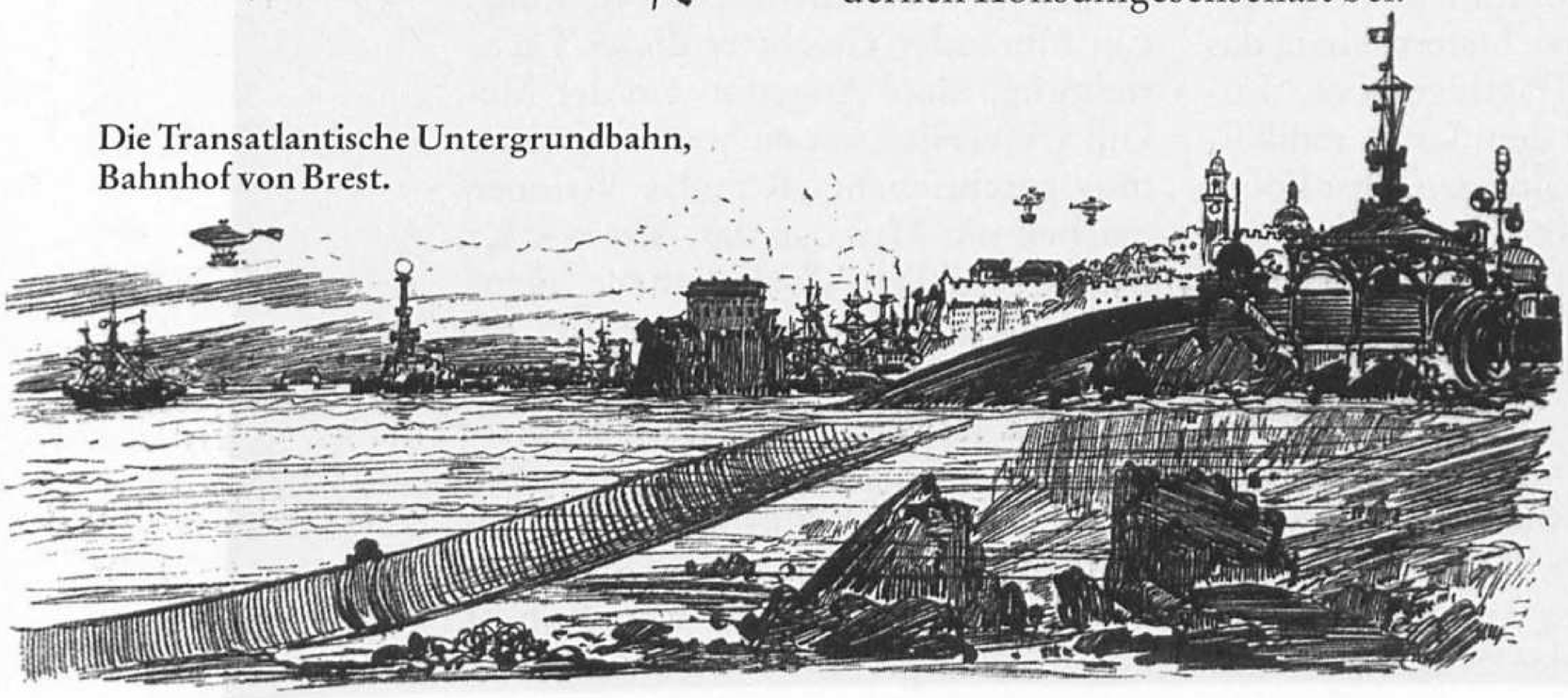
Zu seinen Lebzeiten war Robida durchaus ein gefeierter Mann. Ein Zeit-



Für Robida spielte sich die Zukunft weitgehend in der Luft ab. So zeichnete er vielfach Wolkenhotels und Wolkenpaläste (Bild).

Madame hat es leicht: Sie kauft ihren Stoff per Bildtelefon.

Die Transatlantische Untergrundbahn, Bahnhof von Brest.



genosse nannte ihn den „Jules Verne der Karikatur", und in der Tat hatte er mit Verne eine Menge gemein. Obwohl 20 Jahre jünger, begann Robida seine Laufbahn als professioneller Zeichner, nur wenige Jahre nachdem Vernes erster größerer Roman, *Fünf Wochen im Ballon,* erschienen war. Beide begehrten gegen die ihnen vom Vater zugedachte Berufslaufbahn auf. Verne brach sein Jurastudium ab, Robida hängte seinen Job als Angestellter eines Notars an den Nagel. Robida entstammte einer Familie, die erheblich ärmer war als die Vernes, aber beide waren Provinzler, die in Paris ihr Glück machten und der Stadt dann wieder den Rücken kehrten.

Als Robida mit 78 Jahren starb, hatte er ungefähr 30 Bücher geschrieben und selbst illustriert, dazu mindestens ein halbes Dutzend Literaturklassiker und zeitgenössische Werke illustriert; Tausende seiner Zeichnungen schmückten die Seiten von Zeitschriften, und etliche Alben mit Lithographien und Stichen von seiner Hand waren veröffentlicht.

Robida war 18, als er aus dem nordfranzösischen Compiègne nach Paris kam. Nicht lange, und führende Satirezeitschriften druckten seine Zeichnungen. Die Zeit war reif für selbstkritische Spötter. Die französische Presse wurde noch von den im Auftrag Napoleons III. tätigen Zensoren überwacht, aber bald, 1871, sollte sie die Dritte Republik von fast allen Fesseln befreien. Dank neuer Hochleistungs-Druckmaschinen hatten Druckwerke aller Art Hochkonjunktur. 1882 zählte man allein in Paris 90 Tageszeitungen – eine Zahl, die nie wieder erreicht wurde – und ein knappes Dutzend satirische Zeitschriften. Kaufhäuser entstanden und trugen zur Entstehung einer modernen Konsumgesellschaft bei.

Nach der ersten Weltausstellung im Jahr 1855 hatte die französische Regierung alle zehn Jahre eine weitere finanziert, auf der die letzten technischen Neuerungen vorgestellt wurden. Die Innovationen jener Zeit – das elektrische Licht, das Telefon, die Schallplatte, der Eiffelturm, die Métro, das Automobil – waren in den Augen eines staunenden Publikums mindestens so radikal wie die unserer Zeit. Robida war, wie Verne, ein faszinierter und gleichzeitig aufs höchste verunsicherter Beobachter des technischen Fortschritts.

Robidas erstes Buch *Die sehr außergewöhnlichen Reisen des Saturnin Fanandoul* (1879) war eine Verne-Persiflage, in der ein Antiheld den Erdball bereist und sogar den Saturn besucht und dabei eine Reihe bizarr-amüsanter Begegnungen mit den populärsten Jules-Verne-Figuren hat. Während Verne seinen wißbegierigen Lesern unendlich detaillierte, wissenschaftlich-technische Erklärungen lieferte, machte Robida sich einen Spaß daraus, Fakten, Naturgesetze oder physikalische Probleme, die das atemberaubende Tempo seiner Geschichten hätten hemmen können, glatt zu ignorieren. Wenn die von Verne ersonnenen Abenteuer aus Stahl waren, dann waren die von Robida aus Pappmaché. Der Text seiner Bücher war oft nicht viel mehr als eine Pinnwand für seine extravaganten und höchst phantasiereichen Zeichnungen.

1880 gründete Robida die satirische Zeitschrift *La Caricature*, deren erster Redakteur er wurde. Die meisten Beiträge lieferte er selbst, besonders in den ersten sieben oder acht Jahren, dazu farbige Titelbilder und prächtige, aufwendige Ausfaltblätter. In *La Caricature* mischten sich Zynismus und Gesellschaftschronik, nachsichtiger Spott über die eleganten Badeorte der modischen Trendsetter mit ironischen Kommentaren zu literarischen Moden, Kunstausstellungen, dem Militärleben und anderen Aspekten der bürgerlichen französischen Gesellschaft. Daneben zeichnete Robida aber auch das Bild einer weltlichen und amoralischen Weltstadt voll eitler Kurtisanen, genußsüchtiger Lebemänner, tolldreister Ehefrauen und gehörnter Gatten.

Eine von Robidas ersten imaginären Erfindungen in *La Caricature* war bezeichnenderweise ein versteckt auf-

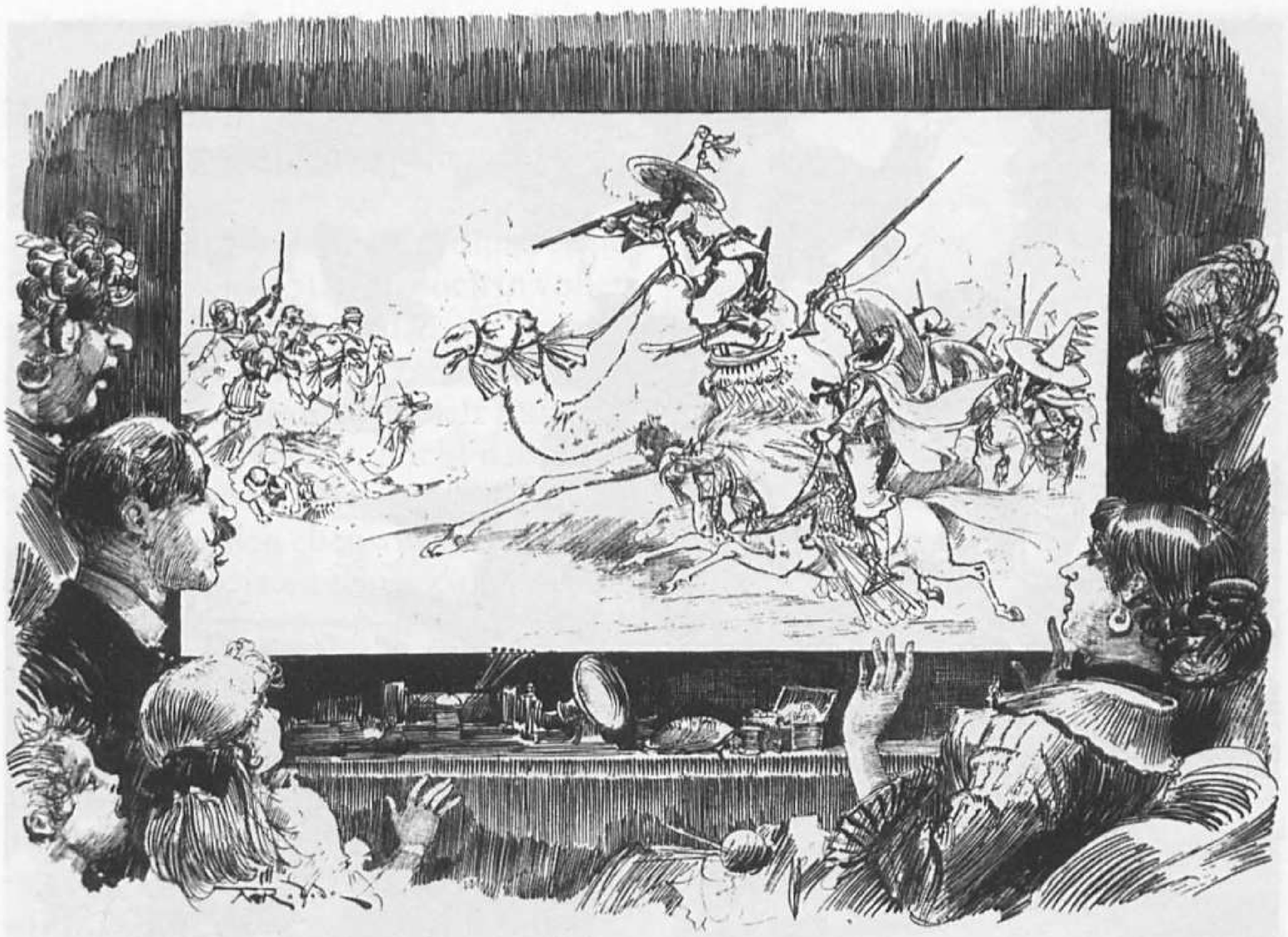
Sämtliche Abbildungen sind den Werken „Le Vingtième Siècle", Paris 1883, und „La Vie Electrique", Paris 1892, von Albert Robida entnommen

gestellter Videorecorder zur Überprüfung der Treue einer Geliebten. Technischer Humor wurde alsbald zum Markenzeichen der Beiträge Robidas für *La Caricature*.

In den 1880er Jahren brachte er, neben der Redakteurstätigkeit für seine Zeitschrift, zwei Bücher über die Zukunft heraus, die nicht so sehr als ernsthafte Prophezeiungen zu verstehen waren denn als satirische Warnungen. *Das Zwanzigste Jahrhundert* (1883), das in den 1950er Jahren spielt, erzählt die Geschichte einer jungen Frau, die in Paris Karriere zu machen versucht und bald mit den bemerkenswerten Bräuchen der Stadt und ihren technischen Wunderwerken Bekanntschaft macht. Die Kathedrale Notre-Dame ist zu einem Raumbahnhof umgebaut, zwischen ihren beiden Türmen ist ein Restaurant eingehängt. Sämtliche militärischen Großmächte haben einander schon 1910 in der „großen Explosion" pulverisiert, und die versehentliche Detonation aller von russischen Nihilisten gehorteten Bomben hat 1920 zur Überflutung Rußlands und seiner Abtrennung vom europäischen Kontinent geführt.

Krieg im Zwanzigsten Jahrhundert (1887) ist eine Geschichte über die Mobilisierung der französischen Streitkräfte im Jahr 1945 für einen Waffengang gegen einen nicht namentlich genannten Feind; Waffen aller Art kommen in diesem Krieg zum Einsatz: chemische Kampfstoffe, Flugapparate, U-Boote, Panzer. Und sogar eine Gruppe von Psychokriegern tritt auf, die mit ihren Hirnströmen die Befehlshaber der gegnerischen Seite zur Kapitulation bewegen kann.

Visionen kommenden Unheils spielten auch weiterhin eine Hauptrolle im Werk Robidas. Zu Beginn der 1890er Jahre brachte er eine Fortsetzung des *Zwanzigsten Jahrhunderts* heraus, ein Buch mit dem Titel *Elektrisches Leben*. Darin kommen Kraftwerke vor, die hin und wieder außer Kontrolle geraten und das irdische Klima verändern, indem sie neuartige und schreckliche „elektrische Stürme" entfachen. Im Verlauf der Geschichte kommt es zu einem Leck in einem mit einer tödlichen biologischen Waffe gefüllten Tank. Die am Boden zerstörten Opfer dieses neuen Zeitalters werden zur Wiedergenesung in einen Nationalpark geschickt, der in der idyllischen Bretagne um ein malerisches, unelektrisch gebliebenes Dorf angelegt worden ist.



Robidas Vision ist Wirklichkeit geworden: Mittels einer „Bildschirm-Zeitung" kann das Weltgeschehen hautnah miterlebt werden.

In *Der Höllische Krieg*, einer Comicserie für jugendliche Leser, für die Robida als Illustrator und sehr wahrscheinlich auch (neben Pierre Giffard) als ungenannter Koautor verantwortlich zeichnete, steht London in Flammen, und deutsche Soldaten heben im Regent's Park Schützengräben aus, während die Japaner in San Francisco einmarschieren.

Als der Erste Weltkrieg mit seinen blutigen Schlachten und Giftgaseinsätzen kam, als er die Kriegsvisionen, die Robida in *La Caricature* entwickelt hatte, plötzlich eher prophetisch als satirisch erscheinen ließ, animierte dies einen Pariser Verleger zur Wiederveröffentlichung einer Nummer aus dem Jahr 1883, in der Robida sich einen australisch-mosambikanischen Krieg ausgemalt hatte: mit Artillerieschlachten, Giftgasangriffen und U-Boot-Gefechten. In seinem letzten Buch *Ingenieur von Satanas* (1919) malte Robida ein neues Zeitalter der Finsternis an die Wand, in dem Überlebende eines zukünftigen Weltkriegs mit Speeren, Keulen, Pfeil und Bogen aufeinander losgehen.

Die Kehrseite der pessimistischen Zerstörungs- und Untergangsvisionen Robidas bildete sein leidenschaftlicher Hang zur Verklärung der Vergangenheit. Seine Lieblingslektüre waren Romane, die eine romantische Vergangenheit beschworen. Die Burgen und

Die Kunstwerke haben ihre Einmaligkeit verloren, sie sind beliebig reproduzierbar. Die Photographie wird die Malerei ersetzen.

Die modernen Massenmedien machen vor keinem Schauplatz halt. Die Kriegskorrespondenten berichten live von der Front.

Kathedralen des mittelalterlichen Frankreich standen in seinen Augen für eine ritterliche Kultur, die durch Habgier, Industrialisierung und reines Nützlichkeitsdenken zersetzt und zerstört wurde. Die Fotografie erschien ihm als ein Rückschritt gegenüber der Malerei, und er ließ an Emile Zola und anderen Vertretern eines literarischen Naturalismus kein gutes Haar, weil sie sich so ausgiebig mit negativen Zeiterscheinungen wie Armut, Krankheit und Verbrechen beschäftigten. Als patriarchalischer Vorstand einer vielköpfigen Familie – fünf Söhne, zwei Töchter und eine Frau, die er dem Vernehmen nach ebenfalls wie ein Kind behandelte – wetterte er leidenschaftlich gegen die Liberalisierung des französischen Scheidungsrechts.

Drei Umwälzungen faszinierten Robida besonders: die Mechanisierung des Krieges, die Verdrängung der Kunst durch Erzeugnisse einer kulturellen Massenproduktion und das Aufkommen moderner Massenbewegungen wie Sozialismus und Feminismus. Als gutbürgerlicher – um nicht zu sagen spießbürgerlicher – Franzose fürchtete er sie alle.

Beim Militär diente er nur kurze Zeit, während der Belagerung von Paris durch die Preußen 1870; es waren vor allem die nachfolgenden Ereignisse, die bei ihm unauslöschliche Eindrücke und Spuren hinterließen. 1871, in der Zeit der Pariser Kommune, durchlebte er nacheinander die Beschießung einer der bedeutendsten Städte der Welt, die Ausrufung eines Revolutionsregimes, seine Niederringung durch die militante Gegenrevolution regulärer französischer Truppen, die vor allem aus der Provinz anmarschierten, Paris besetzten und mit Tausenden von Anhängern der Kommune kurzen Prozeß machten. Auf der Flucht zunächst vor den Kommunarden und später vor den mordlustigen Soldaten der Gegenrevolution nächtigte er auf einem Strohlager in einem feuchten, stockdunklen Keller. Ihm war klar, daß der nächste europäische Krieg kein ritterlicher Turnierkampf zwischen Kavallerieoffizieren sein würde.

Robida war kein Pazifist, auch nicht nach dem ihn zutiefst erschütternden Tod eines seiner Söhne im Ersten Weltkrieg. Einem jungen Reporter sagte er Anfang der 1920er Jahre, Frankreich brauche eine starke Streitmacht zu Lande, zu Wasser und in der Luft. Er erkannte aber auch, daß für die militärische Stärke einer Nation in Zukunft ihre wissenschaftlich-technische Leistungsfähigkeit genauso wichtig sein würde wie die Zahl ihrer Soldaten und Waffen. Einige der neuartigen Kampfmethoden, die er sich ausmalte, waren lediglich gedankliche Weiterentwicklungen bekannter Kriegstechniken: so etwa, wenn in Seeschlachten U-Boote aufeinander oder auf Überwasserschiffe feuerten oder wenn riesige Kanonen giftgasgefüllte Granaten verschossen.

In anderen Fällen kombinierte er vertraute Waffen zu neuen Systemen,

Das Telefon ermöglicht Liebeserklärungen über weite Distanzen – Sittlichkeit und Glückseligkeit lassen sich so miteinander verbinden.

die er zuweilen bewußt mit „übernatürlichen" Eigenschaften ausstattete: zum Beispiel wenn er schwere Artilleriegeschütze an Beobachtungsballons aufsteigen ließ. In vielen Fällen schien es nur eine Frage der Zeit zu sein, wann seine Fiktionen von der Realität eingeholt sein würden, förderten doch allerorten die Regierungen die Entwicklung von Tränengasgranaten, tödlichen Sprühsubstanzen und tödlichen bakteriologischen Kampfmitteln.

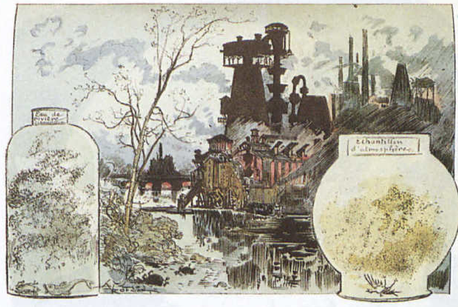
In Robidas Kriegsvisionen ist die Zivilbevölkerung zum Freiwild geworden, und die Wissenschaftler haben sich der Erforschung von Superwaffen verschrieben, die imstande sind, ganze Städte auszuradieren. H. G. Wells dachte sich 1914 eine „Atombombe" aus, aber die Idee, Großstädte komplett in Schutt und Asche zu legen, stammt von Robida. Er porträtierte schon in den 1880er Jahren einen deutschen Vorgänger von Dr. Seltsam, den Erfinder Dr. Fridolin Rosengarten, der am nicaraguanischen Bürgerkrieg teilnimmt und am Ende die Hauptstadt, die er sich erkoren hat, in die Luft sprengt, um die Bewohner, deren Gemurmel ihm auf die Nerven geht, zum Schweigen zu bringen. 1887 beschrieb er eine Substanz, die er „Der Liquidator" nannte, weil sie die Eigenschaft hatte, jeden Feind zu gesundheitsförderndem Mineralwasser zu verflüssigen. In *Der Höllische Krieg* wird mittels einer als Plutonit bezeichneten Substanz eine Großstadt zerstört.

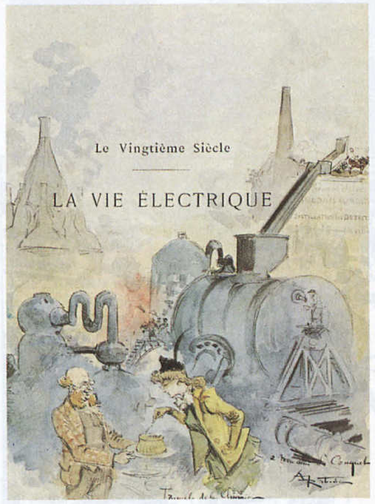
Robida erkannte, daß Zerstörungen solchen Ausmaßes psychische Traumata auslösen mußten. In *Der Höllische Krieg* muß ein Viertel aller Kombattanten wegen nervöser Störungen in Spezialkliniken eingeliefert werden. Auch den totalen Krieg ahnte Robida voraus, und er war sich bereits zu einem Zeitpunkt, da die Kolonialreiche der europäischen Staaten noch in voller Blüte standen, sicher, daß sie binnen weniger Generationen zerfallen würden und daß die Vorherrschaft Europas zu Ende gehen werde. Nicht daß diese Aussicht ihn froh gestimmt hätte – Robida scheute sich ebensowenig wie andere Karikaturisten seiner Zeit, Afrikaner als barbarische Kannibalen und Asiaten als die Gelbe Gefahr darzustellen. Doch schlummerte hinter allen vordergründigen rassistischen Klischees bei Robida bereits die Erkenntnis, daß die Völker der Dritten Welt, wie wir sie heute nennen, eines Tages europäische Wissenschaft und Technik gegen die Europäer (und auch gegeneinander) einsetzen würden.

In einer 1884 erschienenen Geschichte lassen sich die Anführer afrikanischer, asiatischer und ozeanischer Widerstandsbewegungen gegen die britische Kolonialherrschaft unter falschen Namen in Europa in die modernsten Kriegstechniken einweihen und unternehmen später einen Eroberungsfeldzug gegen das engliche Mutterland. Sie belagern Windsor Castle und den Londoner Tower, skalpieren Parlamentsabgeordnete und jagen Queen Victoria außer Landes.

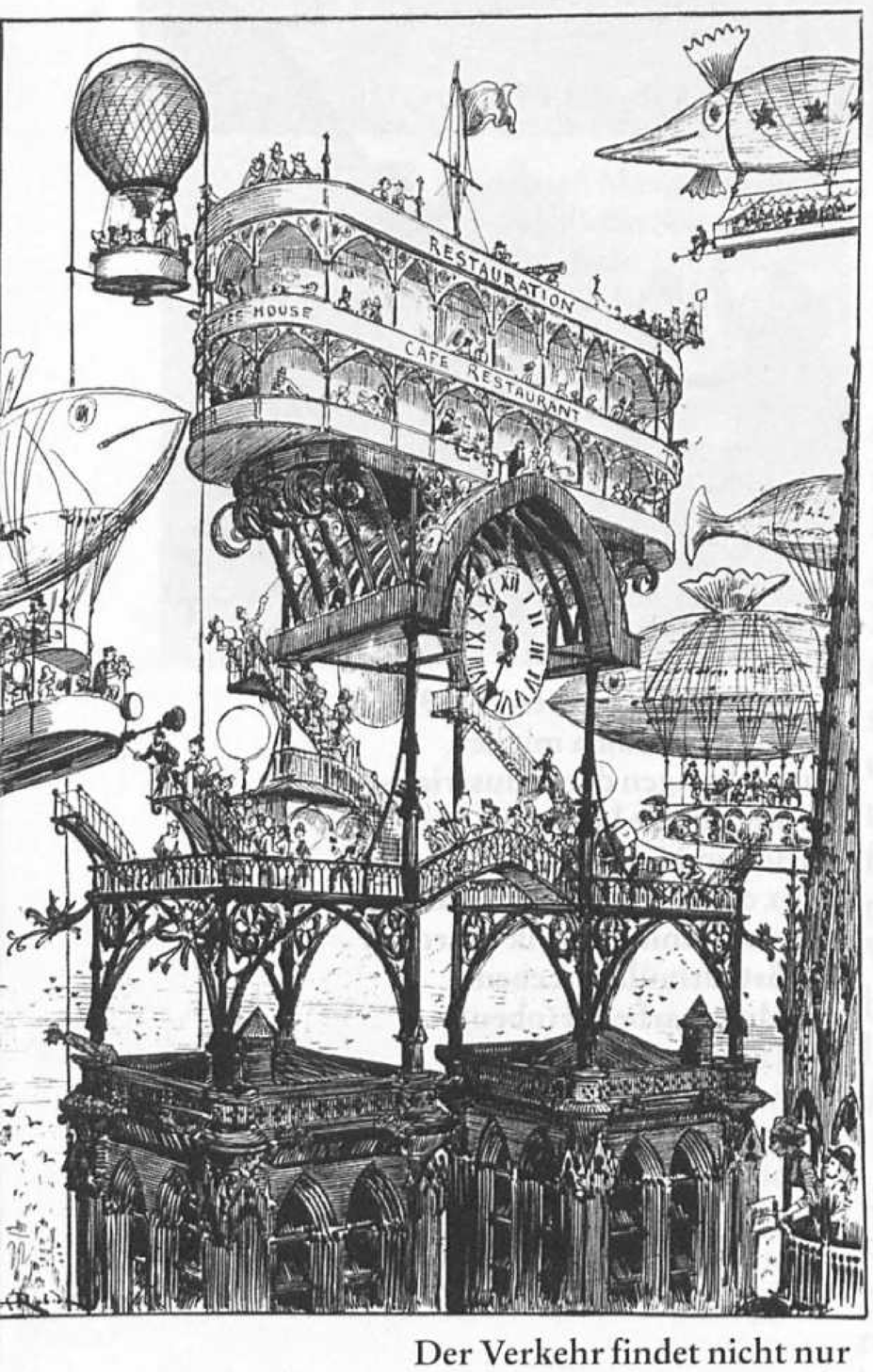
In *Elektrisches Leben* sagte Robida voraus, daß sich die Errungenschaften von Wissenschaft und Technik „ziemlich gleichmäßig über die gesamte Oberfläche der Erdkugel" ausbreiten würden, so daß letzten Endes alle Völker einen ungefähr gleichen Standard erreichen würden. Sie würden alle „dieselben Sprengstoffe, dieselben vollkommenen Maschinen, dieselben Mittel des Angriffs und der Verteidigung" besitzen. In *Das Zwanzigste Jahrhundert* ließ er sogar einen jüdischen Staat mit Jerusalem als Hauptstadt erstehen, dazu eine Afrika-Hauptstadt mit allem, was dazugehört: Parlamentsgebäuden, Schwerindustrie, Straßenbahnen und einem Wolkenkratzer-Hotel.

Bei all seinem Unbehagen an der Moderne entwickelte Robida doch sehr präzise Vorstellungen von neuen und zukünftigen Massenmedien und bediente sich ihrer auch. 1888 schrieb





In „Elektrisches Leben", 1892, befaßt sich Robida mit den Auswirkungen der Industrialisierung auf die Umwelt: Wasser und Luft sind verseucht (ganz oben); in der „Großen Nahrungsmittelfabrik" wird der Großstadtmüll zu Lebensmitteln verarbeitet (oben).



Der Verkehr findet nicht nur auf den Straßen statt. Luftschiffe fliegen die Station auf der Notre-Dame an, deren Türme nun ein Restaurant tragen.

er für das *Chat Noir*, ein in Mode gekommenes Pariser Nachtcabaret, ein Scherenschnitt-Theaterstück über das Paris der Zukunft, ein Paris, an dessen Himmel schwerelose Luftschiffe für die Personenbeförderung umherschwirrten. Die Regieanweisungen sind zwar nicht erhalten geblieben, aber man kann sich vorstellen, daß die Scherenschnittfiguren, kombiniert mit imposanten Beleuchtungseffekten, ein denkwürdiges „Lichtspiel" entstehen ließen.

Oft stellte Robida die Nachteile und Gefahren der Massenkultur in den Vordergrund. In *Das Zwanzigste Jahrhundert* läßt er ergänzend zur traditionellen Malerei das sogenannte Fotogemälde treten, die farbige Fotoreproduktion von Meisterwerken der Malerei. Musiker sind in seiner Vision überflüssig geworden. Die Gesellschaft beschäftigt nur noch eine Handvoll Pianisten, Cellisten, Flötisten und Klarinettisten, deren Töne mittels Rohrleitungen in jedes Zimmer eines jeden Hauses geleitet werden können. Und sogar das kulinarische Kunsthandwerk wird verdrängt von riesigen „Ernährungsfabriken", die über unterirdische Pipelines und pneumatische Röhrensysteme ihren Kunden komplette Mahlzeiten ins Haus schicken.

In *Geschichten für Büchernarren* (1895) sagten Robida und ein Koautor namens Octave Uzanne voraus, daß eines Tages Tonträger das geschriebene Wort ersetzen würden. Dieser Vision zufolge würden die Menschen ein miniaturisiertes, tragbares Abspielgerät namens „Phono-Operagraph", einen Vorläufer des Walkman, bei sich tragen und mittels Ohrhörern „geistige Nahrung" zu sich nehmen. In *Das Zwanzigste Jahrhundert* hatte Robida zuvor schon das „Telephonoskop" beschrieben, eine Art Großbildschirm-Kabelfernsehen. Jetzt kreierten er und Uzanne den „Kinetographen", ein ähnliches Medium zur Verbreitung vorgefertigter Programme, unter anderem der täglichen Nachrichten.

