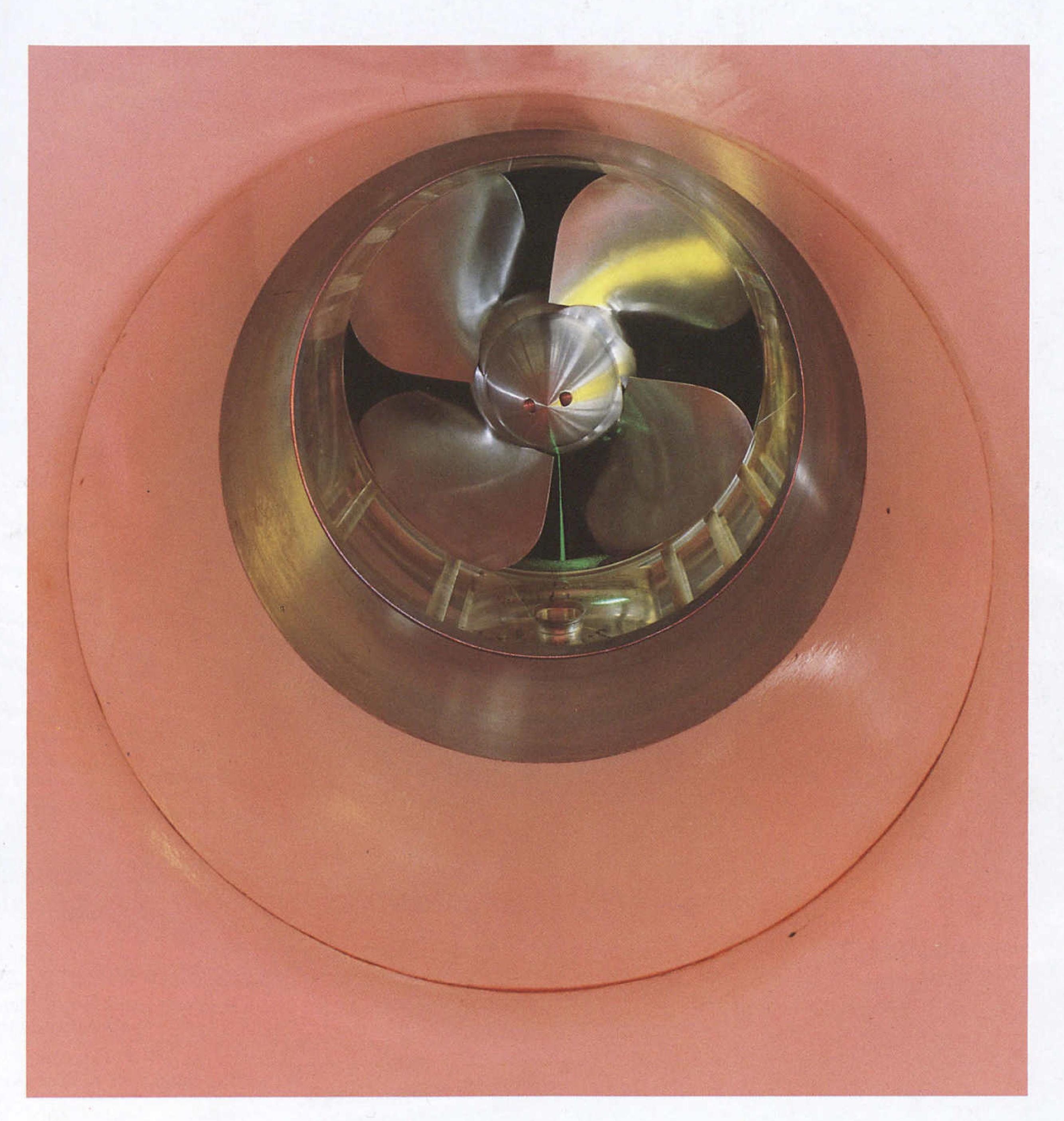
B 9797 F

Kultur Technik Zeitschrift des Deutschen Museums Verlag C.H. Beck, München 4/1989