„Wir werden uns", so die Prognose, „neue Stücke so mühelos ansehen können, als würden sie im Wohnzimmer aufgeführt; wir werden die Porträts und, noch besser, die bewegten Gesichter berühmter Männer, berüchtigter Verbrecher, schöner Frauen sehen. . . . Kunst wird das nicht sein, gewiß, aber dafür doch das Leben selbst, natürlich, ungeschminkt, sauber, präzise und oft auch grausam."

Die größten Umwälzungen, die Robida voraussagte, waren nicht technischer, sondern gesellschaftlicher Natur. Er hatte dazu ein zwiespältiges Verhältnis. Die Zeichnungen, die er in der Zeit der Pariser Kommune und ihrer Belagerung anfertigte, zeigen uns einen Menschen, der die kleinen Randerscheinungen einer Revolution amüsant, ja entzückend findet (etwa die Tatsache, daß ehemalige kaiserliche Gendarmen vor dem Eintritt in die neue republikanische Bürgerwehr ihre Backenbärte abrasieren), zugleich aber mit Schrecken die von der Revolution angerichteten Zerstörungen registriert. In *Das Zwanzigste Jahrhundert* durchläuft Frankreich gerade die jüngste von ritualisierten Revolten, die pünktlich alle zehn Jahre zur Proklamierung eines neuen Regimes führen. Es werden sogar Medaillen für die am raffiniertesten gebauten Barrikaden verliehen. Ein weibliches Bataillon kämpft für die Rechte der Frau, Seite an Seite mit den (männlichen) Kämpfern für die Rechte des Mannes. So beunruhigend und nutzlos Revolutionen ihm vorkamen, scheint Robida doch erkannt zu haben, welch unwiderstehlicher romantischer Reiz von ihnen ausgehen kann.

Durchaus richtig lag Robida auch mit seiner Vision, daß Revolutionen zu einem unerhört freizügigen Umgang mit der geschichtlichen Wahrheit animieren können. In *Das Zwanzigste Jahrhundert* macht ein Historiker namens Felicien Cadoul eine glänzende wissenschaftliche Karriere, indem er „nachweist", daß Ludwig XIV. niemals existiert und Napoleon nie eine Schlacht geschlagen hat. Die Frauenrechtsbewegung empfand Robida als lächerlich, und die führenden Frauenrechtlerinnen erscheinen in *Das Zwanzigste Jahrhundert* als herrschsüchtige Blaustrümpfe.

Andererseits gehören zu den wenigen positiv gezeichneten Figuren dieses Buchs junge Frauen, die sich Hoffnungen auf eine Karriere in Justiz, Medizin, Literatur oder Wissenschaft machen. Wenn sie sich nach einiger Zeit aufgrund der gesammelten Erfahrungen doch für ein konventionelles Ehefrauendasein entscheiden, beweisen sie damit einen klügeren Verstand als die meisten Männer. Interessanterweise bildete Robida seine Tochter Emilie zu

einer erfolgreichen Grafikerin aus – ihre bekanntesten Arbeiten veröffentlichte sie unter ihrem späteren Namen Robida-Bouchez.

Immer wieder kommt es bei Robida vor, daß das Telefon oder das Bildtelefon als Hilfsmittel für Flirts oder sogar für das Zustandekommen von Zufallsbekanntschaften genutzt wird. Verlobte können in vorehelichen Flitterwochen, die sie an Bord eigens zu diesen Zweck verkehrender Luftschiffe verbringen, ausprobieren, ob sie zueinander passen – eine Einrichtung, die nebenbei auch die Scheidungsrate senken hilft. Auch die Polygamie, insbesondere in ihrer von den Mormonen praktizierten Variante, faszinierte Robida. Einmal proträtierte er ein mormonisches England, in dem weibliche Polizisten eheunwillige Männer in Junggesellen-Gefängnisse geleiten, wo sie von weiblichen Wärtern bewacht werden. In Robidas 20. Jahrhundert ist die Familie nicht das Maß aller Dinge. Einer seiner Helden, geboren als das erste (fiktive) Baby aus dem Reagenzglas, wächst in einem Labor heran.

In Robidas schöner neuer Welt werden überführte Verbrecher von den Gerichten zur Resozialisierung in einen ländlichen Kurort verbannt, wo Gruppenaktivitäten, etwa gemeinsames Angeln, mithelfen, die angenehmeren Seiten ihres Naturells zum Vorschein zu bringen. Robidas Patentrezept gegen den technischen Fortschritt war die Nostalgie. Er war klug genug zu erkennen, daß die industriell bedingte Zerstörung der Natur und der traditionellen Lebensformen bei der Stadtbevölkerung das Bedürfnis wecken würde, sich hin und wieder in eine friedlichere und schönere Welt zu flüchten.

So lassen sich in *Elektrisches Leben* die Stadtmenschen, wenn immer sie der Wunsch überfällt, in das „friedliche und verschlafene 19. Jahrhundert" zurückversetzen, in die farbenfrohen Trachten ihrer Vorfahren, oder sie lassen sich in einen Nostalgie-Park à la Disneyland kutschieren.

Robidas Hauptwerk war nicht eines seiner Bücher, sondern eine Art historisches Freiluftmuseum: ein ganzer dem Pariser Stadtbild des Mittelalters und der Renaissance nachempfundener Straßenzug in voller Lebensgröße, der nach detaillierten Plänen Robidas und unter seiner Leitung für die Pariser Weltausstellung von 1900 aufgebaut wurde. Ein prachtvoll ausgestatteter Katalog mit farbigen und Schwarzweiß-Drucken, den Robida dazu herausgab, vermittelt einen Eindruck von den zahlreichen handwerklichen Feinheiten der Rekonstruktion, die das alte Paris auf meisterliche Weise wieder zum Leben erweckten. Dabei wußte er sehr wohl, daß er in Wirklichkeit die Uhr der Geschichte nicht zurückdrehen konnte, wie er es in einem seiner späteren Romane tat.

Robida war höchst beunruhigt über das Tempo, mit dem sich seine Welt veränderte. Zugleich war ihm klar, daß spätere Generationen die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts vielleicht als ein idyllisches und romantisches Zeitalter betrachten würden. Das Unbehagen, das er gegenüber seiner Gegenwart empfand, lieferte seiner Phantasie offenbar die Nahrung und das Motiv zur fiktiven Neuerschaffung des Mittelalters und befähigte ihn zugleich dazu, weit ins 20. Jahrhundert hineinzublicken. Andere Futuristen sind mit extrem übersteigerten positiven oder negativen Utopien übers Ziel hinausgeschossen. Robida dagegen erfaßte richtig, daß die Zukunft eine Mixtur aus Wundern und Schrecken, technischer Rationalität und katastrophalem menschlichen Versagen bereithalten werde. So wirkten sich sogar noch seine wissenschaftlich-technischen Bildungslücken oft zu seinen Gunsten aus: Unbekümmert um Naturgesetze und technische Durchführungsprobleme, von denen er wenig verstand, fragte er nicht danach, was funktionieren *konnte*, sondern was bei den Menschen ankommen würde, wenn es technisch machbar wäre.

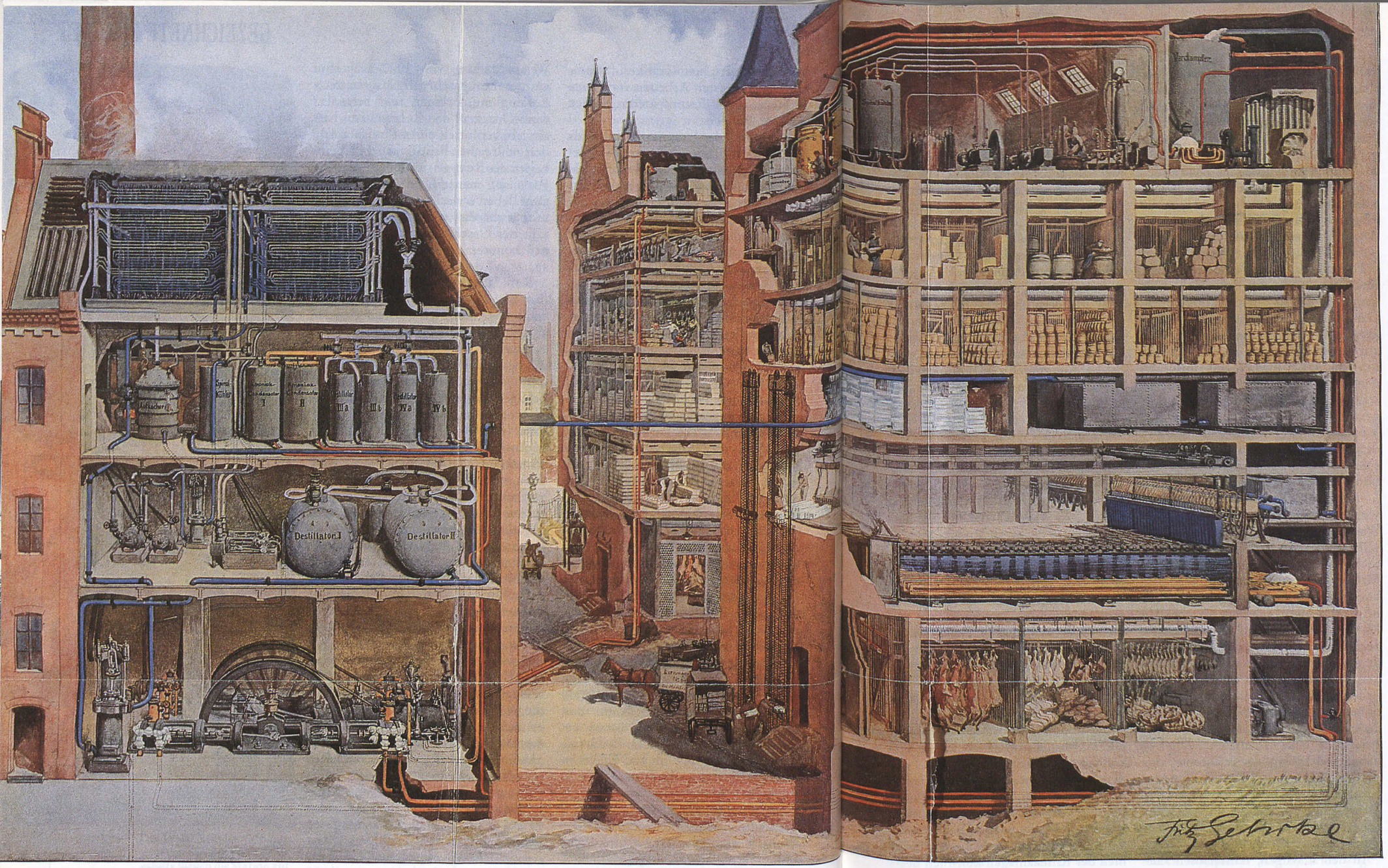
Mehr als bloß eine Prise Ironie steckt in dem Umstand, daß Robida seinen Erfolg in hohem Maß eben jenen Techniken der Massenproduktion und Massenverbreitung verdankte, die er in seinen Werken so verdammte – es war ein Paradoxon, dessen er sich durchaus bewußt war.

Einer seiner zeitgenössischen Kritiker nannte Robida einen glücklichen Menschen, der in der Vergangenheit und in der Zukunft zugleich lebe. Er hatte recht. Robida beschäftigte sich mit den Dingen, die die Zukunft möglicherweise bringen würde, den besten ebenso wie den schlimmsten – und grinste über beide. □

Die Zukunft macht vor nichts halt. Oben: Start des ersten Forschungsteams zur Besiedlung des Mondes . Unten: die Fraktion der Frauenrechtlerinnen im Abgeordnetenhaus.

DER AUTOR

Edward Tenner, geboren 1944, war früher Mitglied der Harvard Society of Fellows und Lektor beim Verlag Princeton University Press. Er ist Autor von *Tech Speak, or How to Talk High Tech* (Verlag Crown) und Verfasser zahlreicher Beiträge im *Harvard Magazine*, dem auch der vorliegende Essay, erschienen Januar/Februar 1990, entnommen ist.



UNTER NULL

Künstliche Kälte in Technik und Kultur

Querschnitt durch die einzelnen Teile einer großstädtischen Kühl- und Gefrierhaus-Anlage. Zeichnung von Fritz Gehrke, 1906.

Von Hans-Christian Täubrich und Jutta Tschoeke

Als es möglich geworden war, Kälte künstlich zu erzeugen, war damit ein tiefreichender Wandel der Lebensbedingungen verbunden. Von den Kühlketten der Lebensmittelversorgung bis hin zu Organtransplantationen, von vollklimatisierten Hochhäusern bis hin zur Raumfahrttechnik wurde die künstliche Kälte zu einem bestimmenden Faktor. „Unter Null – Kunsteis, Kälte & Kultur" ist der Titel einer Ausstellung, die nach Nürnberg auch in München zu sehen sein wird. Am Beispiel der künstlich erzeugten Kälte zeigt sie, wie sich technische und gesellschaftliche Entwicklung wechselseitig beeinflußt haben. In diesem Beitrag kommen die Autoren der Ausstellung zu Wort.

Der Kühlschrank im Haushalt ist Alltagskulturgut. Funktionierende Klimatisierung in Büros und Großkaufhäusern wird stillschweigend vorausgesetzt. Daß Bananen und Kiwis aus Überseeländern volkstümlicher und preiswerter sind als heimische Äpfel, wird ebenso hingenommen, wie es die Fleischberge werden, die in den Kühlhäusern bei billigen Gefrierfleischimporten ständig wachsen. Lebensmittelkühlung, Klimatisierung und Kühl- transporte sind nur drei Aspekte einer eher jungen Innovation: der künstlich erzeugbaren Kälte.

Künstliche Kälte begleitet, salopp ausgedrückt, unser Leben von der Wiege – nicht nur des Tiefkühlembryos – bis zur Bahre in den Kühlkammern der Leichenhäuser. Sie ist Bestandteil unzähliger industrieller Fertigungsprozesse. Sie beeinflußt durch die unterschiedlichsten Anwendungen Situationen und Gefühle der technisch-zivilisierten Gesellschaft. Im übertragenen Sinn läßt sich Kälte als eine Zivilisationserscheinung auch abweisenden Charakters verstehen.

Wie sich im 19. Jahrhundert mit dem intensivierten Gebrauch von Wärme, Gas und später elektrischem Licht „die Schrecken des Eises und der Finsternis" minderten, wurden die Beherrschbarkeit der Kälte und die Entdeckung der vereisten Regionen dieser Welt zu Herausforderungen einer fortschrittsgläubigen Zivilisation. Von den Eiskontinenten angezogen, machten sich ab der Mitte des 19. Jahrhunderts Expeditionen auf, sie zu erobern. Ihr Scheitern hielt die Nationen nicht ab, stets aufs neue ihre Helden technisch bestens auszurüsten, um das Niemandsland in Besitz zu nehmen und mit Landesflaggen in abweisender Leere merkwürdig anmutende Zivilisationszeichen zu setzen. Die Fährnisse jener Reisen lieferten Sujets für unzählige Darstellungen in Mappenwerken, Illustrierten Zeitungen und Panoramen, die in den gutgeheizten Wohnstuben der wohltemperierten Heimat konsumiert wurden.

Gleichzeitig wich die uralte Angst vor dem Winter dem Bestreben, ihm wirtschaftlich das Beste abzugewinnen. Der steigende Eisbedarf der Brauereien, der Fischerei und der Haushalte in den Städten führte – zuerst in den USA – zur Entwicklung von mechanisierten Abbaumethoden, mit denen man während der winterlichen Eisernte in den frostsicheren Regionen die Lagerhäuser mit Eis füllen konnte.

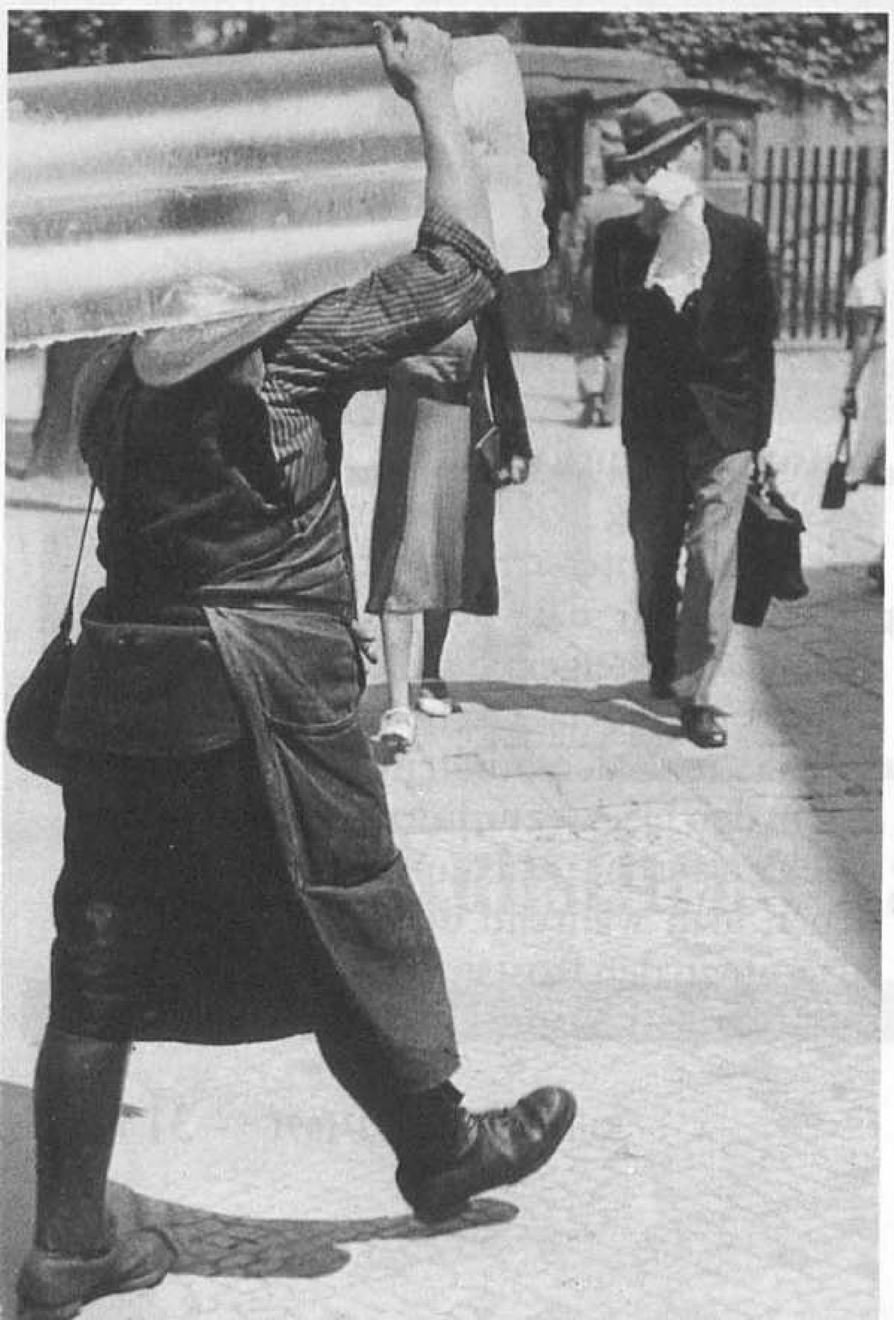
Foto: Archiv für Kunst und Geschichte

Dabei entstand ein lebhafter internationaler Handel zwischen eisreichen Ländern und jenen, in denen Eis Mangelware war.

Nahezu zeitgleich bemühten sich Wissenschaftler und Techniker in Frankreich, England, in der Schweiz, in Deutschland und in den USA, die tatsächlichen Eigenschaften der Kälte zu ergründen, um sie reproduzieren und die Menschen von den Klimazyklen unabhängig machen zu können. Ihre bekanntesten Protagonisten waren Raoul Pictet, Ferdinand Carré, Charles Tellier und John Gorrie. Aber erst die Kältemaschine des Gelehrten und Industriellen Carl von Linde brachte den Durchbruch zur betriebssicheren, alltäglichen Anwendung künstlicher Kälte. Sie wurde 1877 patentiert.

Der pragmatische Ansatz zur technischen Kälteerzeugung ist nicht von der Erforschung der naturwissenschaftlichen Vorgänge und Gesetzmäßigkeiten zu trennen, die „unter Null" eine Rolle spielen. Sie umfaßt die Bestimmung der Temperatureinheiten oder des absoluten Nullpunktes und Beobachtungen der Gasverflüssigung als Kälteerscheinung, die für die verschiedensten Zwecke genutzt werden kann. Auch hier stößt man auf eine Vielzahl internationaler Namen: von Réaumur, Fahrenheit und Celsius über Andrews, Cailletet und Clausius bis zu Heike Kamerlingh Onnes.

„Der Eismann kommt!"
Photographie von Friedrich Seidenstücker, aufgenommen in Berlin um 1935.



Während in Europa das Bündnis der Brauer mit den Kältespezialisten einem traditionsreichen Notstand Abhilfe schuf, war es in den USA und in England die Fleischwirtschaft, die vorrangig Bedarf an Kühlung anmeldete. Nur so konnten die gigantische Zentralisierung der Schlachthöfe in den Nordstaaten (Chicago) realisiert und – für England – die Schaffleischressourcen Australiens und Neuseelands genutzt werden.

Dampf und Kälte verbündeten sich fortan zu einer nützlichen, wenngleich kaum gefeierten Zivilisationstechnik: Dampfmaschinen trieben die Kühlaggregate in Schlacht- und Kühlhäusern an, die Kühlpumpen zur Kunsteiserzeugung in Eisfabriken und auf Fischdampfern – aber auch auf Schlachtschiffen, auf denen die Munition gekühlt wurde. Ernährungsweise und Vorratshaltung von Lebensmitteln änderten sich drastisch, als das Wechselspiel von Bewahren und Verderb beherrschbar geworden war.

Die „Kühlkette" wurde zu einem weiteren Merkmal wirtschaftlichen Wandels im Industriezeitalter. Das Anwachsen der Bevölkerung, insbesondere der Stadtbevölkerungen, setzte neue Maßstäbe des Nahrungsmittelbedarfs. Die stadtnahe Umgebung konnte Lebensmittel nicht mehr in ausreichender Menge erzeugen, und die zentralen Schlachthöfe boten keine ausreichenden Lagermöglichkeiten. So entstanden die ersten großen Kühlhäuser, die in der Architekturgeschichte einen völlig neuen Typus zweckgebundener Industriebaukunst darstellten. Hatte die Erfahrung einer unzureichenden Lebensmittelversorgung während des Ersten Weltkrieges den Bau neuer Kühlhäuser gefördert, so wurde der Gebrauch von tiefgekühlten Nahrungsreserven im Zweiten Weltkrieg gezielt erforscht und vorangetrieben.

In den massigen, fensterlosen Gebilden lagern Firmen bei differenzierten Temperaturen ihre Waren ein, die schon den Transport von überseeischen Fleischfabriken und Plantagen in Kühlwaggons und -schiffen hinter sich haben. Aus den Kühlhäusern gelangen außer Fleisch und exotischen Früchten vor allem Eier, Butter, Fisch, Wild und Geflügel in die Einzelhandelsläden und in die gläsernen Schreine der Supermärkte – und von dort in die Kühlschränke und Tiefkühltruhen der Haushalte des Endverbrauchers. Älter und ungleich populärer ist eine andere Art der „Eiswirtschaft": Karren mit silbernen Deckelhauben über eisstangengekühlten Behältnissen lockten zum Vanille- und Fruchteisvergnügen, das mit der Fertigkeit und dem Unternehmungsgeist italienischer Konditoren in den Norden gekommen war. Die italienische Eisdiele der Nachkriegsjahrzehnte dürfte als Begegnungsort in unzähligen Jugenderinnerungen verankert sein. Seine neuzeitliche Ausprägung und Verbreitung erhielt das Speiseeis mit dem ab 1923 industriell als Massenprodukt gefertigten Eis am Stiel. Heute sind die kleinen Familienbetriebe italienischer Provenienz eher rar, es dominieren die Produktreihen großer Konzerne, die den Markt unter sich aufteilen.

DYNAMISCHE FRISCHE, KÜHLE HALTUNG

Ebenso zielstrebig entwickelte sich der Kältekult auf dem Getränkesektor. Coca Cola „eiskalt" und Martini „on the rocks" – die Werbung kreierte den Eiswürfel mit großem Erfolg zur Metapher für dynamische Frische und jugendliches Lebensgefühl. Die künstliche Auskühlung bedeutet aber nicht nur Erfrischung, sondern auch ein Sich-Entfernen von Natürlichem: In heißen Ländern begegnet man den klimatischen Bedingungen mit der Erfahrung, daß warme Getränke und Umhüllungen des Körpers der wirksamere Schutz sind.

Die in den USA entwickelten Techniken künstlicher Klimatisierung von Gebäuden und Fahrzeugen sollten von den Belastungen schwüler Witterung befreien. Mit den Wolkenkratzerarchitekturen entstanden ebenso kühne wie kühle Innenwelten ohne Außenwelt, in denen die Menschen von den Luftströmen der Klimaanlagen künstlich beatmet werden. Kühl und sachlich gestaltete man seit den 20er Jahren auch die Einrichtungen der Arbeits- und Wohnräume. Nachts an den Gebäuden aus Glas, Beton und Aluminium herabfließende Ströme künstlichen Neonlichts – Neon gewinnt man bei der Luftzersetzung im Tieftemperaturbereich – verstärken nur einmal mehr den Eindruck kühler Sterilität.

Kühle Haltung, Reserviertheit, nüchterne Selbstkontrolle, Kaltblütig-

Foto: Ullstein Bildarchiv

keit und Disziplinierung ergeben das Bild eines in seinem Wesen und Handeln „temperierten" Menschen. Unterordnung und Verzicht auf eigenes, impulsives, „heißblütiges" Handeln kennzeichnen in diesem Sinne besonders das Militär als gesellschaftliches Kälte-System. Es versteht sich, daß bei dem Zugriff der Militärs auf Technik und Wissenschaft auch die physikalische Kälte überall dort zur Anwendung kommt, wo sie nützlich ist: in den klimatisierten Schaltzentralen der Bomberkommandos mit gekühlten Großrechneranlagen, beim Raketentreibstoff oder beim Infrarotsichtgerät.

Die ersten Anwendungen künstlicher Kälte waren von ziviler Harmlosigkeit. In den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde es in den Metropolen der Alten Welt möglich, im Reigen auf dem Kunsteis ganzjährig dahinzugleiten, umgeben von der prunkvollen Ausstattung der pompösen Eispaläste. Jules Cheret warb mit schwungvollen Motiven für den Pariser *Palais de Glace* und schrieb mit ihnen ein neues Kapitel in der Geschichte der Plakatkunst. Das scheinbar schwerelose Gleiten animierte zu illusionistischen Tanztheaterstücken auf dem Eis, womit die Grundsteine für die traditionsreichen Eisrevuen gelegt waren. Die großen Eispaläste konnten sich zwar nicht lange halten, doch hatten sie das Entstehen eines neuen Breitensports gefördert, der seinen Siegeszug mit der Errichtung von Eislaufbahnen an vielen Orten fortsetzte. Gleichzeitig schuf die Aufwertung des Eislaufs zum Leistungssport neue Träume erstrebenswerter Positionen, häufig erkauft mit harten Pflichten und den Tränen kleiner Eisprinzessinnen und -prinzen. Doch Generationen begeisterter Zuschauer verfolgten atemlos die Sprünge ihrer Idole und projizierten die glückhafte Schwerelosigkeit auf dem Eis mit Hilfe der Boulevardpresse in das Privatleben ihrer „Traumpaare".

Mit der industriell erzeugbaren Kälte war auch die Vision des Bewahrens Wirklichkeit geworden. Insbesondere in der Medizin wurden Hoffnungen genährt, dem natürlichen Verfall entgegenzuwirken und hinter die physischen Geheimnisse des menschlichen Seins zu kommen. Die neuen Studiermöglichkeiten in den Seziersälen der Universitätskliniken, deren „Material" nun aus den gekühlten Leichenkammern kam, nahmen der Forschung das Beliebige. Der „verzögerte Abschied" brachte in der Gerichtsmedizin manch unerwartete Todesursache zum Vorschein.

Es lag nahe, nach dem Bewahren durch Kälte an ein Wiederbeleben zu denken. Organverpflanzung, Samenbanken und künstlich erzeugte Embryos zeugen von differenzierten technischen Fertigkeiten, deren ethische Legitimation zur Diskussion steht. Dies gilt verstärkt für die Arbeit von Kryo-Instituten in den USA, die – entsprechend dem Leitbild einer auf Jugend getrimmten Gesellschaft – den Tod als heilbare Krankheit betrachten und die Körper Verstorbener einfrieren, um sie zu späteren Zeitpunkten ins Leben zurückzuholen.

In anderen Bereichen sind Kälte- und Klimatechnik für die medizinische Arbeit längst Allgemeingut: von der Aufbewahrung von Blutkonserven bis zur örtlichen Betäubung. Kernspintomographen, die faszinierende Einblicke in den Körper erlauben, funktionieren nur mit den Kraftfeldern supraleitender Magneten, deren physikalische Widerstandslosigkeit mit Hilfe eines geschlossenen Helium-Tiefsttemperaturkreislaufs erreicht wird.

Die Tieftemperaturforschung liefert nach wie vor wichtige Erkenntnisse für neue Technologien, deren Entwicklung oft wegen der durch andere Techniken hervorgerufenen Veränderungen nötig ist. So wurde die Suche nach neuartigen Kühlflüssigkeiten wichtig, um die FCKW-Belastung der Atmosphäre zu verringern, die zum Teil von den gebräuchlichen Kältemitteln ausgeht. Die auf künstliche Kälte angewiesene Wasserstofftechnologie könnte zur Verringerung des Gebrauchs fossiler Brenn- und Treibstoffe führen. Und schließlich ist die Nutzung der Kernenergie auf das permanente Funktionieren komplexer Kühlsysteme angewiesen, auch wenn sie technisch anders aufgebaut sind als die, von denen bislang die Rede war.

Kälte ist nicht nur ein technischer, Kälte ist vor allem auch ein psychologischer Begriff: Man spricht von kühl handelnden Personen, von dem beendeten Kalten Krieg oder von Westdeutschen als den „Brüdern mit der kalten Freundlichkeit". Es würde zu kurz greifen, diesen Sprachgebrauch erklären zu wollen, ohne ihn zu einem Teil immer auch als Resultat äußerer, technischer Umstände zu begreifen, die den Lebensstil prägen.

So findet Kälte schließlich ihren Platz als Symbol in Kunst und Literatur, und zwar um so intensiver, je stärker die Rolle der modernen Technik in der Zivilisationsgesellschaft wurde. Die kunstvolle Kälte wurde in den 60er und 70er Jahren zu einem Schlüsselbegriff in Op- und Pop-Art. Bezeichnungen wie „Neue Kälte" verdeutlichen die Affinität der äußeren Lebens- und Umweltgestaltung zur künstlichen Kälte. Diese Kälte im übertragenen Sinne spiegelt sich beispielsweise in den Werken von Richard Hamilton, Alex Colville, Howard Kanowitz, Peter Klasen oder Almut Heise. Andere Künstler arbeiten mit Kälteinstallationen und mit Eis als Material, dem Veränderung und Vergänglichkeit immanent sind, und konterkarieren damit unsere beständigen Bemühungen, etwas „Bleibendes" zu schaffen. □

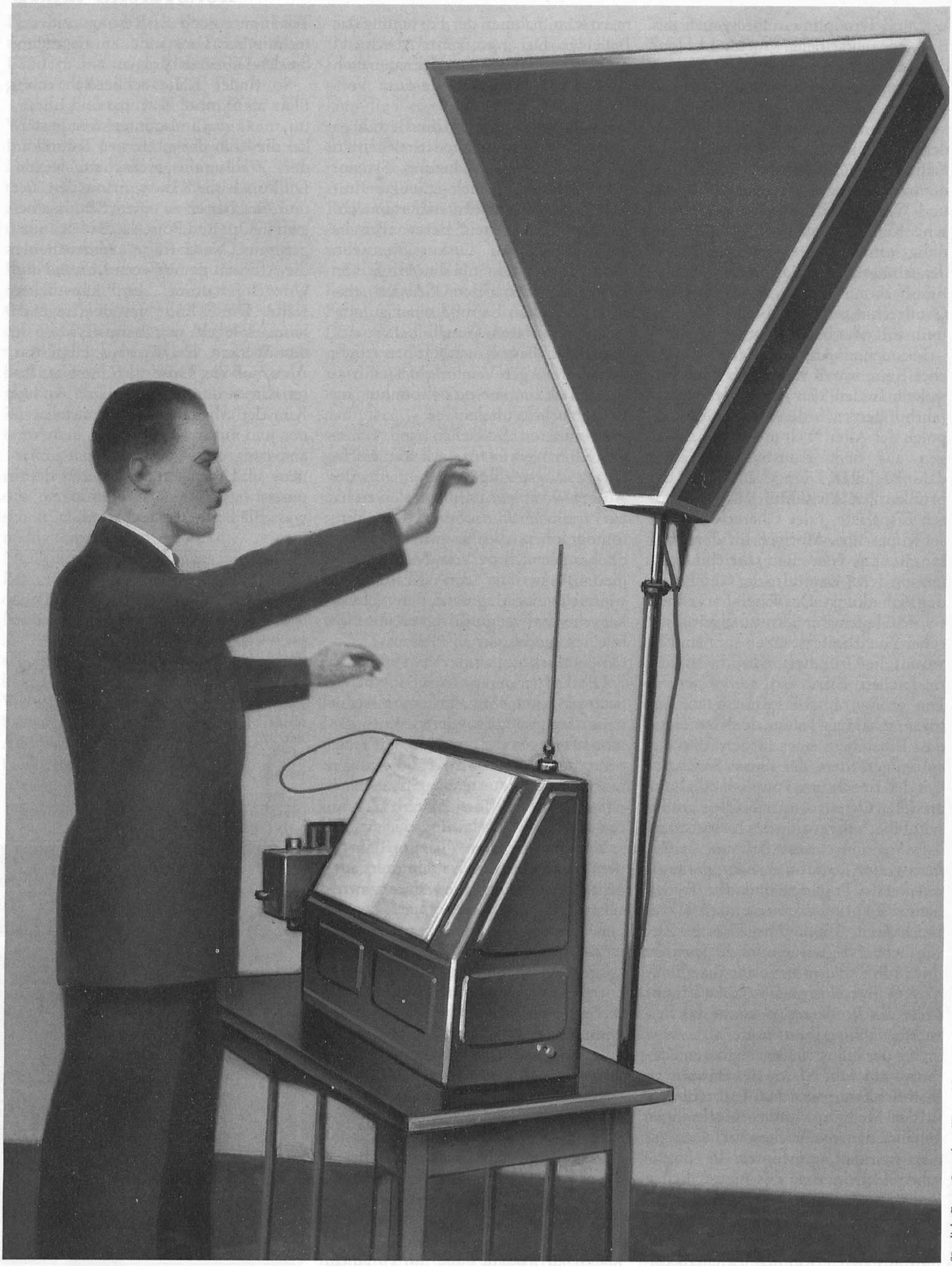
HINWEISE ZUM THEMA

Die Ausstellung „Unter Null – Kunsteis, Kälte & Kultur" ist bis zum 28. Juli 1991 im Museum Industriekultur Nürnberg, Äußere Sulzbacher Straße 62, zu sehen. Vom 20. September bis 29. Dezember 1991 wird sie im Münchner Stadtmuseum, München, St.-Jakobs-Platz 1, gezeigt. Zur Ausstellung erschien unter dem gleichen Titel im C. H. Beck-Verlag eine Begleitpublikation mit 323 zum Teil farbigen Abbildungen auf 312 Seiten und mit Beiträgen namhafter Autoren und Wissenschaftler; Preis: 48 Mark.

DIE AUTOREN

Hans-Christian Täubrich, geboren 1949, war nach dem Studium der Geschichte und Anglistik und einer Ausbildung zum wissenschaftlichen Dokumentar Mitarbeiter am Centrum Industriekultur Nürnberg. Seit 1985 ist er als freier Kulturarbeiter für Ausstellungsprojekte tätig. Er hat zahlreiche kulturhistorische Arbeiten vorgelegt.

Jutta Tschoeke, Dr. phil., geboren 1944, arbeitete nach dem Studium der Kunstgeschichte und Germanistik im Kunsthandel und am Historischen Museum Dinkelsbühl. Seit 1980 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Museum Industriekultur Nürnberg. Sie hat verschiedene Beiträge zur Architektur- und Kulturgeschichte publiziert.



Sämtliche Fotos: Sammlung Werner Meyer-Eppler

Ätherophon von Leon Theremin, 1920.
Der Abstand der Hand von der Antenne am Instrument beeinflußt die Tonhöhen.

INGENIEURE DER NEUEN MUSIK

Zwischen Technik und Ästhetik
Zur Geschichte der elektronischen Klangerzeugung

VON ELENA UNGEHEUER

Die Geschichte der elektronischen Musik in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts ist noch nicht geschrieben. Die interdisziplinäre Verflechtung dieser musikalischen Entwicklung macht es schwer, sie hinreichend zu erfassen. Auch führt das komplexe Verhältnis von Technik und Ästhetik in der analytischen wie der historischen Betrachtung elektronischer Musik an die Grenzen traditioneller musikästhetischer Geltungsbereiche. Die kulturellen Phänomene des 20. Jahrhunderts fordern neue, fächerübergreifende Forschungsansätze.

Wir gehen mit dem Rücken auf die Zukunft zu. Es wird klug sein, sich auf alles gefaßt zu machen." Mit diesen Worten Paul Valérys leitete der Bonner Akustiker und Phonetiker Werner Meyer-Eppler im Jahre 1957 einen Vortrag über elektronische Musik ein. Er täuschte damit Unwissenheit über den Weitergang der musikalischen Technik zum guten Teil nur vor: Die entscheidenden Weichen waren in den frühen 50er Jahren – nicht zuletzt durch ihn selbst – längst gestellt worden.

Spricht man von einer „Geschichte der elektronischen Musik", so drängt sich unmittelbar eine terminologische Frage auf, deren Beantwortung in medias res führt: Was ist genau „elektronische Musik"? Der Terminus ist ein instrumentalspezifischer musikalischer Gattungsbegriff, der sich nicht – wie etwa bei Klavier- oder Flötenmusik – auf ein bestimmtes Instrument oder eine Instrumentengruppe bezieht, sondern auf die Art der Klangerzeugung. Die instrumentelle Einkleidung des elektrischen Klangerzeugungsvorganges – ob als Musikinstrument mit Tasten, Bandmanualen oder als sozusagen „nackter" Sinusgenerator – ist für die Bezeichnung irrelevant.

Mit der elektrischen Klangerzeugungstechnik ist auch eine neue Ebene der terminologischen Differenzierung von klangproduzierenden Geräten erreicht: Ein neues Kapitel des Musikinstrumentenbaus scheint aufgeschlagen. So bezeichnete Werner Meyer-Eppler 1954 in seinem Aufsatz *Zur Terminologie der elektronischen Musik* die traditionellen Musikinstrumente als „akustische Instrumente" mit unmittelbarer Schallerzeugung ohne vorhergehendes elektrisches Schwingungsstadium; er unterschied sie damit von elektroakustischen Instrumenten, nämlich herkömmlichen Musikinstrumenten, deren Klänge mit Luft- oder Körperschallmikrophonen, mit Verstärkern und Lautsprechern elektrisch verstärkt werden.

Eine weitere Kategorie waren für Meyer-Eppler die „elektrisch-mechanischen Instrumente", bei denen die Bewegung mechanischer Schwingungssysteme (Saiten, Zungen, Membranen) oder rotierender Elemente (Profilscheiben, Zahnräder) durch elektrostatische, elektromagnetische oder lichtelektrische Tonabnehmer in elektrische Schwingungen umgewandelt wird. „Rein elektronische Instrumente" besitzen nach Meyer-Epplers Nomenklatur für das Zustandekommen der elektrischen Schwingungen keine mechanisch bewegten Teile von Bedeutung. Zur Schwingungserzeugung dienen vielmehr ausschließlich elektronische Bauelemente: elektronische Röhren, Gasentladungsröhren oder Transistoren. Zur Klasse der „elektrischen Klangmittel" zählt Meyer-Eppler in dem erwähnten Aufsatz alle Instrumente, Geräte und Verfahren, die „nicht konzertmäßig oder solistisch verwendet werden, sondern zur Herstellung einer Komposition mit Hilfe eines Schallspeichers (Nadel-, Licht- oder Magnettonapparatur, Lochstreifen usw.) dienen".

„ÜBERWINDUNG DER HAND-WERKLICHEN TONERZEUGUNG"

Daß Meyer-Eppler die elektrischen Klangmittel nicht als Sinus- oder Impulsgeneratoren bezeichnete, sondern von elektrischen Musikinstrumenten als Klangerzeugern für die kompositorische Arbeit mit elektrischen Klangmitteln sprach, hatte einen Grund: Die nicht als Musikinstrumente verkleideten nachrichtentechnischen Apparate waren bislang nur elektrotechnisch versierten Fachleuten, kaum aber dem einzelnen Komponisten zugänglich. So erscheint es geradezu visionär, daß

der Film-Tonmeister und Komponist Robert Beyer schon 1929 in der Zeitschrift *Die Musik* den Beitrag *Zur Frage der elektronischen Tonerzeugung* mit folgendem Urteil über elektrische Musikinstrumente abdrucken ließ: „Den Arbeiten eines Theremin, Bertrand ... auf dem Gebiet der elektrischen Tonerzeugung wird heute noch eine Bedeutung zugesprochen in der Öffentlichkeit und nicht zuletzt in Fachzeitschriften, die ihnen nicht zukommt. Der von ihren theoretischen Verfechtern überlieferte Anspruch – für eine künftige Entwicklung der Musik etwas zu gelten – muß überhöht erscheinen. Denn die Bewältigung des technischen Problems wie eine lose Verknüpfung des machinalen Prinzips mit dem Begriff Musik irgendwie reichen dazu allein nicht hin. Die schwebende Klaviatur, die als spezifisches Kennzeichen dieser Tonerzeugungssysteme anzusprechen ist, wird verständlich nur von einem Punkte außerhalb des Entwicklungsganzen Musik. In ihr kehrt die Musik zu primitiven Zuständen, welche sie glücklich hinter sich gebracht hat, zurück. So steht dieser Versuch ungefähr diametral zu dem jüngster Musik, der gerade die Überwindung der hand-werklichen Tonerzeugung und die Elimierung des Momentes der Zurschaustellung des Klanglichen anstrebt."

Frühes AEG-Magnetophongerät, wie es zur Speicherung der ersten Tonbandkompositionen Anfang der 50er Jahre verwendet wurde.

KLANGFARBENMUSIK ANSTELLE DER MELODIENSELIGKEIT

Beyers Kritik richtete sich frontal gegen die rückwärtsgewandte Ästhetik der Imitation, mit der die elektrischen Musikinstrumente befrachtet waren. Sein Klangideal – dem eines Edgard Varèse ganz ähnlich – war der lebendige, plastische, der gleitende Klang, raumfüllend und in sich bewegt, wie er ihn in der für Tasteninstrumente üblichen Melodienseligkeit nicht realisiert sah. Seine Musik sollte eine reine „Klangfarbenmusik" jenseits der Machtherrschaft diskreter Tonhöhen und klischeehaft geronnener Rhythmen sein, auf welche die elektrischen Musikinstrumente in ihrer spieltechnischen Ausstattung mehr oder weniger festgelegt waren. Vor allem deren klangfarbliche Beschränkung auf ein Kontingent an Imitaten traditioneller Instrumentalklangfarben stand der Phantasie experimentierfreudiger Komponisten in der Praxis entgegen.

Ähnlich äußerte sich auch der mexikanische Komponist Carlos Chavez in einer Artikelserie von 1932 in *El Universal.* Derartige Pamphlete weisen auf eine Bruchstelle in der Geschichte der elektronischen Musik hin: Die elektrischen Musikinstrumente lassen sich als ideelle und apparative Vorläufer der späteren elektronischen Tonbandmusik verstehen, und zugleich provozierten sie eine ästhetische Spannung, eine ästhetische Spaltung, die gleichfalls technologisch begründet war. Während sich die Ingenieure auf den traditionellen Musikinstrumentenbau bezogen, wandten sich die avantgardistischen Komponisten und Musiktheoretiker bald schon dem elektroakustischen Equipment zu, wie es dem Rundfunk, der sich in den 20er Jahren formierte, und dem Tonfilm zur Verfügung stand.

Besonderes Interesse zog das Mischpult auf sich, das mit seinen Regelungsfunktionen einen breiten Spielraum für Eingriffe in das Innere der Klangstrukturen bot. Elektrische Klangerzeugung und Klangmodulation waren für den musikalischen Kompositionsprozeß identisch. Auch wenn die Realisationsmöglichkeiten musikalischer Revolutionen noch sehr bescheiden waren, sind hier erste Ansätze einer genuin elektronischen Musikästhetik zu sehen. Der Begriff der „elektronischen Musik", den wir bislang nur indirekt durch die Bestimmung elektronischer Klangerzeuger abgesteckt haben, gewinnt nun eine ästhetische Dimension und verweist auf technologische Einflüsse, die außermusikalischen – nämlich nachrichtentechnischen – Bereichen entstammen.

Wie aber wurden die elektrischen Musikinstrumente der 20er und 30er Jahre von ihren Konstrukteuren legitimiert, wie ästhetisch bewertet? Die Ingenieure elektrischer Musikinstrumente waren meist in der Industrie, der Forschung oder in gesellschaftlichen

Anwendungsbereichen der Elektrotechnik – wie Post und Rundfunk – beschäftigt. Sie entwickelten ihre Vorschläge zur elektrischen Klangerzeugung und Klangmodulation mit verschiedenen Ambitionen. Die Zeitschriftenartikel und Patentschriften, in denen sie ihre Instrumente vorstellten, enthalten – mehr oder weniger versteckt – eine ergiebige Sammlung an musikästhetischen Äußerungen, die sich am Ideal des „seelenvollen" Vibratotons orientierten. Die Legitimationskategorien für die neuen Instrumente deckten durchweg folgende Bereiche ab:

1. Leichtere Spielbarkeit
2. Größeres Volumen (Lautstärke)
3. Vielfalt an Klangfarben in *einem* Instrument
4. Transportabilität (so zum Beispiel die „Tropenfestigkeit" der Hammondorgel)

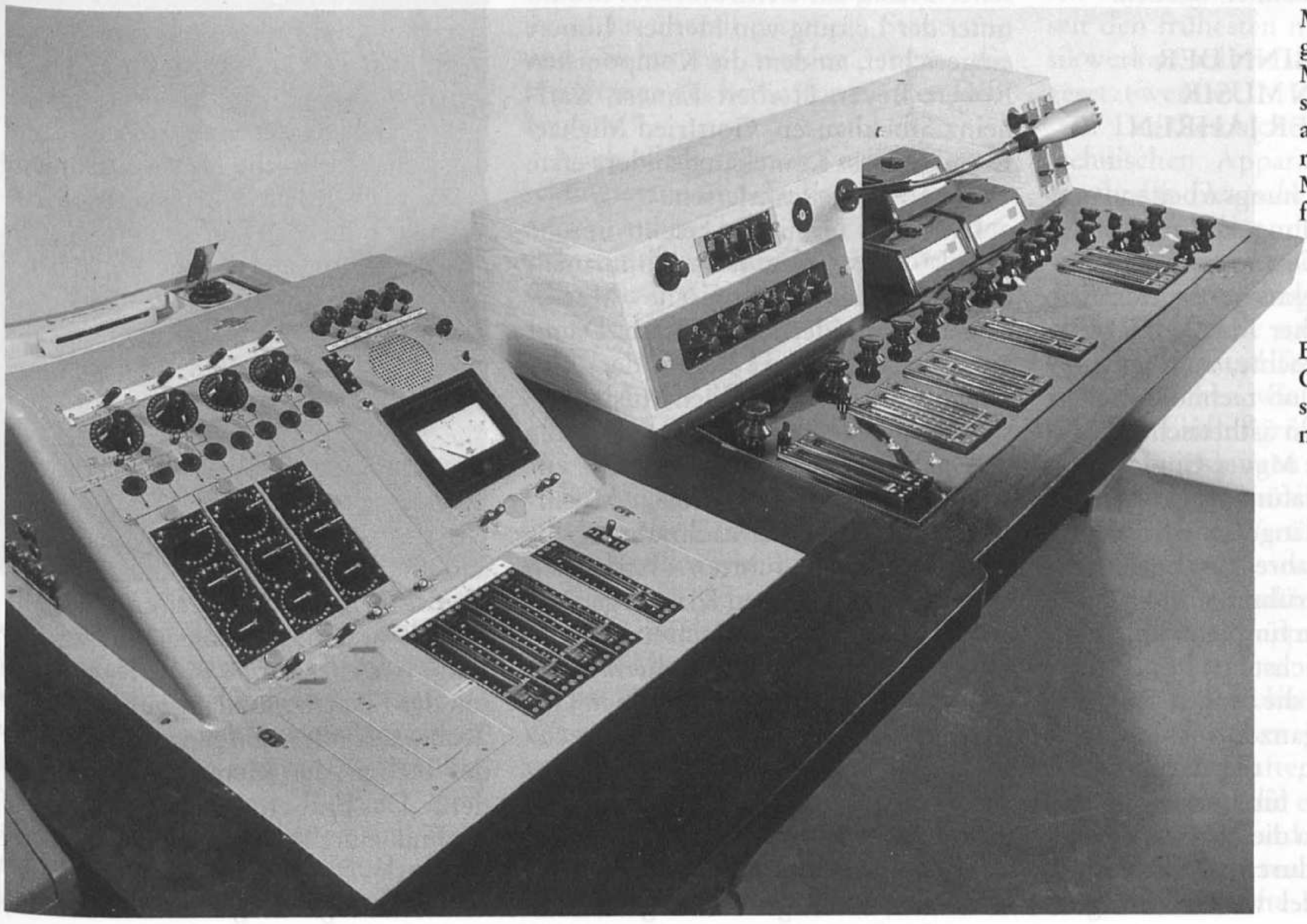
Die Qualitäten wurden entsprechend herausgestellt und erstmals 1932 bei der Rundfunkausstellung in Berlin vorgeführt. Ein ganzes elektrisches Orchester ließ Evergreens der Unterhaltungsmusik in mehr oder weniger gelungener elektrischer Imitation erklingen.

Meyer-Eppler nahm auf die Veranstaltung von 1932 noch in den 50er Jahren in dem Aufsatz *„Leichte" Musik und Elektrotechnik in Vergangenheit und Gegenwart* sehr kritisch Bezug: „Die während der öffentlichen Vorführungen zutage tretende Diskrepanz zwischen technischen Ambitionen und musikalischer Ausbeute gefährdete, wie rückschauend wohl festgestellt werden darf, eine autonome Entwicklung im Sinne einer den Mitteln angemessenen Kompositionsweise auf Jahre hinaus. Tatsächlich hat kein zweiter Versuch mehr stattgefunden, mit untauglichen Mitteln und in untauglicher Umgebung elektrische Musik zu machen. Viele der seinerzeit propagierten Instrumente sind wieder verschwunden. Das Aetherwelleninstrument von L. Theremin ist ganz in die Variétésphäre abgewandert . . . Anders verlief die Entwicklung des von F. Trautwein erfundenen Trautoniums, das heute nach dem Ausbau durch O. Sala vielfältigen klanglichen Anforderungen gerecht werden kann und durchaus – wie die ‚Ondes' von M. Martenot – als ein Instrument sui generis anzusprechen ist. Die übrigen seither in die leichte Musik eingeführten elektrischen Instrumente dagegen sind noch in starkem Maße dem Herkömmlichen verhaftet, wobei freilich die rein technischen Probleme zum Teil recht befriedigend gelöst werden konnten. Der entscheidende künstlerische Schritt indes wurde nicht getan."

Wenn auch Meyer-Eppler aufgrund seiner besonderen Kategorisierung der rein elektronischen Musikinstrumente sie nie mit der generalisierenden Schärfe beurteilte wie etwa Beyer schon in den 20er Jahren, so setzte er sich auf seine Art doch ebenso deutlich für die Idee einer elektronischen Musik ein, die auf jeglichen Interpreten verzichtet. In seinen ersten Vorträgen zu Beginn der 50er Jahre sprach er von „authentischer Musik", die entstehe, wenn ein Komponist ebenso authentisch elektronische Klänge zusammenstellt und auf ein Magnettonband speichert, wie ein Maler sein Bild auf die Leinwand malt und dieses als Original bezeichnet wird.

KLANGSPEICHER ERSETZEN DEN SPIELER

1955 formulierte Meyer-Eppler in *„Leichte" Musik und Elektrotechnik:* „Je weiter sich die musikalische Gestaltung aus dem rein klanglich-instrumentalen in den elektroakustisch-fernmeldetechnischen Bereich verschiebt, desto geringere Bedeutung kommt den



Mischpulteinrichtungen: links ein 4-Kanal-Mischpult zur Herstellung von Klängen aus 4 Einzelstimmen, rechts ein zentrales Mischpult mit Mikrofon. Die Komponisten der Neuen Musik wollten über Klangkörper verfügen, die keinerlei Beschränkung durch Grenzen der Virtuosität oder des Instruments unterlagen.

traditionellen musikantischen Qualitäten der einzelnen Ausübenden zu; die Interpretation verlagert sich zur kreativen Seite hin. Die letzte Folge dieser Entwicklung ist schließlich, daß der nur noch Zuliefererfunktionen erfüllende Spieler durch einen elektrischen Klangspeicher ersetzt wird, der die vom Komponisten gewünschten klanglichen Bausteine unermüdlich und mit der erforderlichen Perfektion bereitstellt."

Der Begriff „elektronische Musik", der seine Ästhetik unmittelbar aus den elektrischen Klangerzeugungs- und Klangmodulationsverfahren ableitet, wurde erst mit Meyer-Epplers Grundlagenforschung seit 1950 folgewirksam geprägt. 1955 definierte Meyer-Eppler in *Elektronische Musik. Ihre stofflichen und informationstheoretischen Grundlagen* schließlich ex negationem: „Musik ist nicht schon dann elektronisch zu nennen, wenn sie sich elektronischer Hilfsmittel bedient, da es hierzu keineswegs genügt, die bereits vorhandene Tonwelt oder gar eine schon bestehende Musik ins Elektroakustische zu übertragen." Und weiter zitierte er Herbert Eimert: „Die neue Klangerzeugung erfordert vielmehr neue künstlerische Gestaltungsideen, und diese können nur aus dem Klang selbst, dem ‚Material' gewonnen werden."

Das Hellertion von Bruno Hellberger und Peter Lertes, 1924. Ein Bandmanual überträgt den Fingerdruck auf elektrische Widerstände und erzeugt so die einzelnen Töne.

DER BEGINN DER NEUEN MUSIK IN DEN 50ER JAHREN

Mit seinen Forschungsarbeiten und seiner Begriffsbildung, die zum einen eine brauchbare Ordnung in den Begriffswust von elektrogener, elektrifizierter, synthetischer Musik, Elektronen-Musik etc. brachte, zum anderen weit über jeden bloß technologischen Anspruch hinaus in ästhetische Bereiche vorstieß, hatte Meyer-Eppler auch die Grundlagen dafür gelegt, daß die elektronischen Klänge in der Neuen Musik der 50er Jahre zur Entfaltung kamen. Bei den berühmten Internationalen Ferienkursen für Neue Musik im Jagdschloß Kranichstein bei Darmstadt ermutigte er die jungen Komponisten mit seiner ganzen wissenschaftlichen Autorität, die elektrische Klangerzeugung für musikalische Ideen zu nutzen, ja die Musikentwicklung insgesamt durch elektronische Kompositionsmittel weiterzubringen. Im Kölner Haus des Nordwestdeutschen Rundfunks wurde nach dem Meyer-Epplerschen Modell elektronischer Musik ein elektronisches Studio unter der Leitung von Herbert Eimert eingerichtet, an dem die Komponisten Robert Beyer, Herbert Eimert, Karlheinz Stockhausen, Gottfried Michael Koenig, Ernst Krenek und andere erste Tonbandstücke realisierten.

In dem Terminus „elektronische Musik" wird eine technikimmanent herzuleitende elektronische Musikästhetik zum ideellen Maßstab. Damit wird der komplexere Begriff der „Geschichte der elektronischen Musik" besonders problematisch. Lassen sich alle geschichtlichen Phänomene, die zur Entwicklung der elektrischen Musikinstrumente oder der nachrichtentechnischen Apparate führten – lassen sich alle elektroakustischen Klangergebnisse auf diese strenge Definition von elektronischer Musik beziehen? Wäre es nicht angebrachter, von einer Geschichte der elektrischen Klangerzeugung zu sprechen?

Will man – trotz und gerade wegen dieser Ungereimtheiten – eine Geschichte der elektronischen Musik schreiben, die die genannten geschichtlichen Befunde einbezieht, dann wird man den Diskontinuitäten und Kontroversen und dem interdisziplinären Zusammenwirken als historischen Beziehungskategorien vor einer vermeintlichen Unilinearität der Geschichtsentwicklung den Vorzug geben. Das bedeutet eine Entscheidung dagegen, elektrische Musikinstrumente als mechanische Kuriositäten abzuhandeln oder die elektronische Musik der 50er Jahre nur auf die Folgezeit – und nicht auf ihre Herkunft – zu beziehen. Erst aus der integrativen Perspektive läßt sich die Diskussion über das Verhältnis von Elektrotechnik und musikalischer Ästhetik führen.

Den kulturgeschichtlichen Rahmen könnten die für die 50er Jahre aktuellen Überlegungen Martin Heideggers anläßlich der Münchener Tagung *Die Künste im technischen Zeitalter* im Jahre 1956 liefern: In seinem Vortrag *Die Frage nach der Technik* überlegte er, ob mit der Elektrizität nicht nur eine neue Technik, sondern ein ganz neues Wesen der Technik den Menschen herausfordert: „Das Entbergen, das die moderne Technik durchherrscht, hat den Charakter des Stellens im Sinne der Herausforderung. Sie geschieht dadurch,

1928 konstruierte Maurice Martenot das Klangwelleninstrument Ondes Martenot. Die Klaviatur dient dazu, einen Seilzug zu bewegen, mit dem die Regelorgane beeinflußt werden. Die „Palme", ein hölzerner Resonanzkasten, steht auf dem Lautsprechergehäuse; der Lautsprecherton bringt die zwölf Saiten mechanisch zum Schwingen.

Das Trautonium von Friedrich Trautwein, 1930. Wie beim Hellertion (Bild linke Seite) überträgt auch hier ein Bandmanual den Fingerdruck auf elektrische Widerstände.

daß die in der Natur verborgene Energie aufgeschlossen, das Erschlossene umgeformt, das Umgeformte gespeichert, das Gespeicherte wieder verteilt und das Verteilte erneut umgeschaltet wird. Erschließen, umformen, speichern, verteilen, umschalten sind Weisen des Entbergens. Dieses läuft jedoch nicht einfach ab. Es verläuft sich auch nicht ins Unbestimmte. Das Entbergen entbirgt ihm selber seine eigenen vielfach verzahnten Bahnen dadurch, daß es sie steuert. Die Steuerung selbst wird ihrerseits überall gesichert. Steuerung und Sicherung werden sogar die Hauptzüge des herausfordernden Entbergens."

Nach allem seien der aktuelle Forschungsstand und die Forschungsdesiderate zum Thema Geschichte der elektronischen Musik stichwortartig skizziert.

ASPEKTE EINER GESCHICHTE DER NEUEN MUSIK

1. Recht gut erfaßt erscheint die jahrhundertealte Geschichte der mechanischen Musikwerke durch die sorgfältige Arbeit privater Sammler und Instrumentenbaufirmen und nicht zuletzt der Museen – das *Deutsche Museum* hat Wesentliches dazu beigetragen. Von welcher Kraft die tönenden Musikautomaten im Einzelfall angetrieben wurden – ob durch den Wind wie bei der Äolsharfe, durch Menschenhand wie beim Leierkasten oder durch Elektrizität wie beim Orchestrion – hat auf den vorgestanzten Musikablauf, der Geschwindigkeit, Gleichförmigkeit und Ausdauer des Abspielens bestimmt, nur begrenzte Auswirkungen. Auf einen Interpreten im gewohnten Sinne wird in jedem Falle verzichtet.

Es erscheint bedenkenswert, in den mechanischen Musikwerken mit ihrer für das abendländische Musikverständnis provokanten Herausforderungen zum Interpretenverzicht Vorläufer der interpretenabhängigen elektromechanischen und elektronischen Musikinstrumente zu sehen, so daß sie unter der Sammelüberschrift „Mechanische Musik" oder „Musik und Technik" nebeneinander stehen können. Bezieht man die ästhetische Diskussion um die elektronische Musik mit ein, ist zu fragen, ob nicht die mechanischen Musikwerke vielmehr als ideelle Vorläufer der elektronischen Musik der 50er Jahre zu verstehen sind, bei der die Komponisten ohne Vermittlung eines Interpreten direkt auf das Magnettonband komponierten. So wären die verschiedenen elektromusikalischen Instrumentalgattungen in ihrem Verhältnis zueinander neu zu bestimmen, wobei die jeweiligen technikbedingten und musikästhetisch wirksamen Vorgaben zu berücksichtigen sind. Die kompositorischen und verbalen Stellungnahmen der Komponisten seit den frühesten mechanischen Musikwerken sollten dazu in Beziehung gesetzt werden.

2. Die Geschichte der nachrichtentechnischen Apparate ist vor allem durch das *Deutsche Museum* in vorbildlicher Weise dokumentiert und wird in Ausstellungen unter verschiedenen Aspekten dargestellt. Informationsverarbeitende naturwissenschaftliche Theorien und Techniken daraufhin zu untersuchen, wie sie als außermusikalische Einflußgrößen für musikalische Entwicklungen zu verstehen sind, ist von großem musik- und technikgeschichtlichem Wert. Dabei wird sich auch belegen lassen, daß Sprachforschung und Musikforschung in einer ständigen, auch apparativen Wechselbeziehung standen.