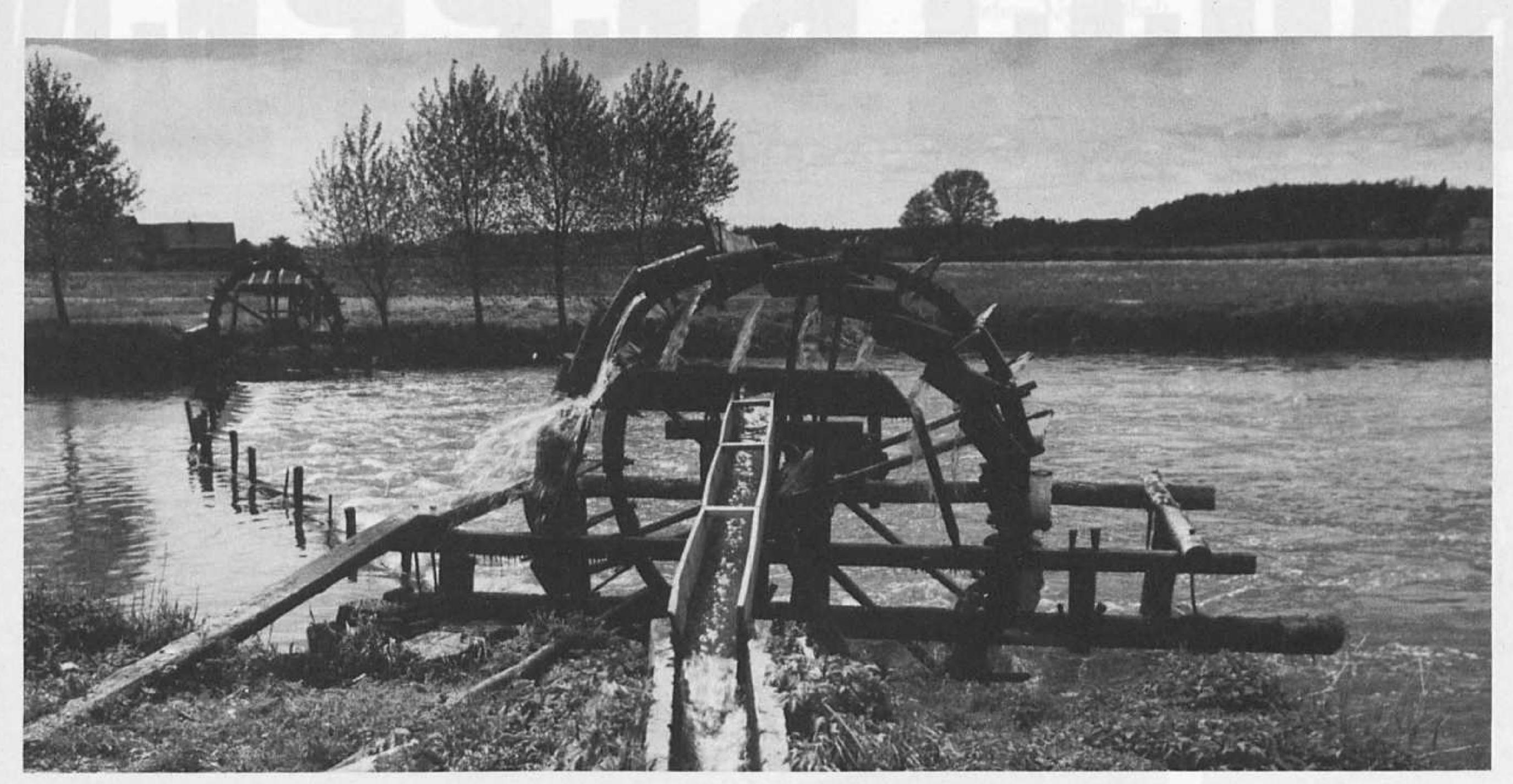
Wasserkraftwerke
50 Jahre Strahltriebwerk
Strom aus technischen Denkmalen
"Ich will einen Fluch über die Mühle sprechen!"
Psyche der Tonarten

Faszination

Wege für morgen

Anlagen für die Papierherstellung · Wasserkraftanlagen · Antriebssysteme · Fertigungstechnik J. M. Voith GmbH · Sankt Pöltener Straße 43 · Postfach 1940 · D-7920 Heidenheim Telefon 0 73 21 / 370 · Telefax 0 73 21 / 37 30 00

INHALT



Wasserrad bei Möhrendorf in Franken. Die Wasserkraftnutzung steht auch im Mittelpunkt des Themenbeitrags 'Denkmäler von Adel und Kraft' auf Seite 216.