3. Eine Erforschung der Geschichte der elektronischen Musik durch die Musikwissenschaften konzentrierte sich bislang auf die elektronische Musik in den 50er und 60er Jahren. Aus dieser Zeit existieren wertvolle Begleittexte, die namhafte Komponisten wie

Karlheinz Stockhausen, Henri Pousseur, Gottfried Michael Koenig oder György Ligeti ihren Werken mitgaben. Sie lassen sich durch vielfältige zeitgenössische Kommentare ergänzen. Das Konzert des Westdeutschen Rundfunks in der Reihe *musik der zeit* vom 19. Oktober 1954 symbolisiert in dieser Diskussion die „Geburt der elektronischen Musik".

4. Neue Erkenntnisse, die Lücken zu schließen vermögen, ergeben sich aus der Auswertung des Meyer-Eppler-Nachlasses, der bis vor wenigen Jahren von der Geschichtsschreibung noch gänzlich unberücksichtigt geblieben war. Meyer-Eppler stellt in kulturgeschichtlicher Hinsicht ein entscheidendes Verbindungsglied zwischen dem technologisch wissenschaftlichen Erfindungsreichtum der ersten Hälfte des Jahrhunderts und der elektromusikalischen Avantgarde der 50er Jahre dar. Zum Verhältnis von elektrischen Musikinstrumenten und elektromusikalischem Laboratorium nach den Vorstellungen Beyers und Chavez' sind bei ihm aufschlußreiche Zusammenhänge und Kontroversen zu finden.

Oben: Das Melochord von Harald Bode, 1951. Zwei einstimmige Geräte sind auf einem Tastenmanual vereint. Rechts: Erstes elektronisches Studio des Nordwestdeutschen Rundfunks in Köln, das 1951 gegründet wurde. Von links nach rechts: Melochord (nach Bode), Mischpult, Monochord (nach Trautwein), Vierspurentonbandmaschine, monophone Tonbandmaschine.

DER AKUSTIKER UND PHONETIKER WERNER MEYER-EPPLER

Werner Meyer-Eppler (1913 bis 1960) war als Privat-Dozent für experimentelle Physik mit dem Schwerpunkt Akustik am Physikalischen Institut der Universität Bonn tätig, als ihn der Bonner Phonetiker Professor Paul Menzerath 1947 an sein Phonetisches Institut holte. Von dort aus machte sich Meyer-Eppler um die Erforschung der elektroakustischen Analyse und Synthese von Sprache und Musik verdient. Seinen Einstieg in die Grundlagenforschung zur elektronischen Musik präsentierte er mit dem systematischen Kompendium *Elektrische Klangerzeugung*, in dem auch die Technik der bereits gängigen elektrischen Musikinstrumente aufgeschlüsselt war. 1950 ließ sich Meyer-Eppler von Harald Bode ein Melochord nach eigenen Sonderwünschen bauen, um daran etliche Klangbeispiele zu realisieren. Beyer, der Meyer-Eppler für die Neue-Musik-Kreise der 50er Jahre entdeckt hatte, erinnerte sich noch vor zwei Jahren, kurz vor seinem Tod, wie unmöglich es sich für ihn gestaltete, Meyer-Eppler von den Lastern dieses elektronischen Tasteninstruments zu überzeugen. Meyer-Eppler war es vor allem wichtig, einen rein elektronischen Klangerzeuger zur Verfügung zu haben; die Tasten des Melochords nahm er gerne in Kauf. Doch Beyers Einfluß zeitigte längerfristige Wirkung. Entlang seinen vielen Texten und Vorträgen zur elektronischen Musik ist zu beobachten, wie Meyer-Eppler immer häufiger das elektronische Musikinstrument durch einen Sinus-, Impuls- oder Rauschgenerator als Klangquelle ersetzte.

Seine Stellung zwischen Tradition und Innovation zeigt sich auch an seinen zahlreichen Musikbeispielen, die sich in zwei Kategorien einteilen lassen: Auf der einen Seite stehen statisch geschichtete Klanggebilde, die dem traditionellen Orchesterstimmensatz entsprechen; auf der anderen Seite sind dynamische, in sich bewegte, changierende Klangformen zu hören, bei denen keine diskreten Klangereignisse, keine Ton-, Rhythmus- oder Rauschschichten mehr wahrnehmbar sind, sondern einzelne Klangparameter wandern.

TECHNIK ALS MITTEL MUSIKALISCHER GEDANKEN

Meyer-Eppler legte seinen Klangbeispielen elektroakustische Wahrnehmungsexperimente zugrunde, um die elektrische Klangsynthese in ein berechenbares Verhältnis zur Klangwahrnehmung zu bringen. Dabei ging er – dem akustischen Forschungsstand folgend – nicht von einer unilinearen Entsprechung zwischen den physikalisch meßbaren Klangparametern – Frequenz, Amplitude und Obertonspektrum – und den Klangerscheinungen Tonhöhe, Lautstärke und Klangfarbe aus. Zum Beispiel beeinflußt die Lautstärke eines Klanges immer zugleich

auch die Tonhöhenwahrnehmung, oder es gibt Tonhöhenwahrnehmungen, denen gar keine physikalisch meßbare Größe zugrunde liegt, so bei Residualtönen.

Meyer-Eppler untersuchte die Übergänge von Klängen zu Geräuschen, von rhythmischen Impulsen zu kontinuierlichen Tonhöhen und vieles mehr. Seine Erkenntnisse bot er den Komponisten als elektromusikalisches Grundlagenwissen an. Sein kompositorischer Umgang mit der elektrischen Klangsynthese war dabei von einer ganz traditionellen musikästhetischen Prämisse getragen: „Der Komponist soll bei seiner Klanggestaltung das Wahrnehmungsvermögen des Hörers berücksichtigen."

Heideggers Gedanken aus seinem Vortrag *Die Frage nach der Technik* fortspinnend, sei als Resumée eine Hypothese zu weiteren Forschungen zur Geschichte der elektronischen Musik vorgestellt: Die Technik der elektronischen Klangsynthese hat nicht nur die Realisation von Musik jenseits aller Beschränkungen durch Musikinstrumente und Interpreten denkbar gemacht. Die technischen Verfahren des Erschließens, Umformens, Speicherns und Verteilens verborgener Energien haben auch die Integrität des musikalischen Tons aufgebrochen, der bislang dem natürlichen Material wie Holz und Silber entlockt wurde. Mit dem ästhetischen Postulat einer rein elektronischen Musik ist der fundamental neuen Klangerzeugungstechnik aber auch ein Auftrag zur Bewahrung einer traditionsreichen kompositorischen Intention mitgegeben: der Intention nämlich, musikalische Gedanken auch wirklich klanglich wahrnehmbar werden zu lassen.

Die Frage nach der praktischen Realisation dieses Anspruchs muß für jede einzelne elektronische Komposition demzufolge wieder neu gestellt werden. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Robert Beyer: Zur Frage der elektrischen Tonerzeugung. In: Die Musik, Heft 2/1929.

Werner Meyer-Eppler: Elektronische Klangerzeugung – Elektronische Musik und synthetische Sprache, Bonn 1949.

Ders.: Zur Terminologie der elektronischen Musik. In: Technische Hausmitteilungen des Norddeutschen Rundfunks, Heft 1–2/1954.

Ders.: Elektronische Musik. Ihre stofflichen und informationstheoretischen Grundlagen. In: Werner Meyer-Eppler (Hrsg.): Klangstrukturen der Musik, Berlin 1955.

Ders.: „Leichte" Musik und Elektrotechnik in Vergangenheit und Gegenwart. In: Gravesauer Blätter, Heft 2–3/1956.

DIE AUTORIN

Elena Ungeheuer, geboren 1962, ist promovierte Musikwissenschaftlerin. Den Schwerpunkt ihrer wissenschaftlichen und journalistischen Arbeit stellen historische und ästhetische Fragen zur Musik des 20. Jahrhunderts dar.

GENIE OHNE CHANCE

Thomas Clausen, Joseph von Fraunhofers designierter Nachfolger

VON KURT-R. BIERMANN

Die Koryphäen der Zeit wie Carl Friedrich Gauß oder Friedrich Wilhem Bessel bedachten den Mathematiker und theoretischen Astronomen Thomas Clausen mit hohem Lob. Er wurde schließlich zum Direktor der Sternwarte und Professor der Astronomie an der Universität in Dorpat berufen. Doch sein größter Wunsch ging nicht in Erfüllung: Der Münchner Unternehmer Joseph von Utzschneider löste die Zusage nicht ein, Clausen die Nachfolge Joseph von Fraunhofers antreten zu lassen.

Der Mathematiker und Astronom Thomas Clausen (1801–1885).

„Dem Mimen flicht die Nachwelt keine Kränze", sagt Schiller im Prolog zu *Wallensteins Lager*. Dies auf Schauspieler bezogene Wort kann mit der gleichen Berechtigung auf Wissenschaftler aus dem Mittelbau bezogen werden. Während den Heroen der Forschung zu runden Jubiläen neue Fest- und Gedenkschriften gewidmet werden, bleiben ihre Gehilfen – als da sind Assistenten und Adjunkten, Observatoren, Kustoden, Prosektoren – im Dunklen, obwohl sie doch nicht selten die Voraussetzungen für die Höchstleistungen ihrer Chefs mitgeschaffen haben.

Hier soll eines solchen Mannes aus „dem zweiten Glied" wegen seiner Münchner Jahre (1828 bis 1840) gedacht werden, der sich durch Leistung und Schicksal aus der Menge seiner zeitgenössischen Fachkollegen heraushebt, als Mathematiker und theoretischer Astronom mit etwa 150 Publikationen hervorgetreten ist und von den Koryphäen seiner Zeit als Könner respektiert wurde: Die Rede ist von dem nordschleswigschen (südjütländischen) Kleinbauernsohn Thomas Clausen.

Geboren am 16. Januar 1801 zu Schnabek (Snogbaek) bei Nübel im Sundewitt (Sundeved) als ältestes von acht Kindern, wurde er, noch Analphabet, im Alter von zwölf Jahren dem Pfarrer Georg Holst im nahen Nübel als Hütejunge anvertraut, der ihn die Schule besuchen ließ. Der Junge tat sich bald im Rechnen so hervor, daß ihm Holst elementarmathematische Kenntnisse vermittelte. Wenn Clausen des Pfarrers Pferd auf der Wiese anpflockte, damit es einen Kreis abweiden konnte, wußte er, wieviel „Maul-voll" dem Pferd zur Verfügung standen. Er hatte beobachtet, wie oft das Pferd je Quadratzoll Weide das Maul füllen konnte, und berechnet, wie groß die Fläche des betreffenden Kreises in Quadratzoll war. Se non è vero, è ben trovato.

Als die Abschlußprüfung bei der Konfirmation abgehalten wurde, riefen die Kenntnisse des Jungen die Bewunderung des examinierenden Probstes hervor. Holst erbot sich, Clausen weiterzubilden und ihn von den landwirtschaftlichen Pflichten zu entbinden. Sieben Jahre erteilte der Pfarrer seinem Schutzbefohlenen Unterricht in Latein, Griechisch, Mathematik, Astronomie und Naturwissenschaften. Um die mathematische und astronomische Fachliteratur lesen zu können, erwarb er daneben im Selbststudium französische, englische und italienische Sprachkenntnisse. So wurde es ihm möglich, zum Beispiel die *Mécanique céleste* von Laplace durchzuarbeiten.

Als die örtlichen Möglichkeiten der Weiterbildung ausgeschöpft waren, empfahl Holst den Hochbegabten an Heinrich Christian Schumacher im damals zum Herrschaftsgebiet der dänischen Krone gehörenden Altona bei Hamburg. Schumacher, von Haus aus Jurist, hatte sich etwa 15 Jahre zuvor der Astronomie zugewandt, war dänischer Professor der Astronomie und Gründer der *Astronomischen Nachrichten*. Er war eng befreundet mit den führenden deutschen Mathematikern und Astronomen wie Gauß, Bessel und Olbers. Nachdem er Clausen Registerarbeiten und die Lösung mathematischer Aufgaben übertragen hatte und

Fotos: Wissenschaftliche Universitätsbibliothek Tartu (Dorpat) (l.); E. Sakk, Tartu (Dorpat) (r.)

sah, daß der junge Mann talentiert war und dessen erste Publikationen von kompetenten Fachleuten mit Lob bedacht wurden, holte er ihn zu sich auf die Sternwarte nach Altona, um ihn als astronomischen Rechner und Beobachter zu verwenden.

Eine intensive Publikationstätigkeit machte Clausens Namen bei den Fachgenossen bald bekannt. Indessen war das gute Einvernehmen zwischen dem Direktor und seinem Assistenten nicht von langer Dauer. Auf wessen Seite die Schuld für das Zerwürfnis lag, ist heute schwer zu sagen. Es bedurfte bereits im Dezember 1824 der nachdrücklichen Fürsprache Gauß', um eine Entlassung Clausens zu verhindern. Auf jeden Fall war Schumacher bestrebt, seinen ungeliebten Adlatus fortzuloben, und als ihm im Oktober 1826 der Münchner Unternehmer Joseph von Utzschneider davon sprach, er suche einen Theoretiker für seine durch den kurz zuvor verstorbenen Joseph von Fraunhofer berühmt gewordene optische Anstalt, wurde Clausen von Schumacher hierfür empfohlen. Es dauerte jedoch noch zwei Jahre, bis Utzschneider tatsächlich auf Clausen zurückgriff.

Nach Utzschneiders Tod verließ Clausen 1840 München, um eine Zeit lang in Altona zu privatisieren. Völlig mittellos, hatte er den Weg zu Fuß zurücklegen müssen. Seinen Lebensunterhalt bestritt er mehr schlecht als recht durch astronomische Auftragsrechnungen. In einer Phase großer Kreativität veröffentlichte er vielbeachtete Ergebnisse auf verschiedenen Gebieten, von der Zahlentheorie (von Staudt-Clausenscher Satz) bis zu der von Bessel als „meisterhaft" bezeichneten Bestimmung der Bahn des Kometen von 1770 (preisgekrönt von der *Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften*).

Schumacher hatte seine Aversion gegen Clausen nicht überwunden, aber er zollte seinen Fähigkeiten Achtung und empfahl ihn als Observator an die Sternwarte zu Dorpat (Tartu) im russischen Estland. Clausen wurde berufen und traf am 28. Oktober 1842 an seiner neuen Wirkungsstätte ein, wo er endlich eine gesicherte Existenz fand und die zweite Hälfte seines Lebens verbrachte. Seine Berufung wurde wegen seiner „eminenten mathematischen Kenntnisse" vom bedeutendsten Astronomen Rußlands, Wihelm Struve, und anderen urteilsfähigen Fachkollegen begrüßt.

Die Sternwarte von Dorpat, an die Thomas Clausen 1842 berufen wurde.

Als beobachtender Astronom trat Clausen wenig in Erscheinung, aber er veröffentlichte weiterhin seine Berechnungen von (insgesamt 14) Kometenbahnen, stellte Rechnungen über die Abplattung der Erde an, behandelte rein mathematische Probleme wie die Zerlegung von $2^{64}+1$ in Primfaktoren und solche der Physik und Mechanik; kurz, er zeigte, daß die Theorie seine Stärke war, und nicht die praktisch-astronomischen Aufgaben, die einem Observator oblagen. Dennoch wurde er, obwohl bereits 64 Jahre alt, 1865 zum Direktor der Sternwarte und Professor der Astronomie an der Universität Dorpat berufen, wobei seine wissenschaftlichen Ehrungen ins Gewicht fielen: 1844 Ehrenpromotion durch die Universität Königsberg, 1848 Ehrenmitglied der *Royal Astronomical Society,* 1854 korrespondierendes Mitglied der Göttinger, 1856 der Petersburger *Akademie der Wissenschaften.*

1872 emeritiert, starb der unverheiratet gebliebene Clausen am 23.(?)Mai 1885 in Dorpat. Heute ist sein Name nur noch wenigen Fachleuten, Historikern der Mathematik und Astronomie, ein Begriff, wenn auch sein Andenken in den 60er Jahren dieses Jahrhunderts belebt wurde.

Das Wirken Clausens in München soll hier besondere Beachtung finden. Der Vorschlag Schumachers, Clausen nach München zu holen, war Utzschneider im Oktober 1826 sehr gelegen gekommen. Ehemaliger hoher bayerischer Regierungsbeamter, war er als Pionier fabrikmäßiger Produktion in von ihm gegründeten Betrieben einer der ersten deutschen Industriellen. Er hatte die Fähigkeiten des Technikers Georg von Reichenbach und des Physikers Joseph von Fraunhofer zu schätzen gewußt und in seiner mechanisch-optischen Anstalt beziehungsweise seiner Glashütte in Benediktbeuern zu nutzen verstanden, so daß zeitweise ganz Europa bei ihm astronomische Instrumente bezog. 1814 hatte Reichenbach sich von ihm getrennt; nun hatte er im Mai 1826 Fraunhofer durch dessen Tod verloren.

Auf der Suche nach einem geeigneten Nachfolger griff er rasch zu und kontraktierte mit Clausen, schob aber dessen Übersiedlung nach München noch auf und überwies ihm einen Teil des vereinbarten Gehalts als Überbrückungsgeld nach Altona. Er war nämlich in seinem Entschluß wankend geworden, weil Bessel, in Unkenntnis

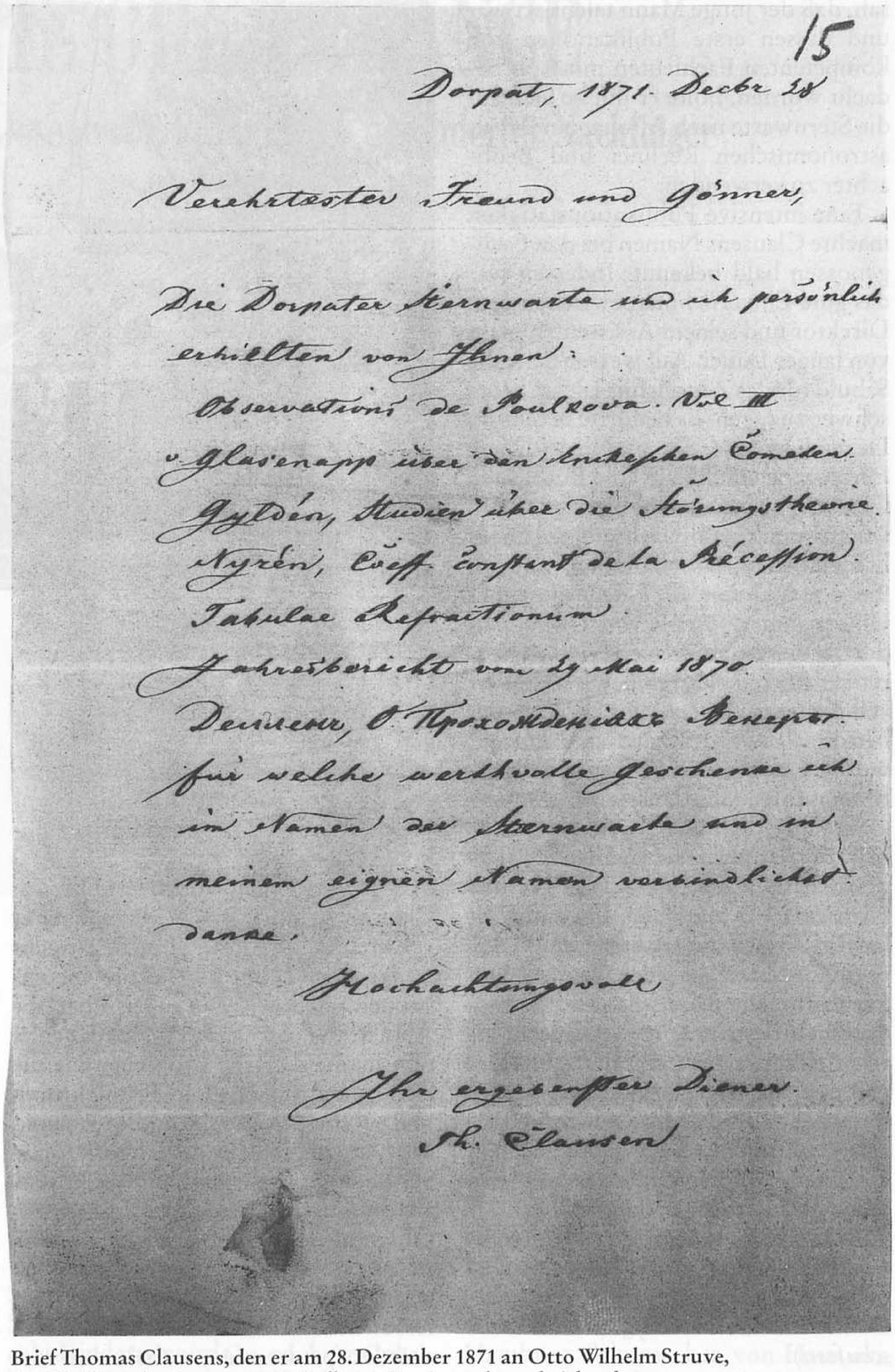
von Schumachers Vorschlag, seinen früheren Schüler Karl August von Steinheil für die Fraunhofersche Nachfolge namhaft gemacht hatte.

Diese Anregung hatte viel für sich: Steinheil war ein befähigter Physiker mit guten mathematischen Kenntnissen, wurde ebenso wie Clausen von Gauß, dem „Fürsten der Mathematiker", geschätzt, er besaß Vermögen, das er in Utzschneiders Firma einbringen konnte, und er war Bayer.

Inzwischen hatte sich indessen noch ein dritter Bewerber um die Leitung des Instituts bemerkbar gemacht: der Mechaniker Georg Merz. Im Juli 1826 interimistisch mit der Wahrnehmung der Leitungsgeschäfte beauftragt, war er bestrebt, aus dem Provisorium ein Definitivum zu machen. Ihm schien der Praktiker Steinheil ein gefährlicherer Konkurrent als der Theoretiker Clausen zu sein, und er bot allen Einfluß auf Utzschneider auf, um ersteren auszuschalten. Und tatsächlich wurde Clausens Dienstantritt auf Mai 1828 terminiert.

Es scheinen aber Schwierigkeiten bei der Glasherstellung eingetreten zu sein, und Utzschneider schwankte erneut in seinem Entschluß. Er bot Steinheil die Leitung an und wollte Clausen, um seiner Verpflichtungen ihm gegenüber ledig zu werden, an der Münchner Universität unterbringen. Vordergründig argumentierte er, Clausens praktische Anlagen entsprächen nicht seinen theoretischen Kenntnissen. Aber auch die neue Verhandlung mit Steinheil wurde wieder suspendiert; der 65jährige Utzschneider konnte sich nicht entscheiden.

Da durchschlug Ende November 1828 Clausen den gordischen Knoten: Des Zauderns und der Ungewißheit überdrüssig, machte er sich Ende November auf den Weg nach München und traf dort am 6. Dezember ein. Utzschneider war überrascht, aber er akzeptierte die vollendete Tatsache. Er nahm Clausen in sein Haus auf, ließ ihn an seinem Tisch speisen und machte ihm Hoffnung auf interessante Aufgaben: Er solle von Fraunhofer begonnene Versuche über das Licht fortsetzen. Nur eines tat Utzschneider nicht, ihn in das Institut zu lassen.


15

Dorpat, 1871. Decbr 28

Verehrtester Freund und Gönner,

Die Dorpater Sternwarte und ich persönlich erhielten von Ihnen:

Observations de Poulkova. Vol III

v. Glasenapp über den Encke'schen Cometen.

Gyldén, Studien über die Störungstheorie.

Nyrén, Coëff. constant de la Précession.

Tabulae Refractionum

Jahresbericht vom 29 Mai 1870

Dessenen, O. Прохоровский Secretär.

für welche werthvolle Geschenke ich im Namen der Sternwarte und in meinem eignen Namen verbindlichst danke.

Hochachtungsvoll

Ihr ergebenster Diener.

Th. Clausen

Foto: Archiv der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Leningrad (F. 286, op. 1, Nr. 293)

Brief Thomas Clausens, den er am 28. Dezember 1871 an Otto Wilhelm Struve, den Direktor der Sternwarte in Pulkowo/Leningrad, geschrieben hat.

Steinheil, der mit Clausen bekannt wurde und mit dem er sich anfreundete, schrieb am 5. April 1829 an Bessel: „Überhaupt glaube ich, daß es gegenwärtig sehr schlimm um das Optische Institut steht. Zwar ist Clausen hier – ein Mann, der der wissenschaftlichen Leitung des Ganzen sicher gewachsener ist, als ich es gewesen wäre – mit dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft sowie mit den Forderungen des Beobachters vertraut – reich an eigenen Ideen, müßte sein Einfluß bald wohltätig fühlbar werden, aber wie ist dies möglich in seiner Stellung! – Während der vier Monate, die er hier

ist, hat er das Optische Institut noch *garnicht gesehn*! Merz sagte mir kürzlich, er nehme weder von Clausen noch von sonst jemand Hilfe an, da er sie nicht bedürfe!! . . . Clausens Hiersein ist dagegen mir äußerst willkommen, ich habe in ihm einen vortrefflichen, ganz originellen Menschen kennengelernt; wir sehn uns sehr häufig und besprechen uns wechselseitig ohne Rückhalt über wissenschaftliche Gegenstände. Einen solchen Verkehr habe ich bis jetzt entbehrt, und sehe nur erst seinen großen Vorteil ein."

Clausen verbrachte die Abende in Gesellschaft des Ehepaares Utzschneider und fühlte sich durch dessen wohlwollendes Verhalten, das ganz im Gegensatz zu den Erfahrungen stand, die er mit Schumacher in Altona gemacht hatte, geschmeichelt und erhoben. Die Hoffnung auf Übertragung der Aufgaben, für die er geholt worden war, hatte er noch nicht aufgegeben. Seine Zeit nutzte er zu Kometenberechnungen, zur Prüfung einer Pendeluhr aus der optischen Anstalt, zu einer gemeinsam mit Steinheil unternommenen Untersuchung an dessen Passageninstrument, zur Veröffentlichung einer Reihe mathematischer und astronomischer Miszellen. Er schickte sich an, an den *Berliner Akademischen Sternkarten* mitzuarbeiten, als etwas eintrat, das ihm endgültig klarmachte, er werde nie gegen den Einfluß von Merz ankommen können, also von der Leitung der Anstalt immer ausgeschlossen bleiben: Utzschneider übergab 1832 das bis dahin sorgsam gehütete Fraunhofersche Geheimnis der Erzielung wellenfreien Kron- und Flintglases an Merz.

Clausen erlitt offenbar einen Schock und stellte die Mitarbeit an dem genannten Berliner Projekt ein. Utzschneider nannte das „eine Laune" und ließ ihn, einen „eminenten Kopf", „bei seinem Calcul".

Die folgenden acht Jahre, die Clausen noch in München zubrachte, liegen in einem merkwürdigen Dunkel. Fest steht, daß er zeitweise geistesgestört war. Die Quellen schweigen über die Art seiner Erkrankung; in den Briefen von Utzschneider, Steinheil, Bessel, Olbers und Gauß wird er nicht mehr erwähnt. Erst 1840 ist in einem Brief von Schumacher von einer „Gehirnentzündung" die Rede, bei der er schon völlig aufgegeben war und „eine Menge Blut und wäßrigte Flüssigkeit durch die Nase verlor".

Am 31. Januar 1840 verunglückte Utzschneider tödlich. Ob Clausen das bewußt miterlebt hat, wissen wir nicht. Da er München im Frühsommer 1840 ebenso bettelarm verließ, wie er zwölf Jahre zuvor gekommen war, ist anzunehmen, daß er seine Ersparnisse für die Arztkosten hatte verwenden müssen.

Manche Frage bleibt offen. Warum hat Utzschneider seinen „Diamanten", wie er Clausen gelegentlich nannte, vor der Erkrankung nicht auf eine Weise verwendet, die für seine Firma und die Wissenschaft nutzbringender war? Entsprach es wirklich seiner Überzeugung, wenn er am 8. März 1832 sagte, Clausen werde „schwerlich jemals die Geduld haben, einer Werkstätte wie dem optischen Intitut vorzustehen?" War es nicht vielmehr Merz, der dafür sorgte, daß die Verbindung Clausens mit der mechanisch-optischen Anstalt von Anfang an eine nominelle war und blieb? Wie ist das für Utzschneider ganz untypische Schwanken und Zaudern in seinen Absichten mit Clausen zu erklären? Warum ließ er sich den, man muß schon sagen, unverschämten Ton in den Briefen von Merz bieten? War Utzschneider womöglich erpreßbar, vielleicht wegen seines einstigen Engagements in dem im maurerischen Spektrum „links außen" angesiedelten Illuminatenorden?

Wir können diese Fragen nicht beantworten und stellen sie nur, um uns nicht in Spekulationen zu verlieren. Auf jeden Fall bot sich in München für Clausen die Möglichkeit, aus dem zweiten in das erste Glied der Gelehrten überzuwechseln. Daß er dafür die Voraussetzungen besaß, haben ihm die kompetentesten Fachleute seiner Zeit bestätigt – daß er die einmalige Chance, ein würdiger Nachfolger Fraunhofers zu werden, nicht nutzte, nicht nutzen konnte, lag an objektiven, aber natürlich auch an subjektiven Gründen.

Wie wir geschildert haben, brachte es Clausen noch bis zum Ordinarius in Dorpat, aber eine Sternstunde wie bei seiner Ankunft in München kehrte nicht wieder. Sein Beitrag zum Fortschreiten der Erkenntnis ist an keiner Stelle epochal geworden, aber er ist an vielen Stellen ein spürbarer gewesen. Es gibt auch Indizien dafür, daß Clausen tiefere Einsichten, zum Beispiel auf dem Gebiet der Zahlentheorie, mit ins Grab genommen hat. Sein vielfältiges und vielseitiges Forschen, das sich von den elliptischen Funktionen bis zur Dioptrik erstreckte, von der Gestalt der Erde bis zu Abelschen Funktionen, von der astronomischen Instrumentenkunde bis zum Gleichgewicht frei schwimmender Körper, vom Einfluß der Refraktion auf geodätische Höhenmessungen bis zu Längendifferenzen aus Mondkulminationen, von magischen Quadraten bis zu Kometensystemen, von der Algebra bis zur Geometrie, von der Theorie der binären Formen bis zu den Möndchen des Hippokrates – dieses Forschen hat Thomas Clausen ein Anrecht darauf gegeben, nicht gänzlich der Vergessenheit anheimzufallen, auch wenn der ganz große Wurf ausgeblieben ist. Bessel verglich gelegentlich Clausens Geschick im Kalkül mit dem „stattlichsten Araber (-Rennpferd)", das er „mit einem Worte in fliegenden Lauf zu bringen" wisse.

Es ist daher die Frage legitim: Was wäre aus Fraunhofers Erbe geworden, wenn nicht Merz, sondern Clausen dessen Nachfolge de facto angetreten hätte? □

HINWEIS ZUM WEITERLESEN

Kurt-R. Biermann: Thomas Clausen, Mathematiker und Astronom. In: Journal für die reine und angewandte Mathematik 216 (1964), S. 159–198.

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.

PRAMHURE UND PAELGELD

Mittelalterliche Häfen und Hafentechnik an Nord- und Ostsee

VON THOMAS WOLF

Handelsschiffe im Hafen einer Hansestadt und das Schiffssiegel von Elbing aus dem Jahr 1242, das eine Kogge zeigt.