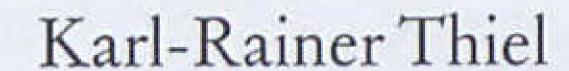
Titelfoto: Moderne Wasserkraftnutzung. Zu sehen ist das Modell-Laufrad einer Kaplan-Rohrturbine. Mit Hilfe eines Laserstrahls wird die Strömungsgeschwindigkeit berührungsfrei gemessen. (Foto: J. M. Voith GmbH, Heidenheim)

Rolltreppen	196	Karl Rainer Thiel
Georg-Agricola-Gesellschaft Neue Medien, neue Bildung?	202	Charlotte Schönbeck
"Weniger Geräusch, keine Vibration!" 50 Jahre Strahltriebwerk	206	Walter Rathjen
"Denkmäler von Adel und Kraft" Wassermühlen und Wasserkraftwerke zwischen Nutzung und Erhalt	216	Michael Mende
Strom aus technischen Denkmalen Beispiel Niedersachsen	224	Michael Mende
Kunst ohne Wissenschaft Scheiterte Balthasar Neumann an der Trennung von Plan und Herstellung?	232	Werner Müller
"Ich will einen Fluch über die Mühle sprechen!" Der Müller	240	Johannes Werner
Psyche der Tonarten Musikalische Stimmsysteme an der Grenze zwischen Mathematik und Musik	248	Egino Klepper
Gedenktage technischer Kultur	254	Sigfrid von Weiher
Nachrichten aus dem Deutschen Museum	257	Rolf Gutmann
Veranstaltungen des Deutschen Museums Impressum	258	

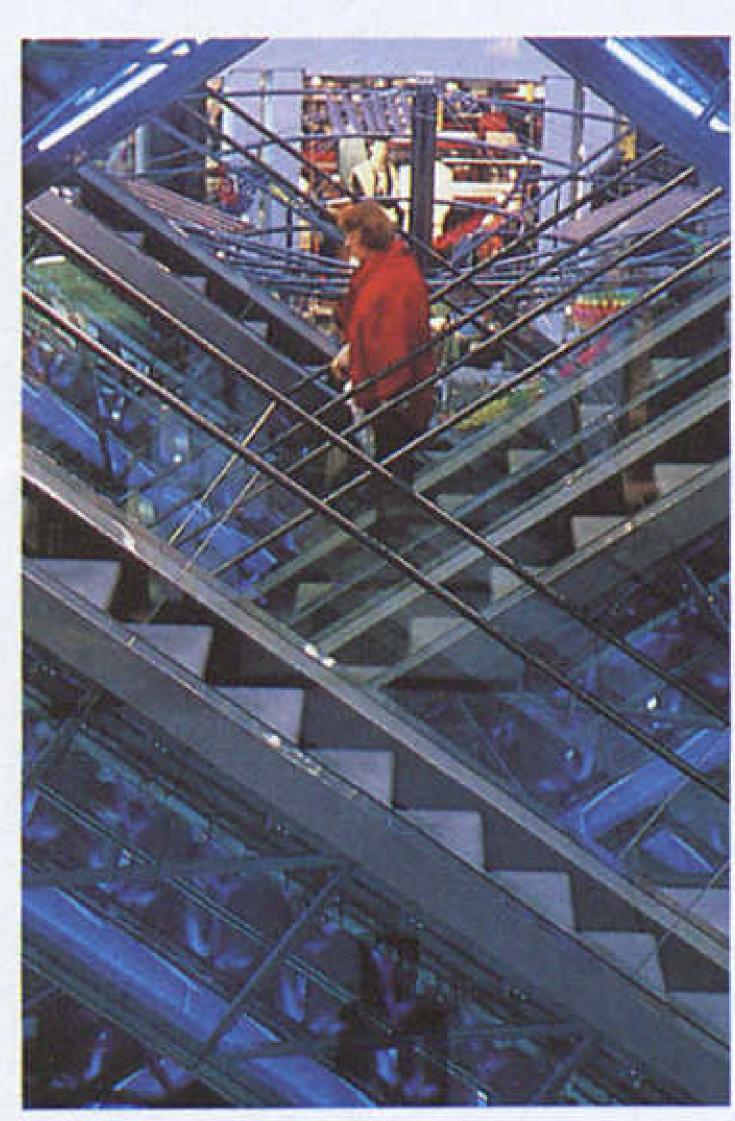


ROLLIREPEN

Will's Cigarettes-Sammelbild aus der Serie Engineering Wonders'. (Sammlung Uwe Göbel)



Als gefährlich und unberechenbar galt die 'Fahrtreppe' einst. Computergesteuert beherrscht sie heute die Foyers der Kaufhäuser, die Zwischenebenen der U-Bahnhöfe und Flughäfen in aller Welt. ,Revolving Stairs' hieß sie noch im US-Patent von 1859, später "Inclined Elevator". Vor 130 Jahren erfunden, begann ihr zunächst verhaltener Siegeszug vor knapp 80 Jahren in Amerika, London und Paris.



Rolltreppen im Kölner Olivandenhof.