Der Begriff Hafen umspannt für uns heute eine ganze Reihe von Funktionen: Wetterschutz für Schiffe, Reparaturplatz, vor allem aber Warenumschlagsort und Zollstelle. Schon im Mittelalter scheint der Hafen solche Aufgaben übernommen zu haben. Dennoch fällt es schwer, eine konkrete Vorstellung vom mittelalterlichen Hafen und der damals üblichen Technik zu gewinnen.

Der Hafenbegriff, mittelniederdeutsch *havene,* erscheint reichlich diffus. Nirgendwo existiert eine rechtliche Definition des Wortes. In den Rechtsaufzeichnungen der Städte an Nord- und Ostsee findet sich allerdings eine Reihe von Bestimmungen, die auf den Hafen – oft nur mittelbar – Bezug nehmen. Aus ihnen geht hervor, daß die Häfen unter der Rechtshoheit der Städte lagen, von ihnen verwaltet und kontrolliert wurden. So versicherte beispielweise die Stadt Lübeck dem dänischen König Waldemar IV. am 9. August 1352 in einem Geleitbrief, daß er „in unserer Stadt zu Lübeck, in unserem Hafen und auf unserem Gut, wo wir Steuerrecht ausüben", freies Geleit haben werde. Verordnungen

Fotos: Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz (großes Bild); aus: Jörgen Bracker, Die Hanse, Hamburg 1989, Bd. 1 (r.)

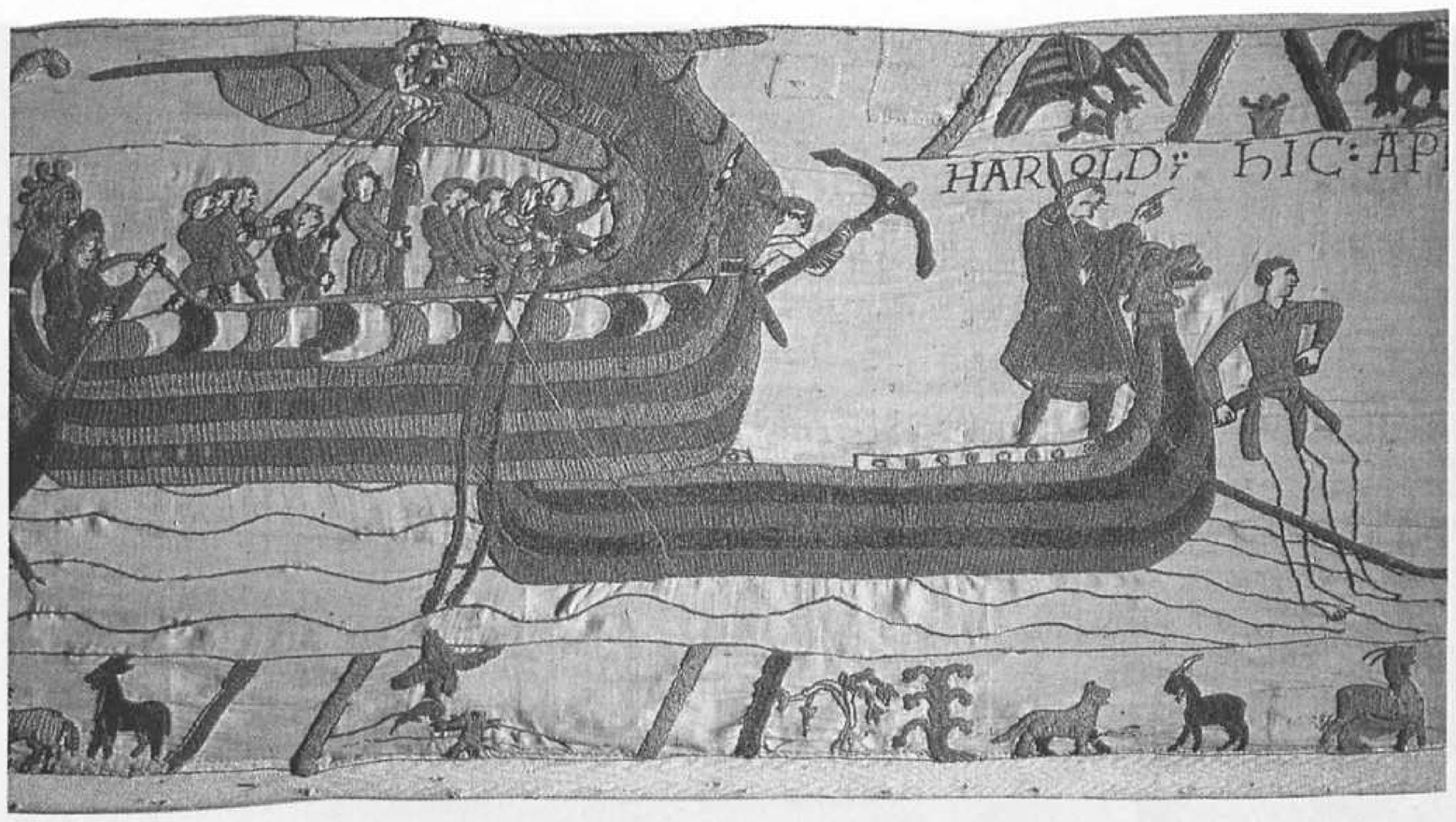
über den Hafenbetrieb – etwa bei Leichterverkehr oder zu Ladearbeiten – zeigen, daß die Gewalt über den Hafen in Rechtssetzungen ihren schriftlichen Ausdruck gewann.

Wenn die Städte Gewalt über ihre Häfen besaßen, so muß gefragt werden, wo diese lagen und wie groß sie waren. In dem zitierten Lübecker Geleitbrief wird ja deutlich zwischen Hafen und Stadt unterschieden. Sicher ist, daß die Häfen dicht bei den Städten oder Orten lagen, wo die mit den Schiffen kommenden Waren gebraucht wurden.

Das Beispiel des Hafens der frühmittelalterlichen Pfalz von Ingelheim zeigt, daß der Hafen einer Siedlung durchaus zwei Kilometer von ihr entfernt liegen konnte. Nach Ausgrabungen an bedeutenden Hafen- und Handelsplätzen der Nord- und Ostsee liegen die Häfen allerdings direkt bei den zugehörigen Städten. In Haithabu, dem großen wikingerzeitlichen Handelsplatz auf der jütischen Halbinsel, erstreckt sich der Hafen gleich vor dem Ufer der Siedlung, und er ist nach neueren Ausgrabungsfunden durch eine oder mehrere Palisadenreihen mit ihr zusammen geschützt.

In Haithabu können wir die Größe eines frühmittelalterlichen Hafens erkennen, ohne daraus schließen zu können, ob – und wenn: in welchem Umfang – der Bereich jenseits der Palisade als Hafenreede benutzt wurde.

In Lübeck lag der Hafen außerhalb der Stadtmauern, dicht bei der Stadt. Eine Kaufmannsordnung um 1400 spricht davon, daß „hier ein Schiff an die (Stadt)-Mauern kommt . . .". Ausgrabungen in Lübeck bestätigen dies bereits für die sehr frühe Zeit vor 1200, also kurz nach der Neugründung der Stadt durch Heinrich den Löwen. Wir müssen uns danach auf einem nur etwa 200 Meter langen Bodensockel aus festem Sand einen rund 50 Meter tiefen Hafenbereich – einen Hafenmarkt – vorstellen, der links und rechts von sumpfigem Niederungsgebiet und nach hinten von der Stadtmauer begrenzt wurde. Dieser Bereich wird 1350 in der ältesten erhaltenen Kaufmannsordnung als Handelsplatz des Hafens definiert: „Also sind alle (Verkaufs-)Buden, die an der Trave zwischen Mengstraße und den Stuben an der Brunstraße gelegen sind, zum Nutzen des gemeinen Kaufmannes gedacht, sowohl Gästen wie Bürgern, die das ganze Jahr vom Meer kommen."



Anlandende Wikingerschiffe bei der Eroberung Englands durch die Normannen (1064–66). Das vordere Schiff hat bereits Anker geworfen, das zweite Schiff wird vor dem Auflaufen mit Stakstangen abgebremst. Ausschnitt aus dem Teppich von Bayeux, um 1070.

Ähnlich wie in Haithabu war der Seehafen vermutlich recht klein. Es ist wohl zutreffend, wenn man annimmt, daß viele Schiffe in diesem Hafen bald keinen Platz mehr fanden, denn schon 1368 benutzten nach dem Lübecker Pfundzollbuch 680 Seeschiffe den Hafen, teilweise mehrmals. Die ganze Untertrave, die sehr geschützt liegt, wird als Hafenreede gedient haben. Die Hamburger Elbkarte von 1568 zeigt eine vergleichbare Situation für eine spätere Zeit: Außerhalb des Mauerrings liegen große Kauffahrteischiffe auf der Elbreede vor der Stadt.

Wir haben im Mittelalter, dieser Schluß läßt sich ziehen, nur kleine Innenhäfen auch bei bedeutenden Hafenstädten. Da die mittelalterlichen Hafensiedlungen meist an Flüssen oder tiefen Meeresbuchten weit im Landesinneren lagen, boten die Gewässer auch außerhalb des Innenhafens guten Wetterschutz und wurden als Hafenreede benutzt. Der Hafen diente in erster Linie dem Warenumschlag und unterstand rechtlich der Polizeigewalt einer (Hafen-) Stadt oder Siedlung.

Weitaus mehr als der Rechtsbegriff zeichnet der Hafenbetrieb ein Bild des mittelalterlichen Hafens. Von der Frage, wo in dem engen Hafen die Schiffe lagen, hängt ab, wie sie be- und entladen wurden.

Für das frühe Mittelalter wird man grundsätzlich nur bescheidene Hafenausbauten erwarten können. Dies lag sicherlich in erster Linie an der geringen Größe der Seeschiffe, die selten mehr als 50 Gewichtstonnen tragen konnten. Waren sie nach Art der Wikingerschiffe mit runden Steven gebaut, wie sie der Teppich von Bayeux zeigt, so konnten die Schiffe leicht auf einen flachen Strand auflaufen und im knietiefen Wasser entladen werden. Detlev Ellmers zeigt anhand der Ausgrabungen von Uppsala in Schweden, Glastonbury in England und Dorestad in den Niederlanden, daß man den Boden der Schiffsländen mit Holz und Steinen befestigte, so daß Pferde- oder Ochsenwagen, ohne im Ufersand zu versinken, bis an die im Flachwasser aufgelaufenen Handelsschiffe heranfahren konnten. Solange die Schiffe so klein und leicht waren, daß sie bei dem Manöver des Auflaufens keine Schäden davontrugen und auch leicht wieder ins Tiefwasser zu schieben waren, dürfte diese Methode der Hafenlände einen reibungslosen Warenumschlag gewährleistet haben.

Für größere Fahrzeuge war diese Technik nicht mehr möglich. Schon an dem bedeutendsten Handelsplatz des Frühmittelalters in Nordwesteuropa, in Haithabu, genügte das System des Anlandens den Verkehrs- und Umschlagsanforderungen nicht mehr. Haben wir im frühmittelalterlichen Dorestad noch eine Schiffslände, so konnte in Lübeck keine mehr festgestellt werden. Das neue hansische Seeschiff, die Kogge, konnte mit ihrem geraden, steilen Steven und dem eckigen Steven-

Fotos: Archiv für Kunst und Geschichte

Kielübergang auf keinen Strand gezogen werden: Sie hätte sich festgewühlt.

Die Kogge, ein flachbodiger Schiffstyp, war ursprünglich als Wattenfahrzeug entwickelt worden: Sie konnte problemlos trockenfallen, ohne umzukippen, und dann ent- beziehungsweise beladen werden. Außerhalb des Wattengebiets mußte der Warenumschlag vom schwimmenden Schiff ausgehen. Dies geschah wohl meist durch Leichter oder Prähme, große flachbodige Boote, die gestakt oder gerudert wurden und nur einen geringen Tiefgang besaßen. Mit Leichtern konnte man gut an das Ufer heranfahren. In Lübeck hatte man schon sehr früh eine hölzerne Uferbefestigung errichtet, die das Aus- und Unterspülen des Ufers verhinderte und es bis in das etwa 50 Zentimeter tiefe Wasser verlängerte. So konnten die Leichterprähme sehr einfach entladen werden: Die Waren standen danach auf dem Hafenmarkt und konnten ver- und gekauft oder weitertransportiert werden.

Wie sich der Hafenbetrieb abspielte, läßt sich nicht nur aus der Uferbefestigung des Lübecker Hafens erschließen, die durch neue Ausgrabungen gesichert ist, sondern auch aus einer großen Zahl von Hinweisen auf den Prahmverkehr. So wird zum Beispiel in den Geschäftsakten des Lübecker Kaufmanns H. Wittenborg um 1350 mehrmals der Ausgabenteil *pramhure* und allgemeiner *ungeld* erwähnt. 1283 verbucht die Lübecker Kämmerei Einnahmen von Steinprähmen (Ballastprähme?), und um 1370 werden beim Rat im Zusammenhang mit dem Ersuchen um Erleichterung beim Weinhandel als fixe Kosten je Fuder (etwa 900 Liter) 4 denarii für den Prahm genannt. Der Rheinwein wird Lübeck von Flandern auf dem Seeweg erreicht haben.

Aus anderen Hafenstädten, insbesondere Wismar, fließen die Quellen reichlicher. Dort gab es Rechtsbestimmungen über den Tarif der Prähme, gestaffelt nach Warenart und Gewicht, schon seit Ende des 14. Jahrhunderts. Und es gab die interessante Verordnung, daß der Schiffsballast mit Prähmen fortzuschaffen und bei Androhung der Todesstrafe nicht in den Hafen zu werfen sei. In Wismar waren sogar die Tarife der Träger festgesetzt: „Für jede Last (rund 1900 Kilogramm), die sie aus dem Prahm tragen, 8 denarii."

VERSCHIEDENE ARTEN DES LÖSCHENS UND LADENS

Wie für Lübeck vermutet, wurden die Seeschiffe in Wismar offenbar über Leichter gelöscht: über Prähme. In Rostock verbucht die Kämmerei 1352 ebenfalls Kosten für einen *lichtepram*, für einen Leichterprahm. Die Reihe der Zitate ließe sich fortsetzen. Jedenfalls folgt daraus, daß in den deutschen Hafenstädten an der Ostsee der Warenumschlag über Leichter eine große Rolle spielte. Ähnliches wissen wir aus Brügge und Hamburg.

Bei dieser Art des Löschens und Ladens ist es wichtig, daß eine Seite des Schiffes für den Prahm gut zugänglich bleibt. Das führt zu der Frage zurück, wie und wo die Schiffe im Hafen lagen. Offenbar waren sie an Pfählen angebunden, oder sie ankerten frei im Hafenwasser.

Dies wird durch eine Nachricht aus einem unbekannten Hafen außerhalb des Lübecker Rechtskreises gestützt, wo man einen Mörder, der auf ein Schiff im Hafen geflohen war, mit zwei Beibooten verfolgte und auch fand. Wenn das Boot das schnellste Beförderungsmittel zu den Schiffen im Hafen war, so ist daraus zu folgern, daß die Schiffe vom Land aus unzugänglich waren und im freien Wasser schwammen.

Der Danziger Hafenzoll wurde, ähnlich wie der in Lübeck, allgemein als *paelgeld* bezeichnet, als Pfahlgeld: In den norddeutschen Häfen des Mittelalters haben die Schiffe an Pfählen im Hafen festgemacht. Auf einer Miniatur aus der Bilderhandschrift des Hamburger Stadtrechtes von 1497 ist deutlich zu sehen, daß die großen Handelsschiffe frei vom Ufer liegen und die Waren von kleinen, offenen Booten angelandet werden, wobei der Hafenkran Hilfestellung leistet.

Ein Altargemälde – die Rückkehr der Heiligen Drei Könige zu Schiff aus der ehemaligen Rostocker St. Johanniskirche, das aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts stammt – zeigt uns im Hintergrund eine Stadtansicht und Hafenszene, mit der wohl Rostock gemeint ist. Darauf sind Seeschiffe zu sehen, die bugwärts an einer hölzernen Landungsbrücke festgemacht haben. Ein großes Schiff hat vor einer Brücke Anker geworfen. Diese Brücken sind ein weiteres technisches Hafengebäude, das in norddeutschen Häfen seit dem frühen Mittelalter benutzt wurde. Schon in Haithabu wurden Schiffsbrücken benutzt, wie Ausgrabungen im Hafen belegen.

Ob die Schiffe an die Brücken breitseits, wie heute an einen Kai, anlegten, kann bezweifelt werden, denn in Haithabu fand man Ladungsteile und Ballaststeine aus Schiffen direkt bei den Brücken. Da sie vermutlich beim Laden oder Löschen der Schiffe unabsichtlich ins Wasser fielen, kann die Verbindung zwischen Schiff und Brücke nicht so „dicht" gewesen sein wie bei einem kaiartigen Anliegen. Viel eher ist an eine Laufplanke zu denken, die ein Schiffsende mit der Brücke verband. Diese Anlegetechnik hat den Vorteil, daß eine relativ große Zahl von Schiffen an einer Brücke anlegen kann – für einen mittelalterlichen, engen Hafen sicher ein wichtiger Punkt.

Das Rostocker Altargemälde zeigt für das 15. Jahrhundert genau die Anlagetechnik, die man für Haithabu (10. Jahrhundert) erschließen kann. In anderen mittelalterlichen Häfen des Nord- und Ostseeraumes sind Hafenbrücken ebenfalls nachzuweisen: Schleswig, Bergen oder Reval. Hier kümmerte sich im 15. Jahrhundert die Stadt um die Brücken, wie aus den Kämmereirechnungen hervorgeht. So heißt es unter dem 5. April 1460 – das

Hafenszene in der Bilderhandschrift des Hamburger Stadtrechts von 1497: Die großen Handelschiffe liegen frei vom Ufer, die Waren werden von kleinen Booten angelandet.

Ausschnitt aus der Elbkarte von Melchior Lorich von 1568, der ältesten Elbansicht von Hamburg. Im linken Bildabschnitt sind Schiffe zu erkennen, die aus Platzgründen außerhalb des Hafens ankern mußten.

Darstellung eines Hafens mit Landungsbrücke auf dem Dreikönigsaltar der St. Johannis-Kirche in Rostock, um 1415.

Eis war wohl gerade geschmolzen, und man reparierte die Hafenanlagen für die kommende Saison: „Item für 3 tonnen Bier, die die Arbeiter tranken, nämlich Zimmerleute und Steinmetze, die den Hafenturm, die Brücke und das Privaet (Abort) auf der Brücke ausbesserten und fertigmachten, gegeben 4 mark 3 shilling."

Mit der Erwähnung eines Aborthäuschens auf der Brücke wird ein Detail der Hafen- und Schiffshygiene angesprochen und ein Interpretationshinweis für das Rostocker Altargemälde aus dem beginnenden 15. Jahrhundert gegeben. Der Hinweis ist ein weiteres Indiz für die Funktion der Brükken, wo man den Mannschaften der länger dort liegenden Schiffe ein vom Hafenpublikum ungestörtes Plätzchen, ein „Privaet", anbieten wollte.

Die Brücken sind nicht mit anderen Bauwerken mittelalterlicher Häfen zu verwechseln: den Bollwerken. Bei ihnen handelt es sich offenbar um feste Molen und Buhnenbauwerke. Ein Briefwechsel von 1466 zwischen Lübeck, Wismar, Rostock, Stralsund, Riga und Reval zeigt, daß mit den Bollwerken schwere Steinkisten gemeint waren, die als leere schwimmende Holzkisten an einen bestimmten Platz geschleppt, dort mit Steinen aufgefüllt und dadurch zum Sinken gebracht wurden. Mehrere solcher Kisten ergaben molenartige Bauwerke. In Lübeck dienten sie dazu, das Travefahrwasser zu vertiefen, indem sie die Fließgeschwindigkeit des Wassers beschleunigten und so den Fluß instand setzten, sich eine größere Tiefe freizuspülen. Die Steinkisten oder Bollwerke hatten für den Warenumschlag wohl keine Funktion, etwa die, daß man sie als Kaimolen benutzte. Oft scheinen sie ohne Landverbindung im Wasser gelegen zu haben.

Der Stand der Hafentechnik vor der Einführung von Baggern im 16. Jahrhundert war vergleichsweise primitiv. Es ist einleuchtend, daß die Städte als Hafenbehörde mit allem Nachdruck darauf sahen, daß ihr Hafen oder Tief (!) nicht durch unachtsam ins Wasser geworfene Gegenstände oder gar durch Schiffsballast in seiner Tiefe verringert wurde. In Wismar war es schon 1345 bei Todesstrafe und Vermögensentzug verboten, Ballast in den Hafen der Stadt zu werfen . (Quod nullus proiceat lastadien in deep hujus civitatis, sub pene vite et bonorum suorum.) Wracke Schiffe wurden rücksichtslos aus dem Hafen weggebracht, wie ein Danziger Beispiel zeigt: Die Bürger entfernten ein Schiff des Königs von Frankreich aus dem Hafen und nahmen einen längeren diplomatischen Streit mit der mächtigen französischen Krone in Kauf, um ihren Hafen befahrbar zu halten.

Seit dem hohen Mittelalter gab es nach allem Seehäfen von relativ bescheidener Größe, in denen die Schiffe an Landungsbrücken oder an frei im Wasser stehenden Pfählen festmachten. Entladen wurden die Schiffe meist über Prähme, die den Güterumschlag zwischen Schiff und Land übernahmen. Niedrige Uferbefestigungen erleichterten den Prahm-Landumschlag und schützten die Ufer vor Ausspülung. Für Personen blieben die an den Brücken liegenden Schiffe über Laufplanken ziemlich leicht zugänglich. Aber auch frei im Hafenwasser liegende Schiffe waren keine Ausnahme. Für deren Personenverkehr dienten Beiboote, sogenannte Espinge.

Das mittelalterliche Hafenleben war vergleichsweise beschaulich. Als die Seefahrer der Neuzeit sämtliche Weltmeere zu befahren begannen und sich ein weltumspannender Handel entwickelte, reichten die alten Häfen bald nicht mehr aus. Dies war dann der Beginn moderner Hafentechniken. □

LITERATUR ZUM WEITERLESEN

Jörgen Bracker (Hrsg.): Die Hanse – Lebenswirklichkeit und Mythos. 2 Bände. Hamburg 1989.

Heinz Stoob (Hrsg.): See- und Flußhäfen vom Hochmittelalter bis zur Industrialisierung. Köln/Wien 1986.

DER AUTOR

Thomas Wolf, Dr. phil., geboren 1954, studierte Kunstgeschichte, Vor- und Frühgeschichte und war wissenschaftlicher Mitarbeiter des Deutschen Museums. Er leitet das Deutsche Feuerwehr-Museum in Fulda und betreibt Forschungen zur Schiffahrt der Hansezeit.

Fotos: Hamburger Staatsarchiv (l.); Kulturhistorisches Museum, Rostock (r.)

TECHNISCHE MITTEL DER MACHT

Die Elektrifizierung Sowjetrußlands nach der Revolution

VON GUIDO HUSS
UND MICHAEL TANGEMANN

Die Versorgung Rußlands mit Strom sollte die Leistungsfähigkeit des kommunistischen Systems beweisen. 1935 schien der Plan übererfüllt, doch die Lage der Bevölkerung hatte sich kaum gebessert. So stellt sich die Elektrifizierung Rußlands als ein Beispiel für die Gefahren dar, die im politischen Mißbrauch technischer Möglichkeiten liegen.

Nach der Oktoberrevolution im Jahr 1917 stand die neue Regierung Rußlands vor der Aufgabe, Wiederaufbau und Modernisierung des Landes einzuleiten. Die von Lenin in diesem Zusammenhang formulierte Parole „Kommunismus, das ist Sowjetmacht plus Elektrifizierung des ganzen Landes“ zeugt in beeindruckender Weise von dem Vertrauen, das der Revolutionär in den technischen Fortschritt und dessen Nutzung zu revolutionären Zwecken setzte. Darin bestärkt wurde er von dem Ingenieur und Techniker Gleb Maksimilianovič Kržižanovskij, der im „Zeitalter des Dampfes ... das Zeitalter der Bourgeoisie, (und) im Zeitalter der Elektrizität das des Sozialismus“ sah.

Für den Plan der Elektrifizierung Rußlands war es zunächst ein Glücksfall, daß er von diesen beiden Persönlichkeiten unterstützt wurde: Lenin bewies als sozialistischer Theoretiker und bolschewistischer Politiker seine Genialität, indem er die Möglichkeiten der Technik klar erkannte und sie in jeder Hinsicht für seine politischen Interessen auszunutzen strebte. In Kržižanovskij stand ihm ein Techniker zur Seite, der sich von Lenins revolutionärem Elan mitreißen ließ und seine Fähigkeiten ganz in den Dienst sowohl der wirtschaftlichen wie auch der gesellschaftlichen Zielsetzungen des Plans stellte.

Trotzdem ist man erstaunt über das Vertrauen in die Möglichkeiten einer umfassenden Anwendung moderner Techniken, wenn man sich die damalige Rückständigkeit Rußlands vor Augen führt. Denn nicht nur auf dem Gebiet der Elektrotechnik, sondern auch in bezug auf das Industrialisierungsniveau insgesamt lag Rußland weit hinter den westeuropäischen Staaten zurück. Der Erste Weltkrieg und der auf die Revolution folgende Bürgerkrieg hatten das Land in seinen zaghaften Bestrebungen zur Modernisierung entscheidend zurückgeworfen.

Doch der neuen Führung des jungen Staates ging es nicht nur um den Anschluß ihres Landes an den technischen Standard bereits höher industrialisierter Länder. Sie verfolgte mit ihren hoch angesetzten Plänen und bunt schillernden Zukunftsvisionen eines elektrifizierten und sozialistischen Rußland auch das Ziel, die Menschen für den Kommunismus zu mobilisieren.

Die Bolschewiki waren besonders darum bemüht, den Massen nicht nur eine lichte Zukunft zu versprechen, sondern sie wollten die Leistungsfähigkeit des Sozialismus und damit auch die

Russisches Plakat aus dem Jahr 1925 mit dem berühmten Leninwort: „Kommunismus, das ist Sowjetmacht + Elektrifizierung“.

Verbesserung des Lebensstandards ganz konkret an Beispielen aus dem Alltagsleben zeigen und so die Bevölkerung in ihrer Hoffnung auf die Zukunft bestärken. In diesem Sinne sollte die Elektrotechnik als Hebel für gesellschaftliche Veränderungen genutzt werden. Das ist der eigentliche Kern des Gesamtprojektes.

Noch während des erbitterten Bürgerkriegs – und damit in einer Situation, in der der vollständige Zusammenbruch der Wirtschaft wahrscheinlicher schien als die erfolgreiche Bewältigung der nachrevolutionären Krise – wurde der „GOELRO-Plan" zur Elektrifizierung Rußlands entwickelt. Er sah den Neubau von 30 Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von 1,5 Millionen Kilowatt innerhalb der nächsten 10 bis 15 Jahre vor.

Schon bald nachdem die mit der Elektrifizierung beauftragte GOELRO-Kommission (Staatliche Kommission zur Elektrifizierung Rußlands) ihre Arbeit aufgenommen hatte, war jedoch deutlich, daß eine Erweiterung ihrer Kompetenzen notwendig war. Der Ausbau der Elektroenergieversorgung ließ sich nicht ohne Kenntnisse der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung planen. Deshalb wurde im Februar 1921 mit der Umwandlung der GOELRO-Kommission in ein ständiges staatliches Organ mit erweitertem Aufgabenbereich begonnen. Als zentrale wirtschaftspolitische Institution erhielt sie nun großen Einfluß, der bis in die 80er Jahre hinein bei allen Planungen von entscheidender Bedeutung war. Gleichzeitig markiert dies die Institutionalisierung der Planwirtschaft, die heute – 70 Jahre später – ihr völliges Fiasko erlebt.

Durch die breite staatliche Unterstützung der Elektrifizierungspläne erreichte die Elektroindustrie 1925 – früher als die Industrie insgesamt – ihr Vorkriegsniveau. Dieses positive vorläufige Ergebnis konnte zwar als Erfolg gewertet werden, aber die Tatsache, daß die Gesamtindustrie nicht Schritt halten konnte, mußte kritische Beobachter der wirtschaftlichen Entwicklung schon damals darauf aufmerksam machen, daß die planwirtschaftliche Wirtschaftslenkung auch ganz erhebliche Schwächen aufwies. Sie sollten sich mit dem Beginn der Stalinschen Kollektivierung der Landwirtschaft und der Industrialisierung bis zum Terror steigern.

Vor dem Hintergrund der Millionen Opfer, die diese Politik forderte, sind die Erfolge des Planes fragwürdig. 1932 war er in weiten Bereichen erfüllt, und 1935, am Ende des Planungszeitraums, wurde seine Übererfüllung bekanntgegeben. Aber die angestrebte gesellschaftsverändernde Funktion trat nicht ein. Der Grund dafür wird vornehmlich darin zu suchen sein, daß die Technik zwar um wirtschaftlicher und machtpolitischer Erfolge willen kultiviert wurde, der Wohlstand der Bevölkerung jedoch nicht durch den immerhin möglichen Ausbau der Konsumgüterindustrie entscheidend gehoben werden konnte.

Der Plan zur Elektrifizierung Rußlands ist einerseits beispielhaft für die Gefahren, die in der mißbräuchlichen Nutzung der Technik durch die Politik liegen können, andererseits verdeutlicht dieses Beispiel aus der Technikgeschichte auch die immensen Möglichkeiten, die verantwortungsbewußt angewandte Technik einer Gesellschaft und der Menschheit bieten kann. Diese komplexen wechselseitigen Beziehungen zwischen politischen Interessen und technischer Entwicklung im Wandel der Zeit stehen im Mittelpunkt des Bandes *Technik und Staat* in der Reihe *Technik und Kultur* der *Georg-Agricola-Gesellschaft*. □

Der Bau großer Staudämme in den 30er Jahren sollte zur Deckung des steigenden Energiebedarfs beitragen. Das Plakat von 1931 hat das Motto: „Die mächtige Energie der Wolga zwingen wir, der Sache des sozialistischen Aufbaus dienen wir."

Fotos: Aus: Monika Kreis, Moskau 1917–1935. Vom Wohnungsbau zum Städtebau, 1985 (l.); N. A. Dolgorukow/Lenin Bibliothek Moskau (r.)

SELBSTVERSTÄNDLICHE TECHNIK

Die Cité des Sciences et de l'Industrie

VON ECKHARD BOLENZ

Die *Cité des Sciences et de l'Industrie*, nach ihrer Lage an einem Ausgangstor der nördlichen Peripherie von Paris kurz *La Villette* genannt, ist das neue nationale Technikmuseum Frankreichs. Das Wort „Musée" fällt allerdings in keiner offiziellen Planungsschrift oder Darstellung, denn ganz bewußt sollte schon mit der Wortwahl die Andersartigkeit gegenüber anderen Museen, insbesondere auch den Wissenschafts- und Technikmuseen im Ausland, unterstrichen werden. Diese Andersartigkeit, die Großartigkeit der Anlage und vor allem der positive Technikbezug, die *La Villette* eigen sind, mag bei vielen – und besonders den deutschen – Besuchern zwiespältige Gefühle hinterlassen. Sie relativieren sich jedoch vor dem historischen Hintergrund des gänzlich anderen Umgangs mit Technik in Frankreich als in Deutschland.