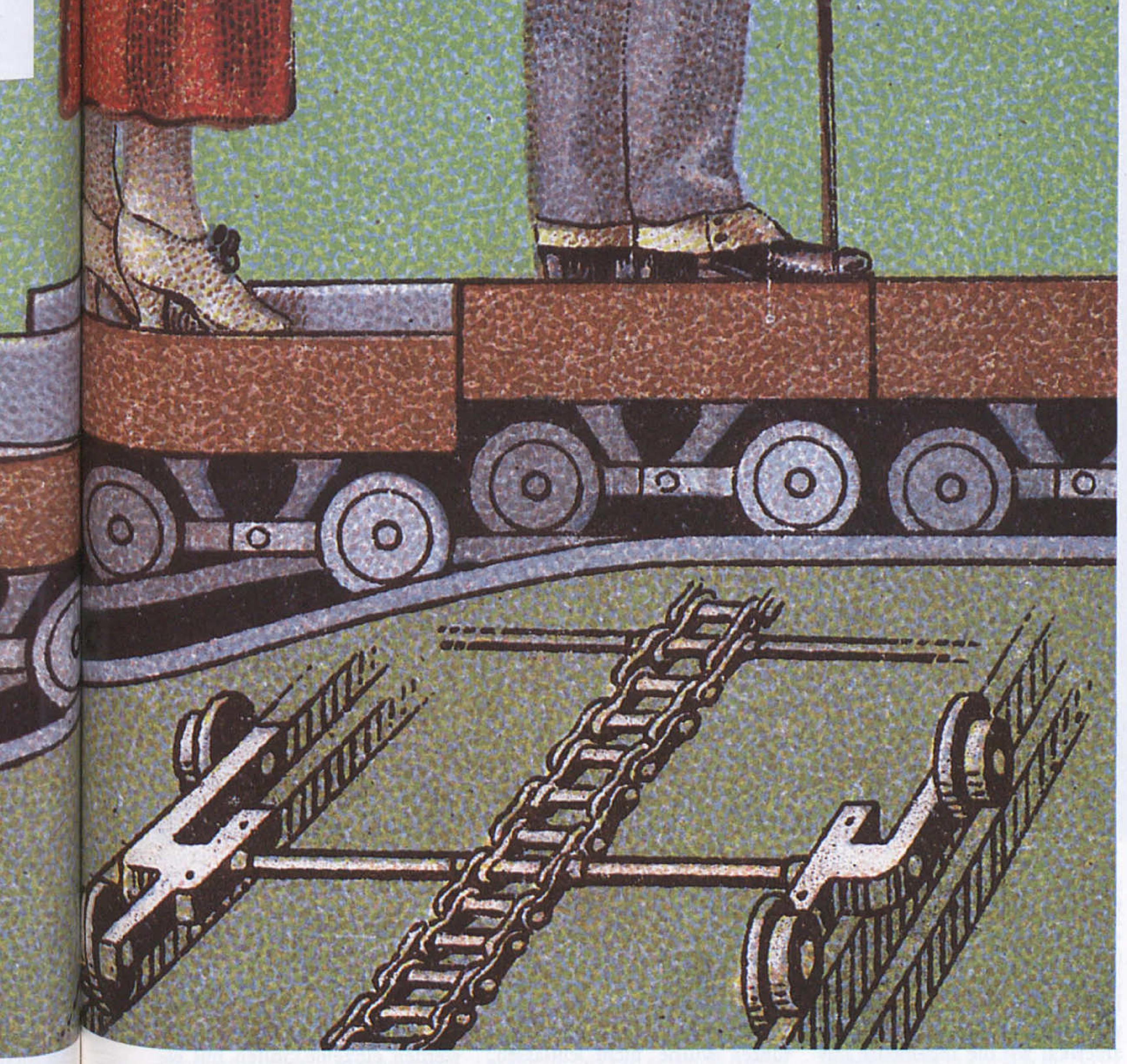
Neben der natürlichen Trägheit pe', die zu diesem Zeitpunkt Jahren für zumutbar hielten, ihre 33 Jahre später der amerikanibedeutsame Erfindungen - führ- verschiedenen Gründen noch ten vor allem wirtschaftliche nicht zum Einsatz gekommen

befördern.

ESCALATOR.