Die *Cité des Sciences et de l'Industrie* nahm 1986, nach einer Bauzeit von etwas mehr als fünf Jahren, ihren Betrieb auf. 1970 hatte der französische Staat der Stadt Paris die Verfügungsgewalt über ein altes Schlachthofgelände abgehandelt, eine der letzten großen Bauflächen der Stadt. 1977, unter der Präsidentschaft von Giscard d'Estaing, nahmen die Überlegungen, hier ein Wissenschafts- und Technikmuseum errichten zu lassen, konkrete Formen an.

Maurice Levy, ehemaliger Präsident des *Centre National d'Etudes Spatiales,* wurde beauftragt, den Bedarf an einem solchen Museum auszuloten und eine Programmatik zu erarbeiten. Mit seiner Wahl war eine gewisse Vorentscheidung über die Ausrichtung des zukünftigen Museums getroffen. Es sollte kein historisches Museum sein, und es sollte sich kaum an europäischen Vorbildern orientieren. Eher findet man Anklänge an das Washingtoner *Air and Space Center.* Der „Levy-Report" wurde 1979 als maßgebliche Richtlinie für den Aufbau des Museums akzeptiert. Im Jahr 1981 bestätigte der neue französische Präsident François Mitterrand das Projekt, nicht ohne es noch ein bißchen größer zu dimensionieren.

Der pädagogische Auftrag des Museums war ebenso umfassend wie vage: Die Auswirkungen von Wissenschaft und Industrie auf die Gesellschaft und das tägliche Leben einerseits sowie ihre gesellschaftlichen Entstehungsbedingungen andererseits. Präziser waren die Vorstellungen zur Umsetzung: Der Einsatz neuester Museumstechnologie sollte ein Höchstmaß an Interaktion zwischen Ausstellungsobjekten und Besuchern ermöglichen. Ausdrücklich war es nicht als ein Museum für intellektuelle Besucher konzipiert, und es sollte auf eine enge Kooperation mit der Industrie ausgerichtet sein.

Umgerechnet 1,35 Milliarden Mark hat sich der französische Staat dieses Museum kosten lassen, sagt die graue Literatur. Davon entfielen rund 60 Prozent auf den Gebäudeausbau, die restlichen 40 Prozent wurden für die Ausstellungseinrichtung benötigt. Auf dem etwa einen halben Quadratkilometer großen Gelände entstand ein „Park der Zukunft" mit unterschiedlichen Ausstellungs- und Veranstaltungshallen und einer Vielzahl inszenierter Kunstobjekte mit Technikbezug. Cafés und Restaurants kommen hinzu.

Städtearchitektonisch steht der riesige Ausstellungsquader von *La Villette* mit dem kontrapunktisch abgesetzten kugelförmigen Sphärenkino „La Géode" in einer Reihe neben den neuen Groß- und Umbauten der Pariser Kulturinstitutionen, die bewußt die Modernität der Hauptstadt hervorheben.

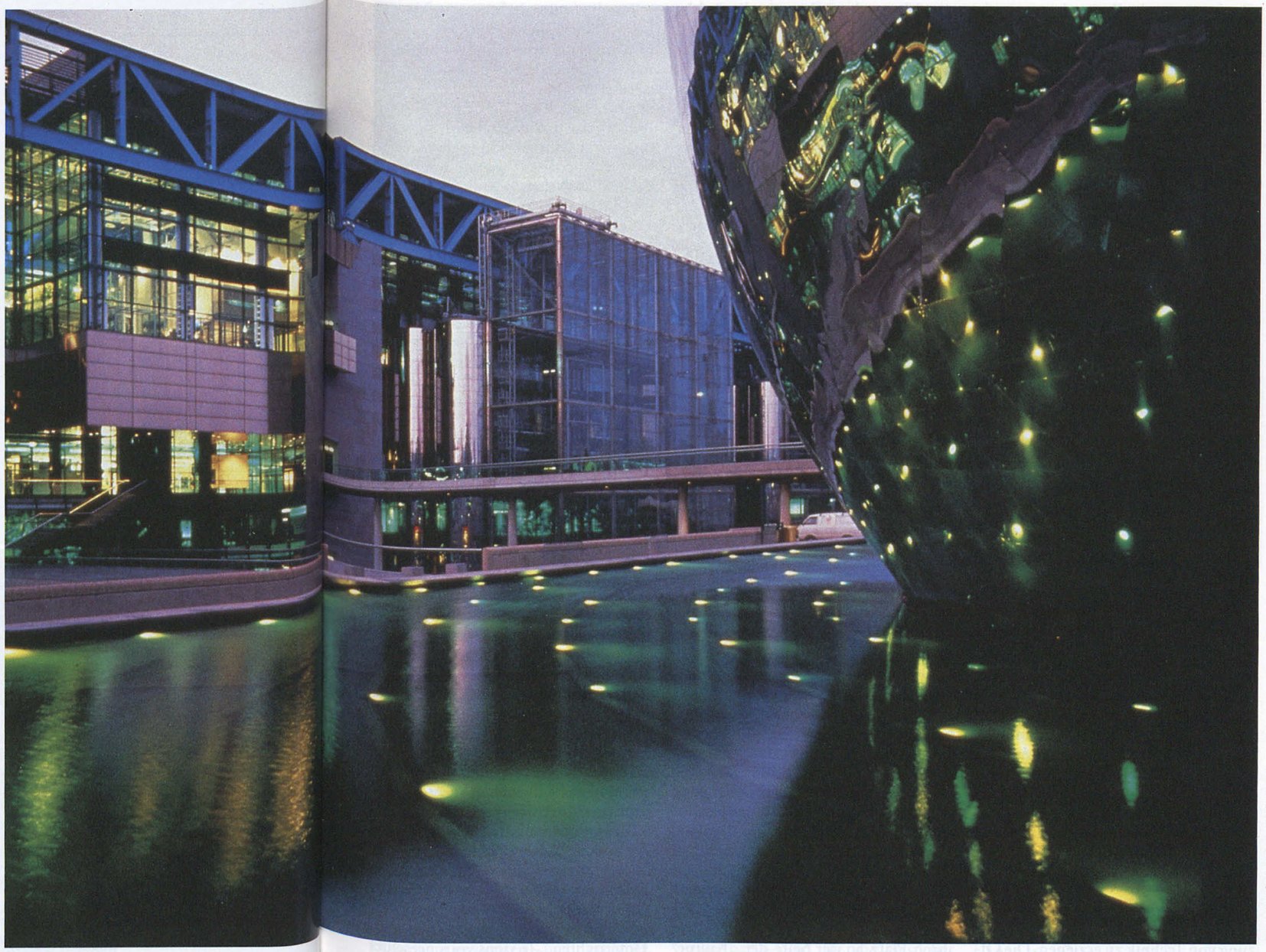


Foto: Cité des Sciences et de l'Industrie

Die Cité des Sciences et de l'Industrie in Paris.

La Villette ist somit erst einmal eine Architekturerfahrung. Die *Cité des Sciences et de l'Industrie* teilt sich auf in eine permanente Ausstellung mit dem programmatischen Namen „Explora" (etwa 30000 Quadratmeter), Ausstellungsflächen für temporäre Ausstellungen der Industrie oder des Museums selbst (etwa 4000 Quadratmeter) und eine Mediathek. Hinzu gesellen sich ein Planetarium in der astrophysikalischen Abteilung, ein in sich geschlossenes Erlebnismuseum, das „Inventorium", für Kinder im Alter von drei bis elf Jahren, ein Kino, ein Internationales Kongreßzentrum, eine museumspädagogische beziehungsweise eine industriehistorische Forschungseinrichtung, Informationsräume industrieller Vereinigungen und so weiter.

Diese geballte Ladung verschiedener, nicht ausschließlich auf Ausstellungen bezogener Funktionen hebt die *Cité des Sciences* über den üblichen Museumsbetrieb hinaus und macht sie zu einem übergreifenden Kulturzentrum. Für die Ausstellungen erzeugt gerade diese Funktionsvielfalt widersprüchliche Effekte: Zwar erreichen die Ausstellungen fast zwangsläufig ein hohes Maß an Aufmerksamkeit, doch sie können auch zur bloßen Kulisse für andere Veranstaltungen degradiert werden. In der ständigen Ausstellung

„Explora" wurde die Forderung nach dem Einsatz von modernen Medien der Museumstechnologie in massiver Weise umgesetzt – besonders in den naturwissenschaftlichen Abteilungen. Hier halten sich auch die meisten Besucher auf. Die Ausstellungseinheiten erschließen dem Besucher mit Experimenten, Computerspielen und Filmbeiträgen technische und naturwissenschaftliche Zusammenhänge. Die Abteilungen, die industrielle Entwicklungen und Produkte zeigen, fallen in ihrem Informationswert vergleichsweise ab: Experiment und Spiel sind nicht so häufig anzutreffen, Modell und vor allem Video dominieren bei der Präsentation.

Seinem allgemeinen Anspruch, über die Bedeutung von Wissenschaft in der heutigen Gesellschaft Auskunft zu geben, wird „Explora" sicher gerecht. Die kritischere Dimension, und das weiß der Wissenschaftshistoriker, liegt aber nicht in der Zustandsbeschreibung, sondern in der Weichenstellung, in dem Zustandekommen von Wissenschaft – dies der zweite Anspruch von *La Villette.* Darüber berichten allerdings fast ausschließlich nur die temporären Ausstellungen.

In *La Villette* hat man sich bewußt für die positive Akzentsetzung entschieden. Dabei wurde versucht, die staunende Ehrfurcht vor Meisterwerken der Technik zu vermeiden. Aufschlußreich für die unterschiedliche nationale Perzeption von Technik im Vergleich zu Deutschland ist *La Villette* allemal, besonders dort, wo es um Ökologie im allgemeinen und Kernkraft im besonderen geht. Doch ist hier zur Zeit einiges im Umbruch. Ausstellungseinheiten werden neu gestaltet, manches unkritische Computerspiel verschwindet.

La Villette ist ein Museum mit dem politischen Auftrag, zur Wertschätzung von Technik zu erziehen. Die Offenheit, mit der dieser Auftrag des Museums von den Initiatoren artikuliert wurde, und die Tatsache, daß er keinen großen Begründungszwängen unterlag, sind auch für Deutschland nicht leicht vorstellbar. *La Villette* soll auf die Rolle der „Zivilisation" der französischen Nation verweisen, auf die Tradition allgemeiner Wertschätzung naturwissenschaftlicher und technischer Leistung, wie sie so in Deutschland nie existiert hat. Spricht man über so etwas wie „Nationalen Stil", so ist die Gefahr groß, Plattheiten und Vorurteile zu kolportieren. Dennoch ist fast jeder überzeugt, daß es Unterschiede gibt. Ein intellektueller deutscher Besucher von *La Villette* wird das Gefühl haben: Dieses Museum steht in erster Linie für ein ungebrochenes Verhältnis von Technik/Wissenschaft und Gesellschaft. Doch die im Vergleich zum deutschen Nachbarn völlig andere Wertschätzung von Technik ist nicht – wie manchmal naiverweise unterstellt wird – eine Folge mangelnder aktueller Einsicht, sondern sie hat eine Tradition, die sich im 19. Jahrhundert voll ausprägte.

TECHNIKAKZEPTANZ IM VERGLEICH

Von Deutschland wissen wir, daß eine große Kluft zwischen der Verwertbarkeit technischer Errungenschaften und der sozialen Anerkennung der Techniker und ihrer Leistungen durch die universitären Eliten bestand. Der rapiden Ausbreitung von Technik stand ein umfangreicher Katalog von Behinderungen entgegen: Beschneidung der Berechtigungen von Oberrealschule und Technischer Hochschule, Ausgrenzung der technischen Eliten aus der Staatsverwaltung, Juristenprivileg, Stigmatisierung der Ingenieure als Nicht-Wissenschaftler, Verhinderung der Einbettung von Technik in den herrschenden Kulturbegriff, Verstärkung der Technikangst durch konservative Kreise. Technik als einen Teil kultureller Leistung zu verstehen, und sie damit letztlich auch „museumsfähig" zu machen, war in Deutschland ein Stück stetiger Überzeugungsarbeit gegen die universitären Eliten, die das deutsche Kultur- und Bildungssystem beherrschten.

Nach 1900 nahm die „Technik" zwar ihren Platz an der Seite der „Kultur" ein – 1903 wurde das *Deutsche Museum* in München gegründet –, ihre Gegensätzlichkeit verschwand aber nie ganz. Die heutige Diskrepanz zwischen Technikskepsis und faktischem technischen Fortschritt, die sich auch in starker politischer Konfrontation manifestiert, besitzt hier eine ihrer Ursachen. In Frankreich lief der Prozeß der Technikentwicklung und ihrer Akzeptanz weniger widersprüchlich ab. Woran lag das?

Für die französische Spätaufklärung besaß die wissenschaftliche Durchdringung und Anwendung von Technik eine zentrale Rolle in den gesellschaftlichen Fortschrittsvorstellungen, die besonders von den Enzyklopädisten in ein pädagogisches Programm umgesetzt wurden. Politisch verwirklicht wurde dieses Programm während der französischen Revolution. Es war der thermidorianische Konvent, der 1794 ein Paket wissenschafts- und technikpolitischer Maßnahmen verabschiedete. Unter anderem wurde das bewährte technische Fachschulwesen des Ancien Régime ausgebaut und umstrukturiert. Dieser Prozeß ist oft beschrieben worden. Die mathematisch-technisch ausgerichteten Grandes Écoles wurden nun für die bürgerliche Elite zu einem Sprungbrett in administrative Spitzenpositionen.

Die deutschen Techniker, von den universitären Naturwissenschaftlern abgekoppelt, notierten in ihren Fachzeitschriften stets akribisch und mit Neid, wenn ein französischer Kollege wieder einmal ein Ministerialamt eingenommen hatte. Neuere Forschungen zur Bürgertumsgeschichte haben darauf verwiesen, wie stark die Vorbildfunktion der Staatsverwaltung beziehungsweise des Beamtentums für die Ausprägung sozialer und kultureller Wertung war. Es ist hervorzuheben, daß der hohe Stellenwert technisch-mathematischer Bildung und die Rolle der Techniker in der französischen Verwaltung gänzlich anders als beim östlichen Nachbarn waren und zu einer unterschiedlichen Akzeptanz von Technik führten.

1794 wurde mit dem *Conservatoire des Arts et Métiers* (CNAM) das erste Technikmuseum ins Leben gerufen. Der Initiator des Conservatoire, der Abbé Gregoire, wünschte eine Doppelfunktion von Konservieren und Unterrichten. „Je viens vous présenter les moyens de perfectionner l'industrie nationale" war sein enthusiastisches Verdikt. 1802 wurde das Museum, das auf einer Sammlung des königlichen Inspektors der Manufakturen Jacques de Vaucanson (1709 bis 1782) aufbaute, in der Abteikirche von Saint-Martin-des-Champs eröffnet und dem Publikum zugänglich gemacht. Statt Gottesdienst gab es jetzt technischen Anschauungsunterricht. Im deutschsprachigen Raum existierte sehr lange

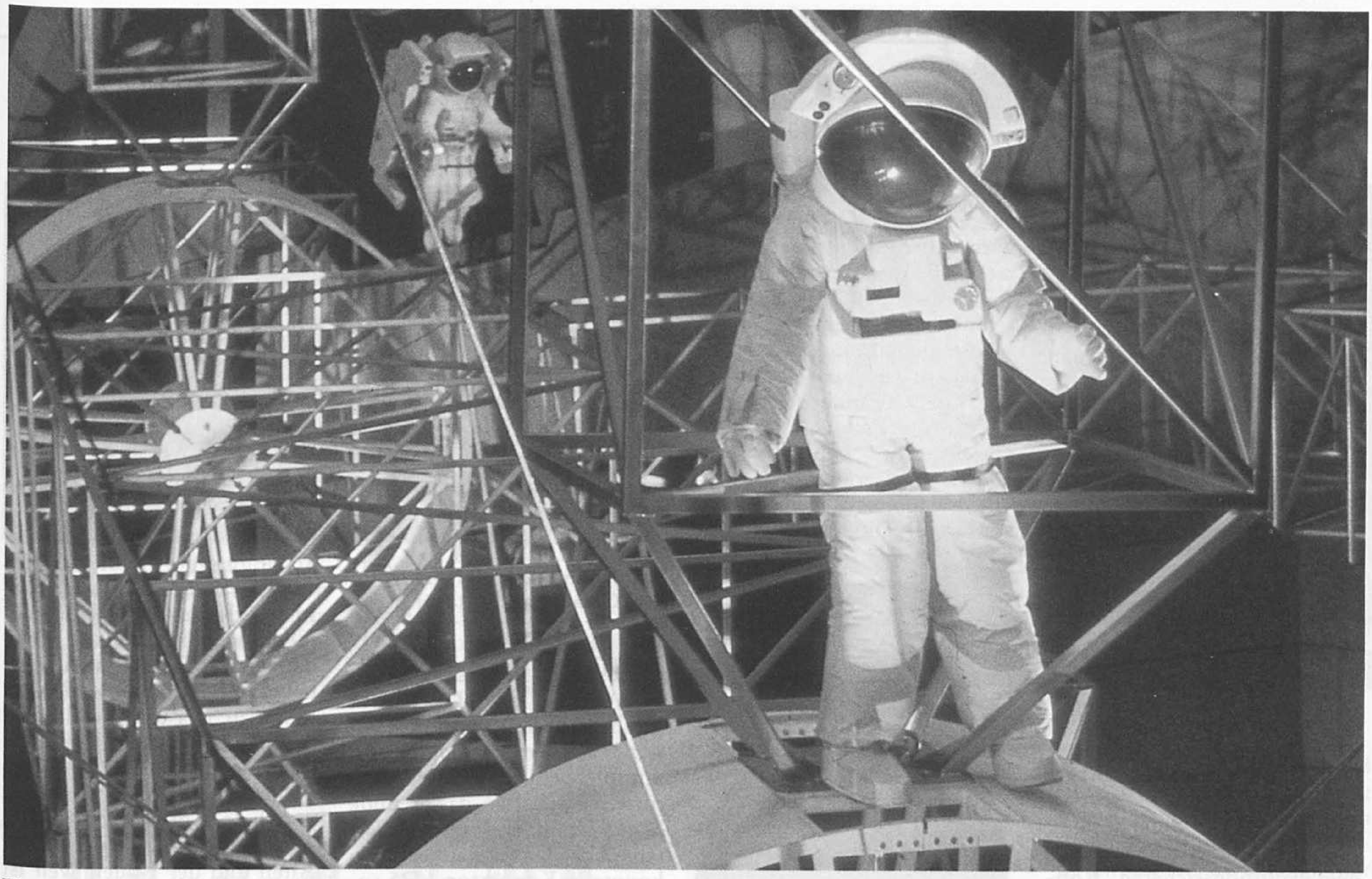


Foto: Cité des Sciences et de l'Industrie

Einen besonderen Anziehungspunkt von La Villette stellt die naturwissenschaftliche Abteilung dar.

Zeit nur in Wien, das sich mit seinem Polytechnikum am französischen Vorbild orientierte, etwas Vergleichbares: 1807 wurde die *Technische Sammlung* eingerichtet. Ausdrücklich knüpft *La Villette* in seiner offiziellen Begründung an diese revolutionäre Schöpfung des *Conservatoire* an. Während man sich in den späten 1970er Jahren wieder an den Zusammenhang zwischen pädagogischer Technikvermittlung und nationaler Selbstbehauptung erinnerte, war das alte CNAM-Museum selbst zum museumshistorisch interessanten Dokument geworden – mehr geeignet, ein skurriler Ort fantastischer Verschwörungen in Umberto Ecos *Foucaultschem Pendel* zu sein, als ein Ort, der Konnotationen des zukünftigen Einsatzes von Technik mit sich bringen könnte. Der Wunsch nach einem neuen Technikmuseum wurde dadurch untermauert, daß man im Vergleich zu den anderen Industrienationen mit keinem akzeptablen Wissenschafts- und Industriemuseum aufwarten zu können meinte.

Wissenschafts- und Industrieausstellung und Wiederbelebung von „gloire" liegen eng beieinander. François Mitterrand hat im Zusammenhang mit *La Villette* auch auf die Rolle der Weltausstellung von 1878 hingewiesen, die Frankreich nach dem Krieg von 1870/71 die Gelegenheit gab, sich wieder als leistungsfähige Nation zu präsentieren. Mit den Weltausstellungen berühren wir eine französische Ausstellungstradition mit extremer Außenwirkung, für die es in Deutschland kein Pendant gab. Diese Ausstellungsweise von Technik war zwar nicht pädagogisch, dafür stark repräsentativ ausgerichtet, zum Teil ökonomisch verwertbar – und für die Besucher amüsant.

1937, als in Paris die letzte Weltausstellung stattfand, wurde – quasi als Zusatzprogramm – mit dem *Palais de la Découverte* ein neues Wissenschaftsmuseum eröffnet. Maßgeblicher Betreiber war der Physiker und Nobelpreisträger des Jahres 1926 Jean Perrin (1870 bis 1942), der sich ein Museum wissenschaftlicher Methoden und vorführbarer Experimente wünschte. Auffallend war auch hier ein Charakteristikum: Während das *Deutsche Museum* in München einen starken Akzent auf die historische Entwicklung legte, war diese Dimension im Palais kaum vertreten.

La Villette ist nicht eine plötzlich gewollte Demonstration von Technik, sondern verweist auf eine lange Tradition. „La Musée des Sciences et de l'Industrie était un très ancien projet", sagte Mitterrand, und die zum großen Teil technisch ausgebildete Planungs- und Verwaltungselite verstand dies. □

DER AUTOR

Eckhard Bolenz, Dr. phil, geboren 1955, Studium der Geschichtswissenschaft, Soziologie und Philosophie, promovierte über Technische Berufe im Bauwesen. Nach seiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Wissenschaftszentrum Berlin, an den Universitäten Bielefeld und Bochum sowie an der Cité des Sciences et de l'Industrie arbeitet er jetzt als wissenschaftlicher Referent am Rheinischen Industriemuseum.

Von Sigfrid von Weiher

9. 7. 1716

In Paris stirbt 63jährig der Mathematiker und Geometer **Joseph Sauveur.** Bis zu seinem siebten Lebensjahr war er stumm gewesen. Im Jahre 1700 untersuchte er experimentell akustische Phänomene, dabei besonders die Schwingungen einer Saite. Der **Lehre vom Schall** gab er den Namen **Akustik.**

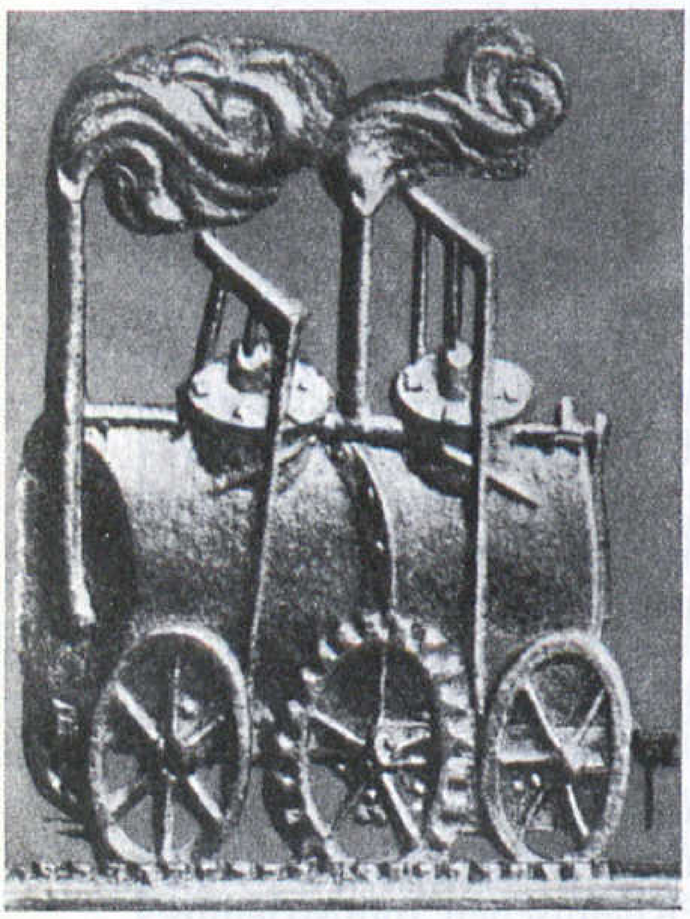
9. 7. 1766

In Newburyport, Massachusetts/USA, wird **Jacob Perkins** geboren. Der gelernte Goldschmied erwies sich später als erfolgreicher Maschinenbauer und ideenreicher Konstrukteur. Besonders auf dem Gebiet der **Erzeugung hochgespannten Dampfes** fand er – rein empirisch – neue, zum Teil sehr erfolgreiche Wege. So gehörte er auch um 1827 zu den Pionieren des explosionssicheren **Röhrenkessels,** der damals für künftige Eisenbahn-Lokomotiven entwickelt wurde.

9. 7. 1816

Die Berliner *Vossische Zeitung* berichtet, daß die erste in der Königlichen Eisengiesserei von Krigar und Eckard erbaute **Dampf-Lokomotive** dort öffentlich vorgeführt und mit einer angehängten Last von 50 Zentnern in Betrieb gezeigt wird. Aber zu mangelhaft waren noch die technologischen Kenntnisse der Berliner Maschinenbauer, um diese erste Versuchs-Lokomotive zum Einsatz in der Praxis zu befähigen: Im schlesischen Bergbau hat sie die Erwartungen enttäuscht. Ihr Abbild wurde auf einer eisernen Neujahrs-Glückwunschkarte der Eisengiesserei als Dokument überliefert.

Carl Friedrich von Siemens (1872–1941)

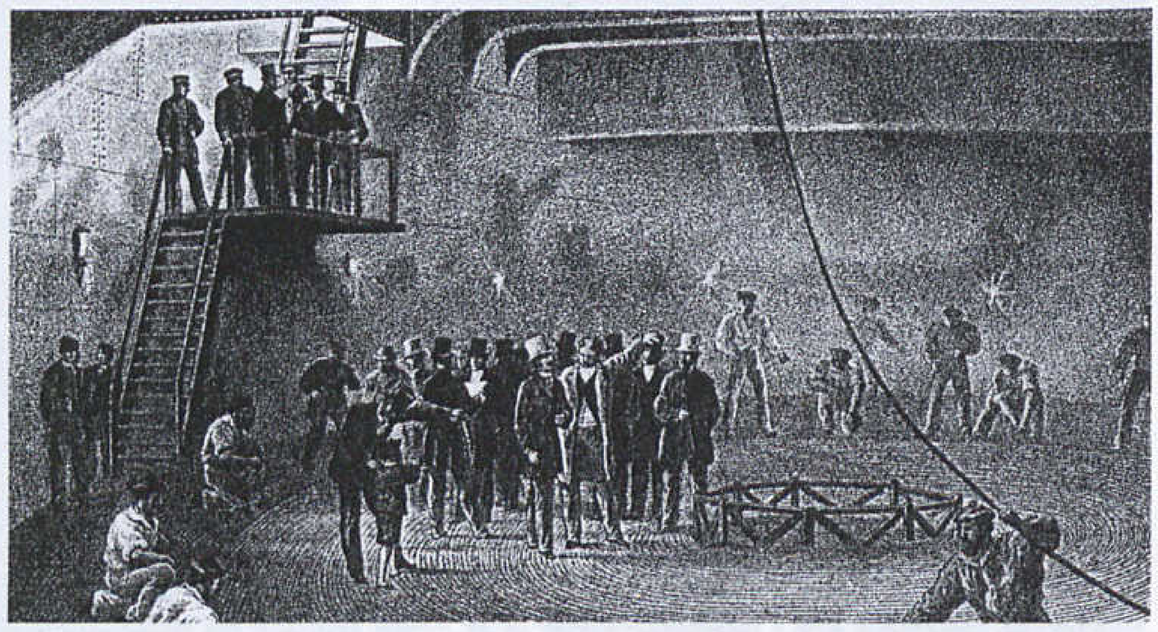


Die erste in Deutschland gebaute Dampflokomotive, Berlin 1816

Fotos: Siemens-Museum (Mitte); Sammlung v. Weiher (2)

9. 7. 1941

In Berlin stirbt in seinem 69. Lebensjahr **Carl Friedrich von Siemens,** der jüngste Sohn des Firmengründers und Pioniers der Elektrotechnik. Nach verschiedenen Funktionen in der Leitung des väterlichen Unternehmens, sowohl im Inland wie im Ausland, übernahm er 1919 die **Gesamtleitung des Hauses Siemens.** In politisch und wirtschaftlich schweren Jahren hat er durch die erfolgreiche Gestaltung neuer technischer Ideen und unternehmerische Leistungen wie Fernschreibmaschine und Telexnetz, Elektronenmikroskop und Shannon-Kraftwerk in Irland sowie durch vorbildhafte sozialpolitische Maßnahmen für die Mitarbeiter gewirkt.



Transatlantikkabel im Innern der „Great Eastern", 1865

10. 7. 1766

In Altenau im Harz stirbt 80jährig Pfarrer **Henning Calvör.** Nach dem Theologiestudium folgte ein Studium der Naturwissenschaften, das Freunde dem fähigen, aber unbemitteltem Calvör finanzierten. So konnte er Konrektor, 1725 sogar **Rektor der Bergschule Clausthal** werden. Daneben leitete er ab 1729 auch die Pfarrstelle Altenau bis zu seinem Lebensende. Seine gründlichen Forschungen zur Geschichte des Oberharzer Berg- und Hüttenwesens hat er in zwei umfassenden wissenschaftlichen Werken niedergelegt.

24. 7. 1841

Die Berliner Maschinenfabrik von **August Borsig** präsentiert ihre **erste Dampf-Lokomotive** bei einer öffentlichen Probefahrt. Die dem amerikanischen Vorbild von Norris nachempfundene Maschine erweist sich in Konstruktion und Betrieb den bisherigen ausländischen Lokomotiven nicht nur ebenbürtig, sondern sogar überlegen, weshalb sie in der Folgezeit von preußischen und anderen deutschen Bahnverwaltungen in steigender Stückzahl bestellt wird. 17 Jahre später, 1858, konnte die 1000ste Borsig-Lokomotive im Rahmen eines großen Festzuges durch Berlin gefahren werden.

27. 7. 1866

In der Hearts Content Bay auf Neufundland wird das **erste dauerhafte Transatlantik-Kabel** gelandet und in Betrieb genommen. Der über zwölfjährige Kampf des amerikanischen Unternehmers **Cyrus West Field** (1819 bis 1892) war damit von Erfolg gekrönt; die Telekommunikation zwischen der Alten und der Neuen Welt ist seither nie mehr unterbrochen worden. Heute ist der elektrische Nachrichtenverkehr weltweit durch Satellitenfunk ersetzt oder zumindest ergänzt worden.

31. 7. 1766

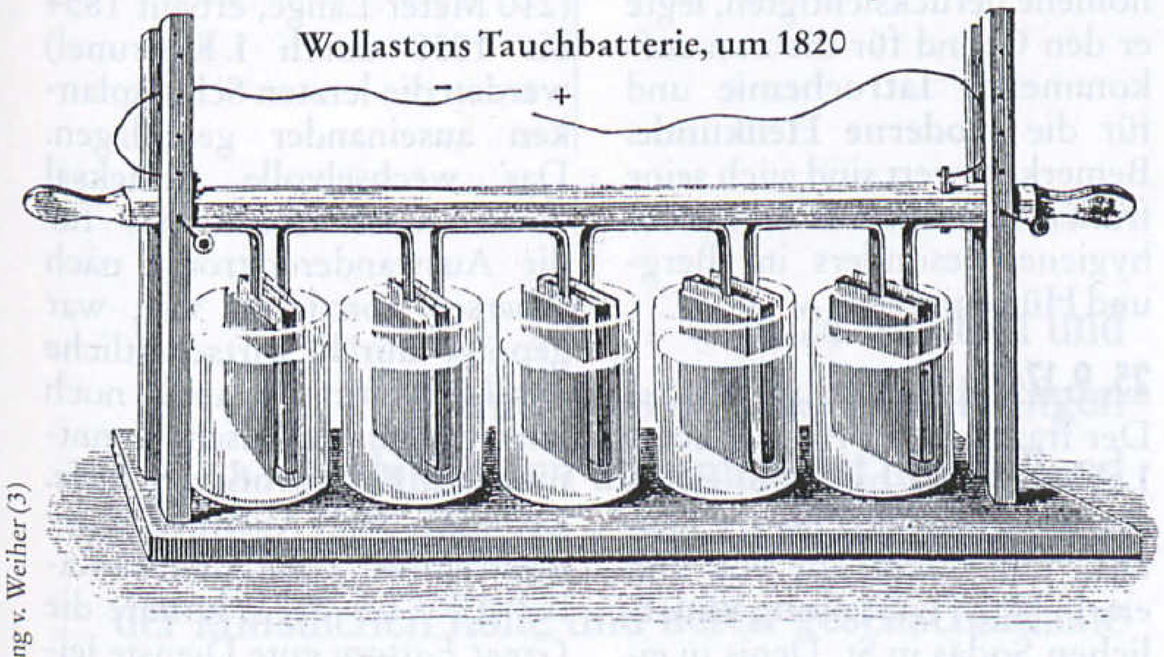
John Purnell erhält das britische Patent Nr. 854 auf das **Walzen von Rundstahl.** Bis dahin war es nur möglich, Stahldraht durch Ziehen herzustellen. Die Praxis der Walzwerktechnik konnte sich erst im Zeitalter der Dampfmaschine, also im 19. Jahrhundert, zu industrieller Reife entwickeln.

5. 8. 1816

„Telegraphen aller Art sind heute völlig unnötig und keine anderen als die bisher in Gebrauch befindlichen (optischen) werden angenommen." Das war die Antwort der britischen Admiralität an **Francis Ronalds** (1788 bis 1873), der in seiner Werkstatt in Hammersmith einen **Telegraphen** unter Verwendung einer **Elektrisiermaschine** gebaut und darum ersucht hatte, ihn zur Prüfung vorzustellen.

6. 8. 1766

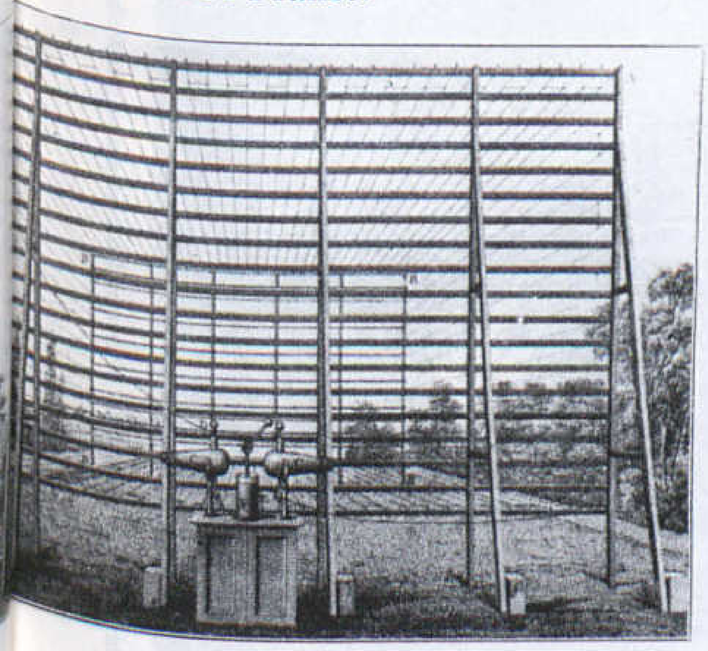
In East Dereham, England/Norfolkshire, wird **William Hyde Wollaston** geboren. Er studierte Medizin und wurde Arzt, widmete sich dann aber seit 1800 in London chemisch-physikalischen Arbeiten. 1806 wurde er Sekretär der *Royal Society*. Unter anderem entdeckte er die Elemente Palladium und Rhodium und die Schmiedbarkeit des Platins. Er verbesserte das Mikroskop und entwickelte das Reflexionsgoniometer. Sein Name lebt fort in der nach ihm benannten und von ihm angegebenen **Wollaston-Batterie.**



Wollastons Tauchbatterie, um 1820

9. 8. 1841

François Albert Ferdinand de Ruolz überreicht der Pariser *Académie des Sciences* seine Denkschrift, in der er sein Verfahren der **galvanischen Metallabscheidung** für beliebige metallische Werkstoffe beschreibt. Die Akademie erteilt ihm hierauf eine Prämie von 6000 Francs.



Elektrischer Telegraph von Francis Ronalds, 1816

9. 8. 1866

In Frankfurt/Oder wird **Maximilian Ortmann** geboren. Er wurde Verleger in Freiburg/Breisgau. Dort entwickelte er in Gemeinschaft mit dem Chemiker Dr. E. Mertens den **Rotations-Kupfertiefdruck.** Ostern 1910 erschien die von *Poppen & Ortmann* herausgegebene *Freiburger Zeitung* als erstes Journal der Welt in der neuen, besonders für guten Bilddruck qualifizierten Technik.

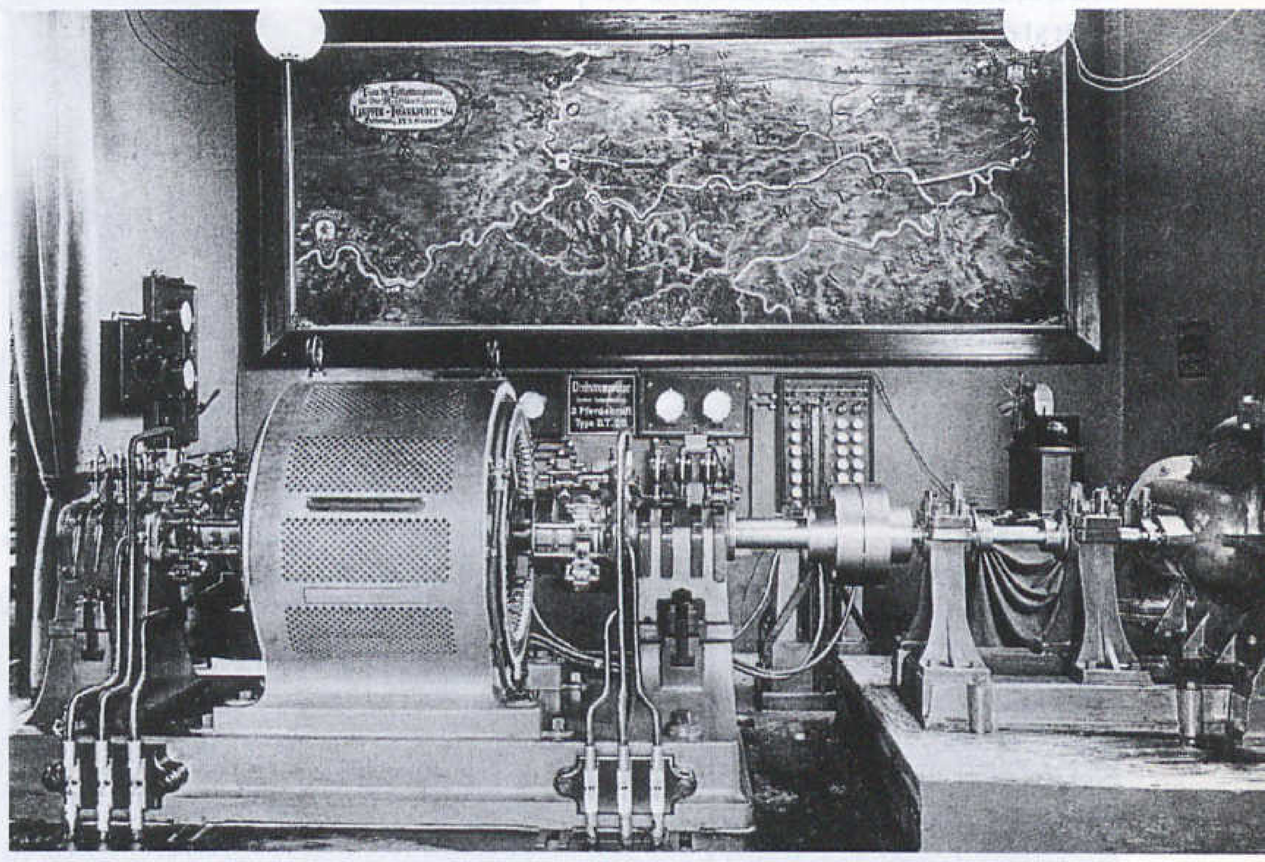
19. 8. 1791

Der Franzose **le Bas** erhält ein Erfindungspatent auf Transportmöglichkeiten für lebende Fluß- und Seefische, daneben auch für ein Verfahren zur **Konservierung** geschlachteter Fische in Eis.

22. 8. 1891

Mit Ausnahme der Prachtstraße Unter den Linden und der Friedrichstraße im Zentrum der Reichshauptstadt **Berlin** wird das Radfahren auf normalen Straßen generell erlaubt. Bis dahin war das Radeln im Straßenverkehr – zumal unter dem Eindruck der sturzgefährdeten Hochräder – nicht gestattet. Der Übergang zum nun sogenannten **Sicherheits-Zweirad**, wie es im Prinzip bis heute erhalten ist, ließ das Sportobjekt mehr und mehr zum Nahverkehrsmittel, zum „Auto des kleinen Mannes" werden.

Erste Drehstrom-Kraftübertragung zwischen Lauffen und Frankfurt, 1891



25. 8. 1891

Eintausend Glühlampen am Eingang zur **Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt/Main** werden durch Fernstromversorgung in Betrieb gesetzt. Die AEG und die *Maschinenfabrik Oerlikon* ermöglichen diese Sensation durch die von ihnen errichtete erste große **Drehstrom-Übertragung** über 175 Kilometer zwischen Lauffen am Neckar und Frankfurt mit einer Leistung von 180 PS bei einem Wirkungsgrad von 75 Prozent. Der erfolgreiche Versuchsbetrieb bei dieser Ausstellung brachte den Durchbruch der elektrischen Stromversorgung, besonders für industrielle Zwecke.

2. 9. 1866

Nach der ersten dauerhaften und damit erfolgreichen **Transatlantik-Kabellegung** am 27. Juli (siehe oben) gelingt es der Besatzung und den Kabelfachleuten an Bord der *Great Eastern* das im Vorjahr zerrissene Kabel aufzufischen und aneinanderzuspleißen. Damit existieren nun zwei Transatlantikkabel, die der **Telekommunikation zwischen Europa und Amerika** dienen.

4. 9. 1891

In Pforzheim/Baden wird **Fritz Todt** geboren. Er bildete sich an der TH München zum Bauingenieur und hat sich später um die Verwirklichung der **Reichsautobahnen,** die auf das Projekt von Prof. Dr. Robert F. Otzen (1872 bis 1934) aus dem Jahre 1927 zurückgehen, große Verdienste erworben. Die von Dr. Todt praktizierte Arbeitsmethode beim Bau der Reichsautobahnen wurde für die Entwicklung der Schnellverkehr-Fernstraßen weltweit vorbildhaft.

Fritz Todt (1891–1942)

11. 9. 1816

In Weimar wird **Carl Zeiss** geboren. 1846 errichtete er in Jena eine feinmechanische Werk-

Fotos: AEG-Firmenarchiv (r. o.); Sammlung v. Weiher (3)

stätte, die sich besonders auf die Herstellung **optischer Geräte und Meßinstrumente** für die Universität spezialisierte. 1866 nahm er den Physiker **Ernst Abbe** (1840 bis 1905) als Teilhaber auf. Abbe wurde sein Nachfolger und hat durch seine wissenschaftliche Arbeitsmethode dem Namen Zeiss zu weltweiter Bekanntheit und Wertschätzung verholfen.

17. 9. 1891

In Wien stirbt im 85. Lebensjahr **Joseph Petzval.** Er war Physiker und Professor der Mathematik in Pest und Wien. Seine Verdienste liegen besonders auf dem Gebiet der **photographischen Optik.** So berechnete er die erste erfolgreiche Porträtlinse, die von F. Voigtländer 1840 für die aus der Daguerreotypie hervorgegangene Photographie genutzt wurde.

21. 9. 1866

In London wird **Herbert George Wells** geboren. Durch seine Arbeiten, die sich besonders visionären technischen und sozialpolischen Themen und entsprechenden Zukunftsperspektiven zuwandten, hat er das Interesse der jungen Generation in ähnlicher Weise beeinflußt und angeregt wie vor ihm der Franzose Jules Verne (1828 bis 1905). Seine technischen Zukunftsromane, beginnend mit der **Zeitmaschine** (1895), schildern die nach seiner Sicht aus den Fugen geratene Gesellschaftsordnung am Ende des 19. Jahrhunderts.

22. 9. 1791

In Newington Butts bei London wird **Michael Faraday** geboren. Aus schlichten Familienverhältnissen stammend, begann er zwölfjährig als Laufbursche. Sein Bildungsdrang ließ den gelernten Buchbinder zu einem tiefschürfenden Wissenschaftler werden. Über Davy, dessen Assistent er wurde, trat er in Beziehung zur *Royal Society*, deren Laboratorien ihm schließlich unterstellt wurden. Daneben hielt er Vor-

Michael Faraday (1791–1867)

lesungen an der *Royal Society*. Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Arbeit bildete 1831 seine Entdeckung der **Induktion elektrischer Ströme.**

23. 9. 1866

In Berlin stirbt der Mechaniker **Johann Daniel August Oertling.** Er hatte sich 1826 in Berlin selbständig gemacht und durch seine präzisen feinmechanischen Arbeiten einen geachteten Ruf erworben. 1840 konstruierte er eine automatische **Kreisteilmaschine** mit einem bereits elektromechanisch geführten Stichel. Diese Maschine fand auf der Berliner Gewerbeausstellung von 1844 besondere Beachtung.

24. 9. 1541

In Salzburg stirbt im 48. Lebensjahr **Theophrastus Bombastus Paracelsus von Hohenheim.** Der Sohn eines Arztes studierte in Basel Medizin und Naturwissenschaften und wanderte sein Leben lang lernend, lehrend und heilend durch Mitteleuropa. Einige Jahre war er im Schwazer Bergbau als Hüttenmann, 1527 kurze Zeit in Basel als Professor der Medizin tätig. Auf Grund kritischer Experimente und Beobachtungen hatte er sich von der althergebrachten, durch Wunderglauben und Alchemie geprägten Medizin frei gemacht. Mit seinen eigenen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen, die chemische und physikalische Beobachtungen wie auch pflanzliche und tierische Phänomene berücksichtigten, legte er den Grund für die nun aufkommende **Iatrochemie** und für die **moderne Heilkunde.** Bemerkenswert sind auch seine frühen Beiträge zur Gewerbehygiene, besonders im Berg- und Hüttenwesen.

Der Arzt und Naturforscher Th. B. Paracelsus (1493–1541)

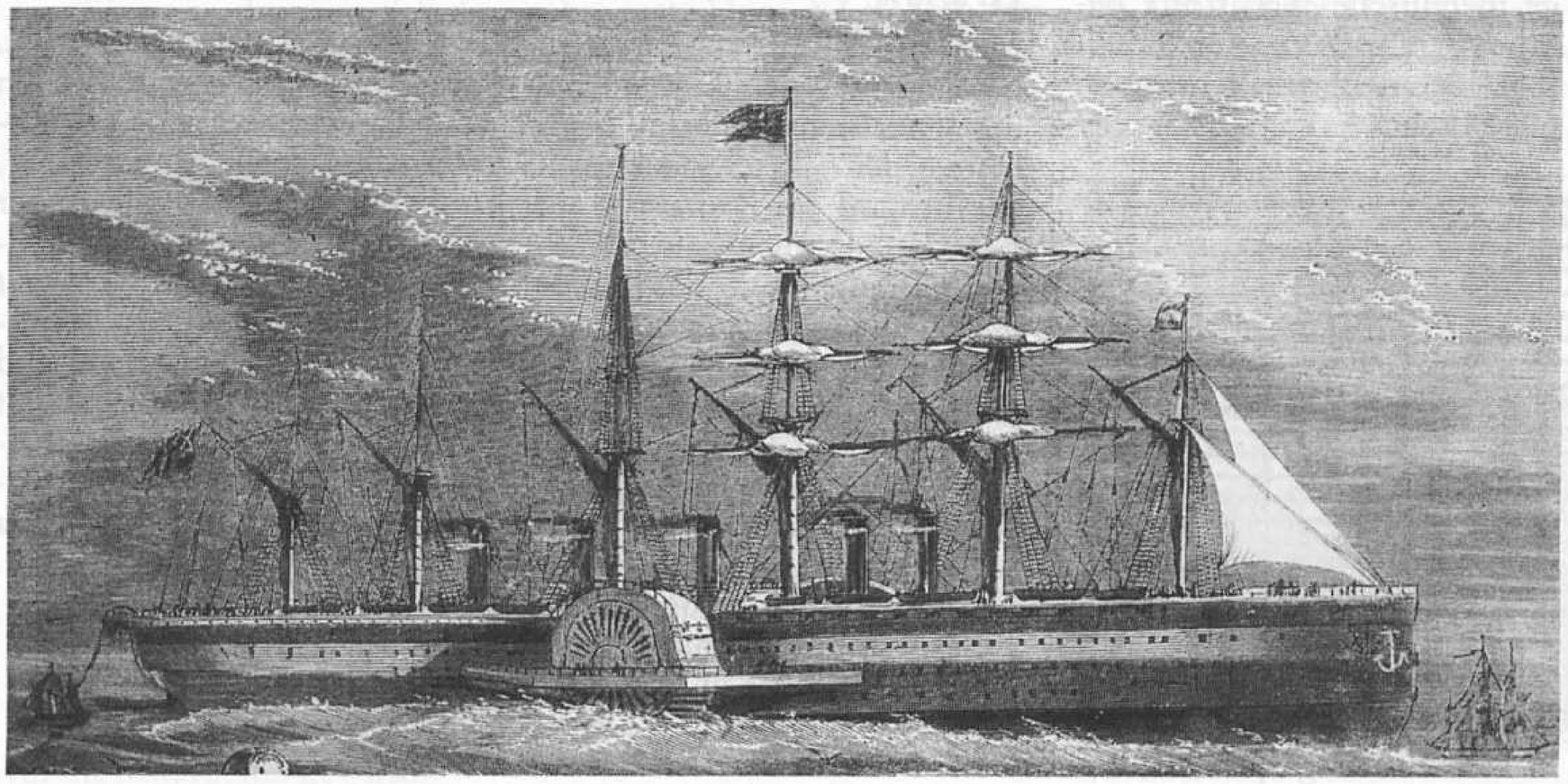
25. 9. 1741

Der französische Arzt **Nicolas Leblanc** (1742 bis 1806) erhält ein französisches Brevet (Patent) und nimmt die von ihm erarbeitete **Herstellung künstlichen Sodas** in St. Denis in eigener Fabrik auf. Durch die Französische Revolution wird er um den Ertrag seiner wertvollen Erfindung gebracht und endet schließlich im Armenhaus durch Selbstmord.

30. 9. 1891

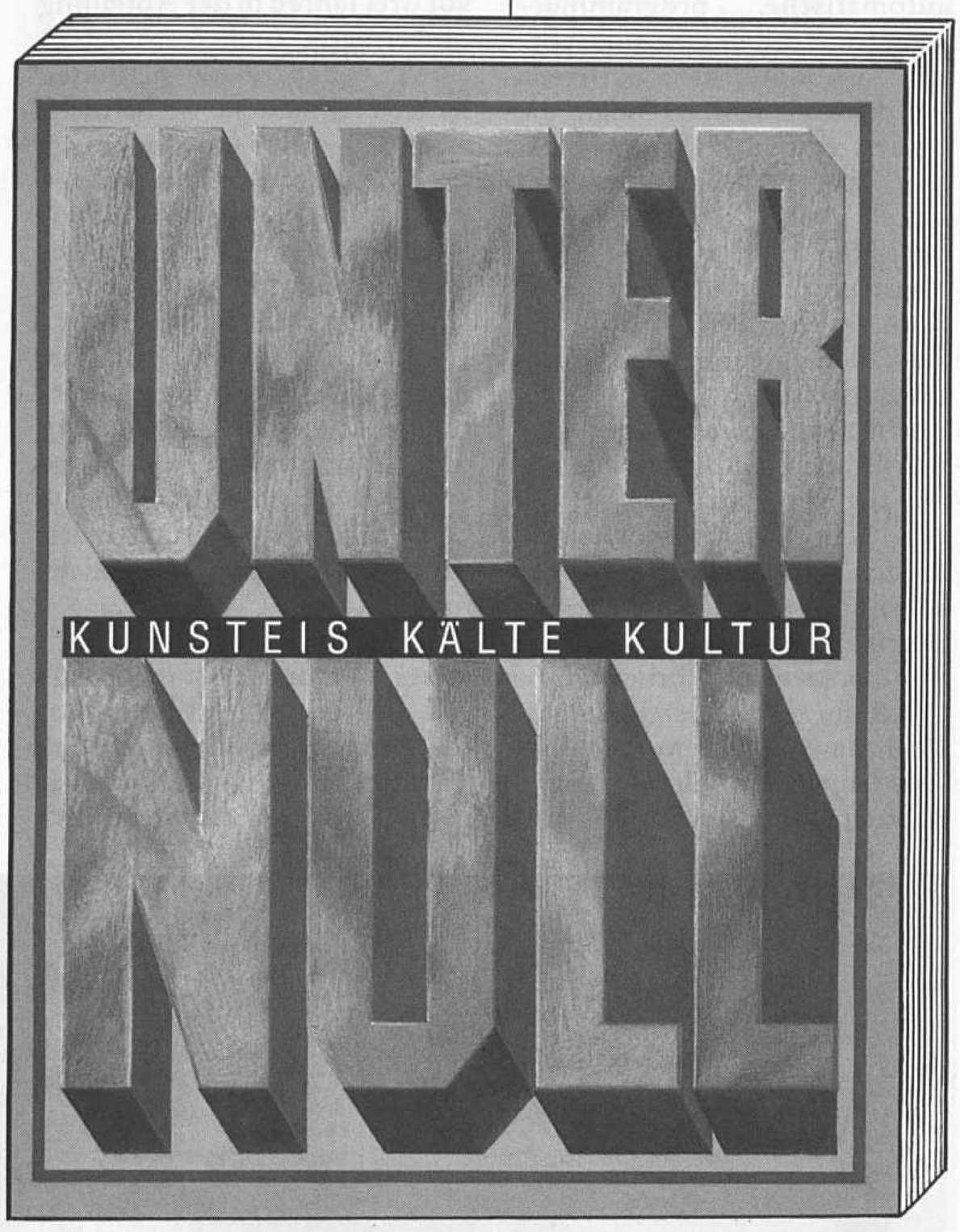
Beim Abbruch des ehemaligen **Dampfschiffes** *Great Eastern* (210 Meter Länge, erbaut 1854 bis 1858 durch I. K. Brunel) werden die letzten Schiffsplanken auseinander geschlagen. Das wechselvolle Schicksal dieses Riesenschiffs, das für die Auswandererströme nach Übersee konzipiert war, war geprägt durch wirtschaftliche Fehlkalkulationen und noch ungenügende technische Kenntnisse im **Bau großer Schiffe.** Lediglich beim Auslegen erster dauerhafter Transatlantik-Kabel (1865 bis 1873) konnte die *Great Eastern* gute Dienste leisten. Das Schiff war rund ein halbes Jahrhundert zu früh gebaut worden – und für die Auswandererwelle von 1848 kam es gut zehn Jahre zu spät. □

Die „Great Eastern", 1860



Abbildungen: Deutsches Museum (l. o.); Sammlung v. Weiher (2)

Heiß leben – cool bleiben



In 24 Kapiteln und mehr als 300, zum Teil farbigen Abbildungen dokumentiert dieser Band die technische und ökonomische Geschichte der künstlichen Kälte und deren gesellschaftliche Folgen: den wohltemperierten Menschen im klimatisierten Großraumbüro. Vom Natureis bis zur Kühlkette, von der Tieftemperaturforschung bis zur Eisrevue belegen die Autoren die wachsende Lust der Gesellschaft am Kalten. So entsteht eine überraschend vielfältige Technik- und Kulturgeschichte und ein höchst bedenkenswertes Porträt unserer sich ständig abkühlenden Zivilisation.

Herausgegeben vom Centrum Industriekultur Nürnberg
in Zusammenarbeit mit dem Münchner Stadtmuseum
1991. 312 Seiten mit 323 Abbildungen
davon 55 in Farbe
Broschiert. DM 48,– ISBN 3 406 352448

Verlag C. H. Beck

Von Rolf Gutmann

50 Jahre programmgesteuerte Rechenmaschine

Am 8. Mai fand im Raum der zukünftigen ständigen Ausstellung „Geodäsie" eine Veranstaltung mit wissenschaftlichen Vorträgen statt. Anlaß war die 50. Widerkehr des 12. Mai 1941, der Tag, an dem der Erfinder Konrad Zuse in der Berliner Wohnung seiner Eltern erstmals eine voll funktionsfähige, automatische, programmgesteuerte Rechenmaschine vorführen konnte. Es war bereits der dritte Anlauf, nachdem die beiden ersten Maschinen immer nur in Teilen gearbeitet hatten. Auch die später als Z3 bezeichnete erfolgreiche Neukonstruktion war ein Provisorium, mit dessen Vorführung Zuse sich einen größeren Auftrag erhoffte.

Mit dem Berliner Wohnhaus wurde auch die historische Z3, mit der ganz unabhängig von vergleichbaren Entwicklungen in den USA ein gewichtiger Schritt hin zum Computerzeitalter gemacht worden war, im Bombenkrieg zerstört.

Als im *Deutschen Museum* 1968 die vor kurzem geschlossene frühere Abteilung „Nachrichtentechnik" eröffnet wurde, fand dort auch eine von der damaligen Firma *Zuse KG* nach den Angaben des Erfinders rekonstruierte Z3 ihren Platz. Obwohl der Speicherplatz von 64 auf 32 Worte reduziert worden war und hier und da kleinere Abweichungen von der Originalmaschine erkennbar sind, besteht kein Zweifel, daß diese Rekonstruktion die Zuse-Konzeption von 1941 repräsentiert.

Nachdem diese Maschine vor drei Jahren in der Abteilung „Informatik und Automatik" einen neuen Platz gefunden hatte, rechnete sie nicht mehr richtig. 3 mal 4 berechnete sie zwar korrekt als 12, aber bei 4 mal 3 schlug sie 17 vor. Die Programmsteuerung mit einem gelochten Kinofilm hatte schon lange nicht mehr funktioniert.

Es standen zwar Schaltpläne und eine Beschreibung zur Verfügung, aber die Einarbeitung in die Funktionsweise der Maschine und eine erfolgreiche Fehleranalyse waren neben den sonstigen Alltagsarbeiten nicht möglich.

Professor Zuse reiste trotz seiner 80 Jahre selbst mehrmals zur aktiven Unterstützung an und teilte nicht nur praktische Tips mit, sondern weihte auch in die Geheimnisse der Fehlersuche bei einem Relaisrechner ein. Tatsächlich gelang es eine Woche vor der Veranstaltung, das Hängenbleiben und die Rechenfehler so zu reduzieren, daß sich das *Deutsche Museum* mutig traute, die Maschine als funktionierend zu erklären.

Zur Veranstaltung konnte Dr. Paul Ceruzzi vom *National Air and Space Museum* in Washington, D. C., für einen Vortrag gewonnen werden, in dem er Zuses frühe Arbeiten mit den amerikanischen frühen Computerentwicklungen verglich.

Herr Zuse ließ es sich nicht nehmen, einen Schlußkommentar zu geben. Rund 150 geladene Gäste waren interessierte Zuhörer, und es war beeindruckend, wie sich viele gestandene Computer-Experten für das Klappern der Z3 begeistern konnten.

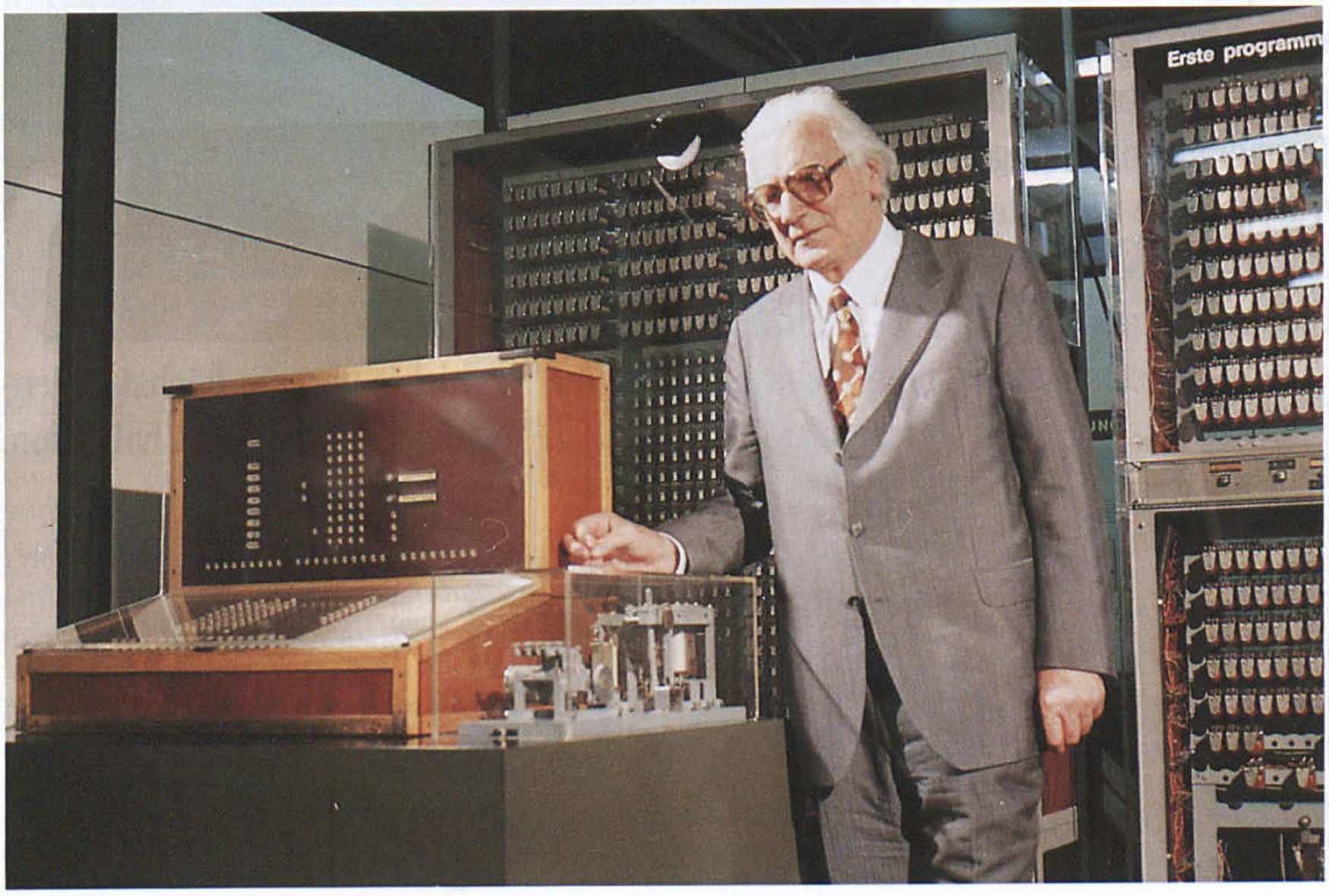
Asiatische Phantasien in Farbe

Mit phantasievollen, künstlerisch gestalteten Bildmotiven warben die damaligen *Farbenfabriken Bayer* bis in die 60er Jahre dieses Jahrhunderts für ihre Farbstoffe. Die bunten Warenetiketten – auf Blechdosen geklebt – sollten in den Basaren des Nahen und Fernen Ostens die Kunden ansprechen und zum Kauf anregen. Zu sehen sind diese „Verkaufsförderer" in der Sonderausstellung „Historische Farbstoffetiketten" vom 11. Juni 91 bis 19. Januar 92 im *Deutschen Museum* (1. Obergeschoß, Raum vor der historischen Apotheke).