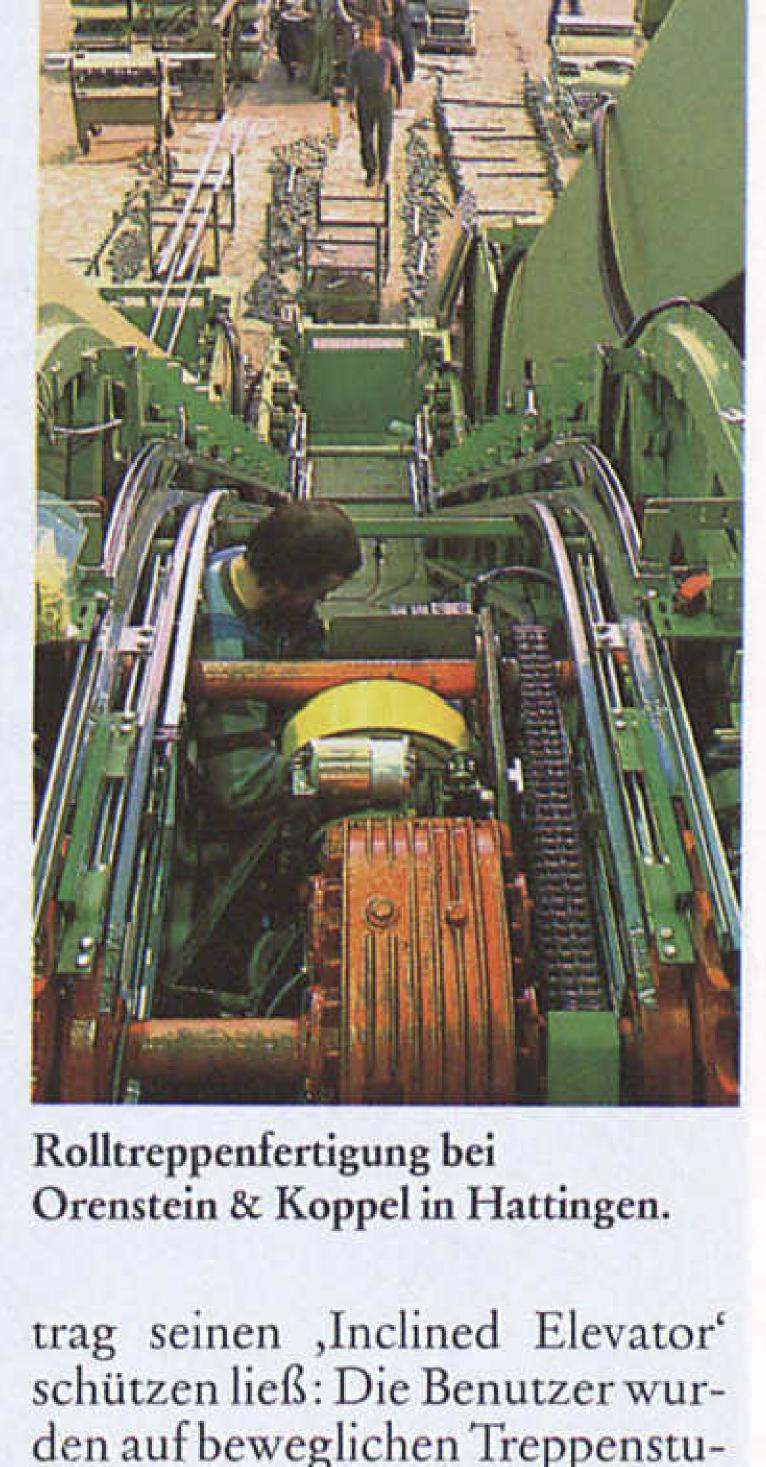
Wie alt die Idee ist, zeigt ein US-Überlegungen zur Entwicklung war. Erstens wurde ein derartiges Patent vom 9. August 1859, in (Nr. 470918) von 1892 wurde die der Rolltreppe. Als gegen Ende Beförderungsmittel noch nicht dem der Erfinder Nathan Ames des 19. Jahrhunderts in vielen benötigt, denn das Problem der sein Improvement in Revolving- von gelenkig gekoppelten, gum-Ländern große Waren- und Massenverkehrsströme stellte Stairs' unter der Nummer 25076 mibelegten Holzbrettchen be-Kaufhäuser entstanden, reichten sich erst langsam ein. Zweitens schützen ließ. Dabei handelte es die für damalige Verhältnisse haftete der Erfindung der Ruf ei- sich um ein Projekt, bei dem der wurden die Passagiere, die sich schon recht ausgereiften und si- nes "vulgären Transportmittels Benutzer sogenannte "Fahrende mit ihrem Schritt der Schräge des cheren Vertikalaufzüge nämlich für Kaufhäuser" an, da sie vom Treppen' besteigen mußte. Diese Förderbandes anpassen mußten, kaum noch aus, um größere Fließband der industriellen Mas- technisch intelligente Idee war Menschenmengen zügig im Zwi- senproduktion abgeleitet wurde. ihrer Zeit jedoch weit voraus und schenstockverkehr zu befördern. Diese Tatsache führte kurioser- wurde wegen mangelnder kom- zogener Handlauf als Halt. Vier Deshalb besann man sich der weise dazu, daß es viele exklusive merzieller Interessenten nie ver-

des Menschen - oft Motor für zwar schon erfunden, jedoch aus Kunden auf den Rollsteigen zu sche Ingenieur Jesse W. Reno mit einem, Endless Conveyor or Elevator'. In seinem Patent Konstruktion als endloses Band befördert. An der rechten Seite befand sich ein mit Plüsch über-Jahre später wurde die Erfindung Idee einer ,mechanischen Trep- Geschäfte erst in den dreißiger wirklicht. Mehr Glück hatte im Vergnügungspark Coney Is-





Laufband im Düsseldorfer Flughafen.