Als zum Ende des vorigen Jahrhunderts die synthetischen Farbstoffe zu ihrem Siegeszug um die Welt starteten, sann die „Reklameabteilung" der Elberfelder *Farbenfabriken Friedrich Bayer & Co.* nach neuen Absatzmärkten. Die Werbung sollte auch Menschen erreichen, die weder lesen noch schreiben konnten. Für die hauseigenen Grafiker und Zeichner tat sich ein weites künstlerisches Feld auf. Die große Zeit der historischen Etiketten für die *Bayer*-Farbwerbung begann.

Auf bunten Glanzpapierstreifen erschienen – oft fünf- bis achtfarbig gestaltet – Vorlagen aus der Volks- oder Trivialkunst Asiens, umgeben von jugendstilähnlichen Mustern oder mythischen Motiven. Später übernahmen die Zeichner auch die für fernöstliche Malkunst typische Parallelperspektive – die spiegelgleiche grafische Gestaltung der seitlichen Bildränder. Den Inhalt der Farbstoffbüchsen priesen – oft in chinesischer Bild- oder Schriftsprache – Textvorlagen mit Aussagen über die Qualität der Elberfelder Farbstoffe an.

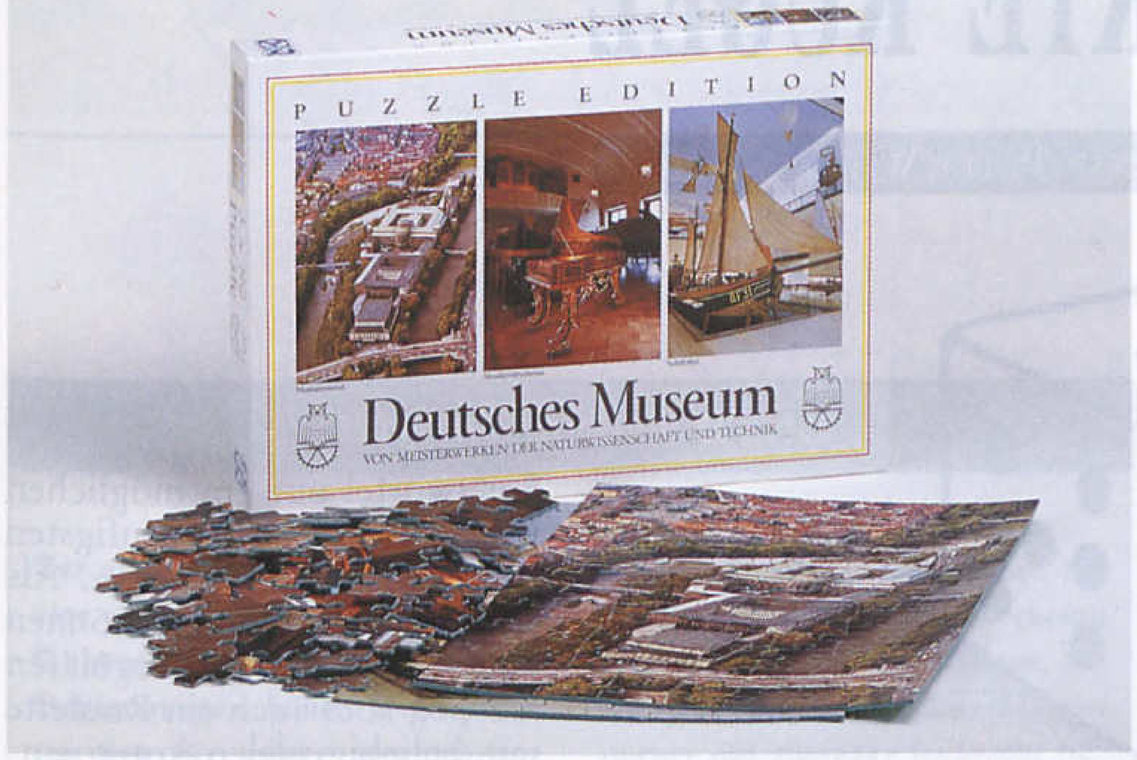
Als notwendige Konzession an den damals weitverbreiteten Analphabetismus im asiatischen Raum wurden auch Etiketten gedruckt, die keinen Bezug zum Produkt hatten. Sie überzeugten als phantasievolle Bildvorlage. Fast 80 Jahre lang haben diese prachtvollen, buntschillernden und hausgemachten Aufkleber Farbstoffe von Bayer bis in den hintersten Teil der Welt begleitet.



Konrad Zuse mit der Rekonstruktion der Z3 im Deutschen Museum

Aus der Sammlung nostalgischer Farbstoffetiketten der früheren Farbenfabriken Bayer

Das neue Museums-Puzzle
mit drei Motiven



Die schönsten Farbstoffetiketten sind als bunte Erinnerungen einer nostalgischen Vergangenheit aufbewahrt und in einer Sammlung zusammengefaßt worden.

Museums-Puzzle

Die guten Erfahrungen, die seit 1989 mit dem ersten Lern- und Wissensspiel über das *Deutsche Museum* gemacht werden konnten, ließen die Entscheidung leichtfallen, mit einem zweiten Museums-Spiel auf den Markt zu gehen. Waren für das erste Museums-Spiel Wissen und Lernbereitschaft gefragt, so wird nun den Spielerinnen und Spielern Geduld abverlangt.

Bei dem seit Anfang Mai im Museumsladen erhältlichen Spiel handelt es sich um eine Puzzle-Edition, bestehend aus den drei Vorlagen: Luftbild der Museumsinsel, Blick in den Musiksaal und Blick in die Schiffahrtsausstellung; jedes dieser Bilder besteht aus 80 Teilen.

Das Museum ist Alleinherausgeber des Spiels, weshalb der Preis mit 18,– Mark sehr günstig kalkuliert werden konnte. Für alle Interessenten besteht die Möglichkeit, das Spiel über den Museumsladen zu erwerben. □

Fotos: BASF (r. u.); Deutsches Museum (2)

VERANSTALTUNGEN

Juli · August · September 1991

Sonderausstellungen

8. Mai bis
10. Jan. 1992
Abt. Luftfahrt
Otto Lilienthal
Flugpionier, Ingenieur, Unternehmer
Dokumente und Objekte

11. Juni bis
19. Jan. 1992
Abt. Chemie
Historische Farbstoffetiketten
aus der Sammlung des Bayer-Archivs
Sonderausstellung der Bayer AG

14. Juni bis
21. Juli
3. OG
Reise ins Zentrum der Zeit
Mechanische Uhrmacherkunst aus dem Vallée de Joux, präsentiert in einer Sonderausstellung von Jaeger-LeCoultre

2. Juli bis
1. September
Foyer
Bibliothek
Wasser, Wehre und Turbinen
Photographien alter Speicher- und Laufwasser-Kraftwerke von Ulrich Mattner
Sonderausstellung der Museenverwaltung Hanau

13. Juli bis
22. September
2. OG
Computergrafik und Elektronik Art
William Latham/Walter Giers
Sonderausstellung der IBM Deutschland in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Kunst und Medientechnologie, Karlsruhe

Kolloquiumsvorträge des Forschungsinstituts

(16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt)

8. Juli
The Synthetic Fibers Revolution: Science, Technology and Culture in the Twentieth Century
Professor Dr. David A. Hounshell, University of Delaware (USA)

Sommerpause

Sonntagsmatineen und Orgelkonzerte sowie Veranstaltungen des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte finden erst wieder im nächsten Quartal statt.

Münchner Volkshochschule im Deutschen Museum

Teilnehmer der vhs-Programme erhalten ermäßigten Eintritt.
Für die Programme können Sie sich auch an der Volkshochschule einschreiben. Die Einschreibung für das Herbstsemester beginnt am 14. September. Auskunft und Information: Tel. (089) 48006-138 oder 230.

Sonntags
11 Uhr
DM 6,–
Attraktionen im Museum – vhs-Führungsnetz
Gang durch das Museum zu besonders interessanten Objekten (Treffpunkt Kassenhalle)

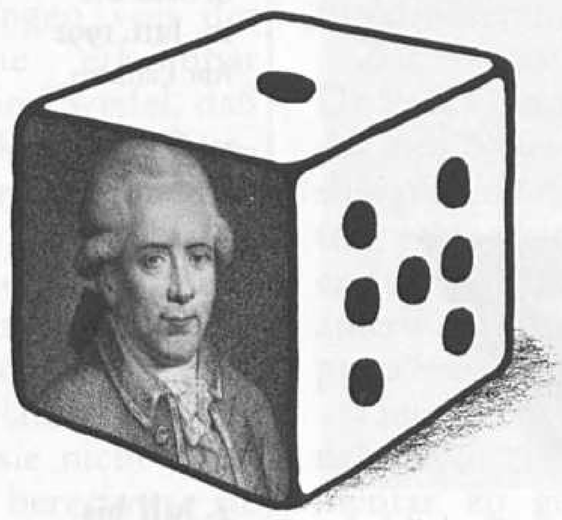
Museumswerkstatt –
Mitmachprogramm für Jung und Alt
(Treffpunkt Kassenhalle)

28. September
10–15.30 Uhr
DM 21,–
Geheimnisse des Drachens
Drachenbauen im Deutschen Museum
Eltern bauen mit ihren Kindern einen Oktagondrachen
(Kinder bis zu 12 Jahren gebührenfrei; Einschreibung erforderlich)

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

DIE VIERECKTE KUGEL

VON IVO SCHNEIDER UND ERNST-PETER WIECKENBERG



Lichtenberg: Sprachschwierigkeiten mit dem Würfel

Vom Würfel ist zuerst im *Göttinger Taschen Calender für das Jahr 1793* erschienen. Der Text steht dort in einer Reihe von acht Betrachtungen und Einfällen, deren gemeinsame Überschrift „Miscellaneen" lautet. Weder der gesamte Abschnitt noch die einzelnen „vermischten Beiträge" sind signiert. Doch gibt es hinreichend viele Indizien dafür, daß sie vom Herausgeber des Kalenders stammen: Georg Christoph Lichtenberg.

Die von den Söhnen veranstaltete Ausgabe von Lichtenbergs *Vermischten Schriften* nimmt den Text in den sechsten Band auf. Nun müssen die Söhne nicht unbedingt als Autorität gelten, wenn es um die Zuschreibung eines Textes an ihren Vater geht. Aber der Eintrag 1911 (Ausgabe von Promies) in das zwischen 1789 und 1793 abgefaßte Sudelbuch J läßt keinen Zweifel an der Verfasserschaft. (Auf diese Stelle hat uns freundlicherweise Ulrich Joost aufmerksam gemacht). Der Sudelbuch-Eintrag zitiert einen Bericht aus dem *Gentleman's Magazine* vom Januar 1792, wonach der Herzog von Norfolk den Schriftgießer Joseph Jackson somit beauftragt habe, „ein hohles Quadrat zu gießen". Jackson habe diese Aufgabe zur Zufriedenheit des Herzogs ausgeführt. An die Wiedergabe des Berichts schließt Lichtenberg diese Bemerkung an: „Was das hohle Quadrat anbetrifft, so muß man sich nicht wundern, man findet dergleichen Ausdrücke oft, so fand ich einmal den Würfel ein solides Quadrat genannt. Hier Goez (vielleicht Johann August Ephraim Goeze, den Lichtenberg mehrfach in seinen Schriften erwähnt? d. A.) mit den 4 Wänden ein Schriftstell(er) der sehr viel Gutes in der Naturgeschichte geschrieben hat. Also einen Kubus ganz aus einem Stück hohl zu gießen wäre die Aufgabe . . ."

Lichtenbergs kurze Betrachtung über den Würfel mag einen heutigen Leser wegen ihres trivial erscheinenden Inhalts zunächst ratlos machen. Lichtenberg gehört allerdings zu denjenigen, die erst die Grundlagen dafür schufen, daß man solche Inhalte als selbstverständlich ansehen kann.

Er nimmt den Würfel als ein Beispiel dafür, wie weit Umgangssprache und unmittelbare Anschauung auseinanderklaffen können. Lichtenberg macht an einigen Beispielen deutlich, daß man damals Würfel, ja sogar, wie im Fall des in die Operngeschichte eingegangenen Mordes an dem schwedischem König Gustav III. von 1792, Kugeln als „viereckt" bezeichnete. Nun wußte man schon lange vor Lichtenberg, daß weder die Anzahl der Ecken noch die der Seitenflächen oder der Kanten eines Würfels gleich vier ist.

Obwohl Lichtenberg mit seinem Hinweis auf die Markierung der Seiten eines Spielwürfels mit den Augenzahlen von eins bis sechs ein aus seiner Sicht überzeugendes Beispiel für die Gedankenlosigkeit bei der Kennzeichnung eines Würfels als viereckig gefunden hatte, sind hier doch einige Einwände möglich. Wenn man wie Lichtenberg die Bedeutung eines Wortes nicht als durch eine Wandlungen unterworfene Konvention festgelegt sieht, sondern an eine unveränderliche Grundbedeutung glaubt, dann verpflichtet in dem Wort „viereckt" nicht nur die Anzahl vier am Anfang, sondern auch der zweite Teil „eckt" oder heute „eckig". Die sechs Seiten eines Würfels sind trotz Lichtenbergs offenbaren Einverständnisses mit einem „sechseckten" Würfel keine Ecken. Im Sinne von Lichtenbergs Forderung nach einer an der Anschauung und der ursprünglichen Wortbedeutung orientierten Sprache gäbe es nur einen „achteckten" Würfel.

Dabei ist nicht berücksichtigt, daß ein Würfel, der von jemand etwa wegen der schlecht erkennbaren Augenzahl vors Auge gehalten wird, durchaus als ein Quadrat und damit der Anschauung entsprechend als viereckig erscheint. Billigt man aber dem Wörtern „Würfel" und „Kugel", entsprechend dem Vorgehen von Lichtenberg hinsichtlich der Silbe „eckt", eine gegenüber der ursprünglichen erweiterte Bedeutung zu, so löst sich der Widerspruch zwischen „viereckt" und „Würfel" beziehungsweise „Kugel" vollkommen auf. „Würfel" ist dann nämlich nicht nur ein reguläres Sechsflach oder Achteck sondern das deutsche Äquivalent für das lateinische „alea". „Alea" bedeutete in der Römischen Rechtsprechung „Glücksspiel" und in diesem Zusammenhang auch jeden bei Glücksspielen verwendeten Zufallsgenerator; dabei war der Spielwürfel nur ein möglicher, vielleicht der am häufigsten benutzte Zufallsgenerator. Als Zufallsgeneratoren können zum Beispiel alle fünf regulären Körper, aber auch ein Roulette mit beliebig vielen kongruenten Sektoren dienen. Der einfachste reguläre Körper ist das reguläre Tetraeder, eine „viereckte" Pyramide, die in diesem Sinn schon lange vor Lichtenberg als Würfel bezeichnet werden konnte.

Ähnlich verhält es sich mit der „viereckten" Kugel, die, auf einem Maskenball abgefeuert, das Leben des schwedischen Königs drastisch verkürzte. Ursprünglich waren Projektile von Feuerwaffen kugelförmig und wurden deshalb als Kugeln bezeichnet; diese Bezeichnung behielten sie auch bei, als die Entwicklung der Handfeuerwaffen andere als kugelförmige Projektile notwendig machte. So ist es durchaus sinnvoll, bei gezogenen Läufen von eckigen oder von „viereckten" Kugeln zu sprechen.

Es ist kaum anzunehmen, daß Lichtenberg dies nicht gewußt hat. Wenn er trotz seines Wissens darauf bestand, daß es einen Verstoß gegen die Vernunft bedeute, einen Würfel als viereckt zu bezeichnen, dann hatte er dafür andere Gründe, über die er sich hier allerdings nicht äußert. Als Aufklärer mußte er darauf bedacht sein, auch und vor allem die Umgangssprache zu einem Werkzeug zu formen, das die Befreiung von traditionellen Vorurteilen und allein auf Autorität gestützte Aussagen ermöglichen sollte. Dazu gehörte auch eine Verengung der Wortbedeutung auf ein Maß, das einen möglichst engen Anschluß an die sinnliche Erfahrung erlaubte. □

Foto: Deutsches Museum; Zeichnung: K&T

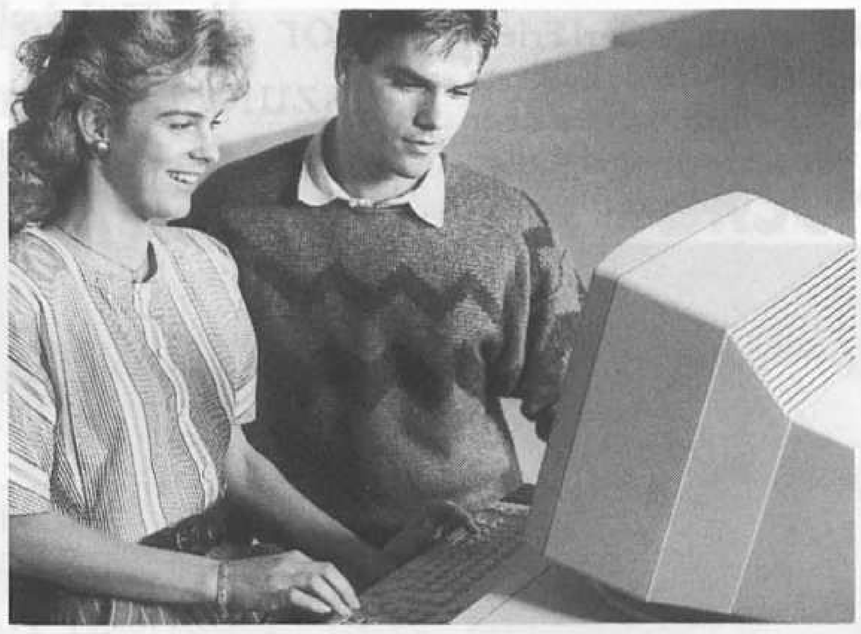
Lichtenberg: Vom Würfel

Der geometrische Würfel ist derjenige reguläre Körper der von sechs Quadraten begrenzt wird. Weitere Bestimmungen seiner Eigenschaften sind für unsere gegenwärtige Betrachtung unnütz. Was die Betrachtung desselben sicher bringt, ist die wirklich besondere Unbestimmtheit, womit man sich im gemeinen Leben ausdrückt wenn man von ihm spricht, und die vielleicht den Psychologen wichtig werden kann. Nichts ist gemeiner als den Würfel viereckt zu nennen. Ein junger Engländer, den ich unterrichtete, nannte ihn zum Ersten Mal a solid square, ein solides Quadrat, und ein berühmter deutscher Schriftsteller von sonst großen Verdiensten in der Naturgeschichte, spricht sehr deutlich von den vier Seiten eines Würfels, und meint unstreitig damit alle. Auch wurde in den Relationen von dem Schwedischen Königsmord in vielen Blättern von viereckigten Kugeln gesprochen, das ist nun freilich arg.

Was diese ganze Würfelgeschichte dem Philosophen aber noch besonders merkwürdig machen muß, ist der Umstand, daß unter allen regulären Körpern, der Würfel gerade der einzige ist, der in allen Läden mit numerirten Seiten verkauft wird. Die Seiten desselben werden Eins, zwey, drey bis sechs allen Menschen vorgezählt, man würfelt, gewinnt und verliert damit, und wenn man davon, als einem Körper, überhaupt spricht, so ist das viereckige und vierseitige immer wieder da. Am ganzen Würfel ist schlechterdings nichts was etwas von vieren an sich hätte, als die Seite des Quadrats, deren sechs er zu Grenzen hat. Der Würfel hat sechs Seiten, jede ein Quadrat; er hat acht Ecken, solide Winkel, deren jeder von drey rechten ebenen Winkeln, und zwölf Eckseiten, deren jede durch den Durchschnitt zweyer auf einander senkrecht stehenden Ebenen formirt wird, und endlich die vier und zwanzig ebenen rechten Winkel seiner sechs Seitenflächen. Also hier haben wir deutlich, sechs, acht, zwölf, und vier und zwanzig, was den ganzen Körper angeht, aber etwas das nur viermahl vorkäme, bloß bey einzelnen Seitenflächen. Also den Würfel viereckt nennen, heiße ich doch wirklich ein sehr solides Wesen, ja den Maßstab der Solidität selbst, sehr superficial und sehr einseitig im strengsten Verstande des Worts betrachten.

Man hat ihn, wo ich nicht irre, bisher als Emblem der Dauer und Beständigkeit gebraucht, weil er schwer zu wälzen ist, und eher rutscht als überschlägt. Es ist die Frage, ob man ihn nicht, wo nicht als Sinnbild, doch als eclatantes Beyspiel der Einseitigkeit und Superficialität anführen könnte, wenn man ihre Folgen in wissenschaftlichen Dingen beleuchten will. Doch jede Wissenschaft hat ihre eigenen soliden Quadrate und viereckte Würfel, die sich bequemer dazu gebrauchen lassen. Vielleicht haben an dieser sehr gemeinen falschen Vorstellungsart, oder eigentlich an dem falschen Ausdruck unsere Wohnzimmer Schuld. Man sagt, zwischen seinen vier Wänden sitzen, und nennt überhaupt ein Zimmer viereckt, wenn es vier Wände hat. Allein da ist auch der Ausdruck ganz richtig, weil das Wort Wand weder von dem Fußboden noch von der Decke eigentlich gebraucht werden kann.

SiemensMuseum



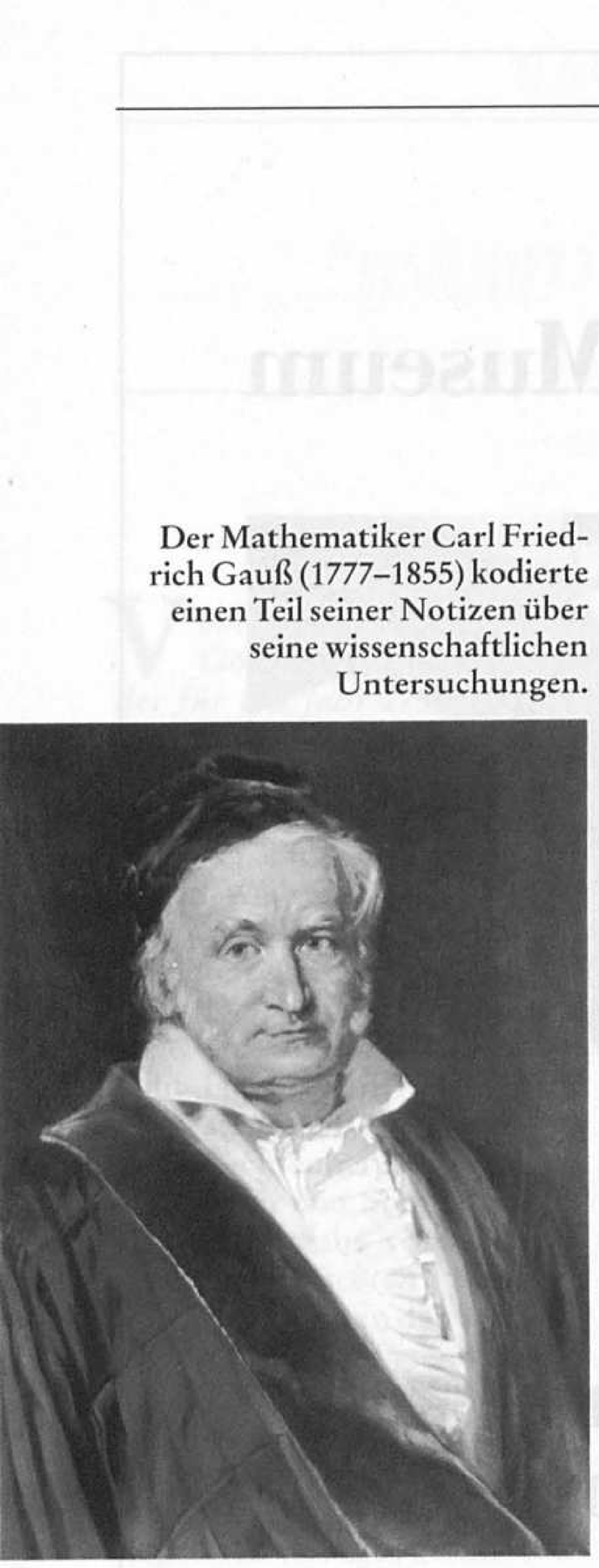
Technik erleben begreifen verstehen

Elektrotechnik, Elektronik,
Mikroelektronik

Siemens-Museum,
Prannerstraße 10, 8000 München 2
(10 Minuten vom Marienplatz)

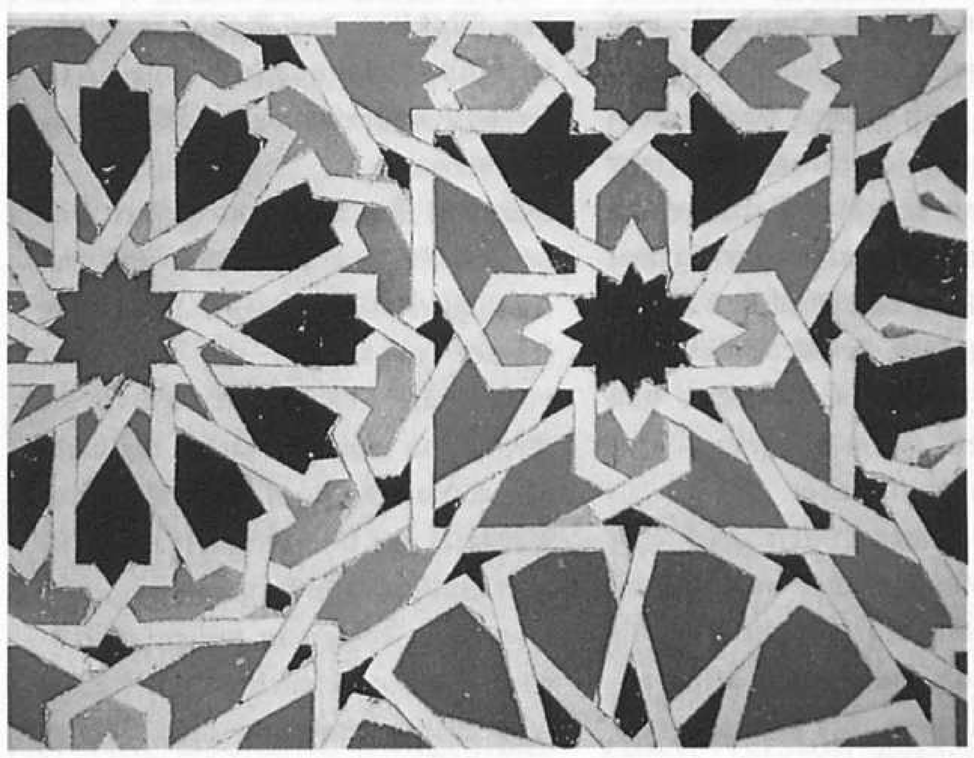
Öffnungszeiten:
Montag bis Freitag 9 Uhr bis 16 Uhr
Samstag, Sonntag 10 Uhr bis 14 Uhr
Feiertags geschlossen
Eintritt frei

Gegen Ende des letzten Jahrhunderts gewannen großtechnisch nutzbare Katalyseverfahren zunehmend an Bedeutung. Doch welche „Kraft“ verleiht dem Katalysator die Fähigkeit, chemische Reaktionen auszulösen, ohne selbst verändert zu werden? Mit dem Begriff Katalyse wurde Wissenschaftsgeschichte geschrieben. □ Wie kaum ein anderer erkannte Carl Friedrich Gauß verborgene Gesetze im Reich der Zahlen. Doch Gauß war auch ein homo ludens: Die Entschlüsselung kodierter Notizen aus seinem Nachlaß beweißt es. □ Die Kacheln der Alhambra interessierten nicht nur die Mathematiker des 20. Jahrhunderts, sondern auch einen Künstler wie Maurits Cornelis Escher. In der unendlichen Wiederhohlung einer endlichen Menge von Figuren liegt der Reiz maurischer Ornamente. □



Der Mathematiker Carl Friedrich Gauß (1777–1855) kodierte einen Teil seiner Notizen über seine wissenschaftlichen Untersuchungen.

Automatisches Feuerzeug von Alfred Döbereiner aus dem Jahr 1823. Es bediente sich des Mittels der Katalyse.



Maurisches Muster in der Alhambra. Den Mustern liegen sehr differenzierte mathematische Gesetzmäßigkeiten zugrunde, die hier in höchster Vollendung erscheinen. M. C. Eschers Werk ist von der maurischen Ornamentik beeinflußt worden.

Fotos: Deutsches Museum (l., r. o.); aus: Emilio G. Gómez: L'Alhambra. Il Palazzo Reale, in: Forma e Colore, 36, Florenz 1965 (r. u.)

IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums. 14. 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

Ständige Mitarbeiter: Dr. Ernst H. Berninger, Rolf Gutmann, Dr. Rudolf Heinrich, Dr. Otto Paul Krätz, Dr. Jürgen Teichmann

Gestaltung: Prof. Uwe Göbel, D-8000 München

Herstellung: Ingo Bott, Verlag C.H. Beck

Papier: Phoenograndholzfrei 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. 7. 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 1991: Jährlich DM 36,– (incl. DM 2,36 MwSt.), Einzelheft DM 9,50 (incl. DM –,62 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