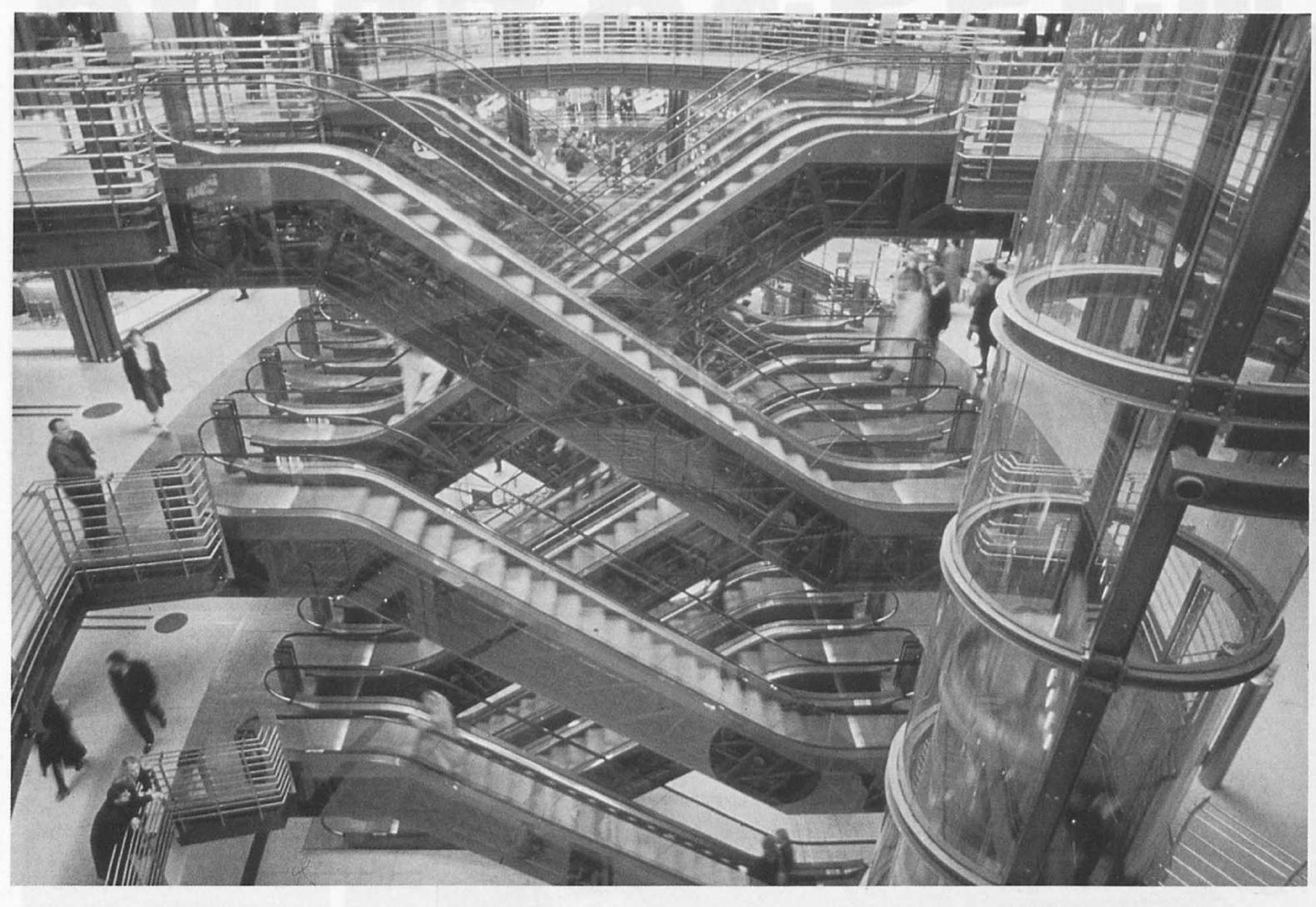


fen in die Höhe gehoben. Anders als Reno, der sein Menschenfließband gut vermarkten konnte, mußte Wheeler seine Patentrechte 1898 an den geschäftstüchtigen Erfinder Charles Seeberger - der mit seinem Versuch, eine funktionierende bewegliche Treppe zu konstruieren, gescheitert war - verkaufen. Er selbst war nicht in der Lage, sie zu realisieren.

Der sichere ,L-Typ'

installiert. Renos Idee schien um Seeberger erkannte schnell das die Jahrhundertwende die Lö- zukunftsträchtige Transportsysung für das sich anbahnende stem Rolltreppe, ließ die Be-Verkehrsproblem, nämlich die zeichnung "Escalator" als Waren-Massenhaftigkeit menschlichen zeichen eintragen und verkaufte Transportgutes, zu sein und wur- das Ideenpaket umgehend an die New Yorker Aufzugfirma Otis, tentschrift wurde besonders die die noch im selben Jahr den erhohe Förderkapazität erwähnt. sten Prototyp produzierte und Sie lag nach mehrjährigem Test erfolgreich in der eigenen Fabrik des Prototyps bei knapp einsetzte. Die Sternstunde des 4000 Menschen pro Stunde. Als Otis Escalators kam im Jahre eigentlicher ,Vater' der heutigen 1900 auf der gigantischen Pariser Rolltreppe gilt jedoch Georg Weltausstellung. Dort wurde die A. Wheeler, ein ebenfalls ameri- ,Rollende Treppe' mit großem kanischer Erfinder, der nur fünf Aufwand präsentiert und diente Monate nach Renos Patentan- den Besuchern des nordamerika-

Kölner Olivandenhof.



nischen Pavillons als müheloses Transportmittel in den oberen Stock. Auch die Reno-Bänder konnten neue Erfolge verbuchen, doch befanden sie sich in steter Konkurrenz mit dem Stufenmodell. Im Jahre 1910 kaufte die Otis Elevator Company die Reno-Produktion auf und hielt zunächst die Fabrikation beider Systeme aufrecht. Die Ingenieure versuchten, die Vorteile der beiden unterschiedlichen Konstruktionen zu verbinden, und so entstand 1921 die erste Stufenrolltreppe.

Sie besaß verfeinerte Längsrillen in den Tritten, die dafür sorgten, daß Passagiere sanft und ohne Gefahr die Stufen verlassen und daß sich keine Kleidungsstücke in der Mechanik verfangen konnten. Diese firmenintern

schlicht ,L-Typ' genannte Stufenrolltreppe eroberte in kurzer Zeit den Markt und verdrängte das schräglaufende Förderband. So begann der Siegeszug der Rolltreppen für den Zwischenstockverkehr zuerst in Nordamerika, wo die Ingenieure mit großer Unbefangenheit den Weg in die rollende Schräge beschritten. Auf dem alten Kontinent waren die Patente von Reno und Wheeler zwar bekannt, doch Vorurteile in Bezug auf die "Fährlichkeit und Unberechenbarkeit der Fahrtreppe als ein mechanisches Getriebe", so eine deutsche Veröffentlichung aus dem Jahre 1898, bescherten dem konventionellen Aufzug auf dem europäischen Festland zunächst noch einige Jahre Aufschub.

Anders dachten dagegen die

Engländer. Richard Burbage, Manager des Londoner Nobel-kaufhauses Harrod's, ließ bereits im November 1898 den 'Reno Inclined Elevator' einbauen. Britische Skurrilität: Der nun eigentlich überflüssige Fahrstuhlführer wurde nicht entlassen, sondern stand den vom neuen Transportsystem überwältigten Damen nach ihrer Auskunft im nächsten Stock mit Riechsalz, den Gentlemen mit stärkendem Cognac hilfreich zur Seite.

Auf dem Londoner U-Bahnhof Earls Court wurde 1911 die erste Rolltreppe in eine Verkehrsanlage eingebaut, die Pariser Metro folgte 1913/14. In den Kaufhäusern ersetzte die Rolltreppe erst in den zwanziger Jahren die prunkvollen Treppenanlagen der Gründerzeit.

Fahrgeschwindigkeit: 1 m/sec

Die technischen Grundelemente im Rolltreppenbau erfuhren während der vergangenen Jahrzehnte nur wenig grundlegende Neuerungen. Damals wie heute werden einzelne Stufen mit einem Kettenpaar zu einem endlosen Band zusammengefügt, wird das Stufenband über Kettenräder von einem Mechanismus angetrieben und läuft an den Fahrtreppenenden in feste Kammplatten ein. Die beiseitig, synchron zum Stufenband, angetriebenen Handläufe waren früher aus vielen kleinen Lederstücken zusammengesetzt. Heute bestehen sie aus vulkanisiertem schwarzen oder farbigen Gummi mit Leinen- und Kunstfasereinlagen. Moderne Rolltreppen ver-

ROLLTREPPEN

Rolltreppen in der Düsseldorfer U-Bahn.



fügen über einen, bei wetterfesten Anlagen feuerverzinkten, Stahltragkörper. Die Stufen bestehen nicht mehr aus Holz, sondern aus Aluminium-Druckguß.

Als Antriebsmotor kommen energiesparende, spannungsgesteuerte Spezial-Drehstrommotoren mit einer Leistung von 20 bis 120 PS zum Einsatz. Sie ermöglichen je nach Einsatzzweck Fahrgeschwindigkeiten von 0,4 m/sec (häufig in England anzutreffen) über 0,5 m/sec (europäische Normgeschwindigkeit für Kaufhaustreppen), 0,65 m/ sec (Idealgeschwindigkeit bei Verkehrsanlagen) und 0,75 m/ sec (Fahrgeschwindigkeit der Stockholmer U-Bahn-Rolltreppen) bis 1,0 m/sec (Grenzwert). Alle Antriebsräder laufen in einem geschlossenen Gehäuse im Ölbad. Ein zentrales automatisches Schmiersystem arbeitet abhängig von den Betriebsbedingungen. Das Transportvolumen kann je nach Förderhöhe, Transportgeschwindigkeit, Stufenbreite (60 bis 120 cm) und Auslastung über 13000 Menschen pro Stunde betragen. Der Neigungswinkel einer Treppe liegt in Kaufhäusern gewöhnlich bei etwa 35 Grad.

Damit die Benutzer sicher auf den Stufen befördert werden können, müssen vom Hersteller schon bei der Planung eine Vielzahl von Richtlinien und Normen beachtet werden. Diese legen unter anderem fest, daß an den Zu- und Abgängen der Rolltreppen sogenannte "Nothaltschalter" gut sichtbar und leicht

Dierrichen III Gir Mineudha-Newintschliebeitste für

erreichbar installiert sein müssen. Bei Förderhöhen von mehr als zehn Metern sind zusätzliche Nothaltschalter vorzusehen. Die Abstände dieser Schalter dürfen nicht mehr als acht Meter voneinander betragen. Zusätzlich besteht eine elektronische Störmeldeeinrichtung aller Sicherheitskontakte. All dies sind Konsequenzen aus vielen, teilweise schrecklichen und verstümmelnden Rolltreppenunfällen, die sich selbst vor noch nicht allzu langer Zeit ereigneten.

Die wichtigsten Anderungen zeigen sich jedoch bei der Herstellung. Früher wurden die sehr teuren und schweren Anlagen in handwerklichen Einzelanfertigungen hergestellt. Die großen Eigengewichte der älteren Rolltreppen sorgten regelmäßig für

kostspielige Nebenarbeiten oder umfangreiche Verstärkungen in vorhandenen Bauwerken. Auch der komplizierte und mit Zeiten von ein bis zwei Monaten sehr langwierige stückweise Einbau verursachte erhebliche Kosten, welche vor allem die öffentlichen Verwaltungen davon abhielten, nennenswerte Stückzahlen einzuplanen. Erst um 1950, als einige europäische Hersteller begannen, die Fahrtreppen vollständig in der Werkstatt vorzufertigen, war der entscheidende Schritt von der teuren Einzelfabrikation zur industriellen Serienfertigung getan. Heute kostet eine gewöhnliche ungeteilte Kaufhausrolltreppe einschließlich Transport und Einbau etwa 130000,bis 150000,- DM. Die Montagezeit hat sich von vier bis acht Wo-

ROLLTREPPEN

Rolltreppe in einem Düsseldorfer Kaufhaus. (Sämtliche Fotos: K.-R. Thiel)



chen auf rund 80 bis 120 Mannstunden reduziert.

Um dem wachsenden Passagierstrom begegnen zu können und Faktoren wie Sicherheit, Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit zu optimieren, wird heute vielfach Computertechnik eingesetzt. Die datentechnische Fernüberwachung von Verkehrssystemen, wie etwa bei der U-Bahn, wird auch bei Rolltreppen eingerichtet und erlaubt deshalb einen weitgehend automatisierten Betrieb. So lassen sich beispielsweise durch die Zwischenschaltung von Modems über das kundeneigene Leitungsnetz bis zu 999 Fahrtreppen verwalten, die in bis zu 170 Stationen mit maximal 60 Fahrtreppen verteilt sein können. Automatisch wird jede Betriebsstörung angezeigt, damit entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden können.

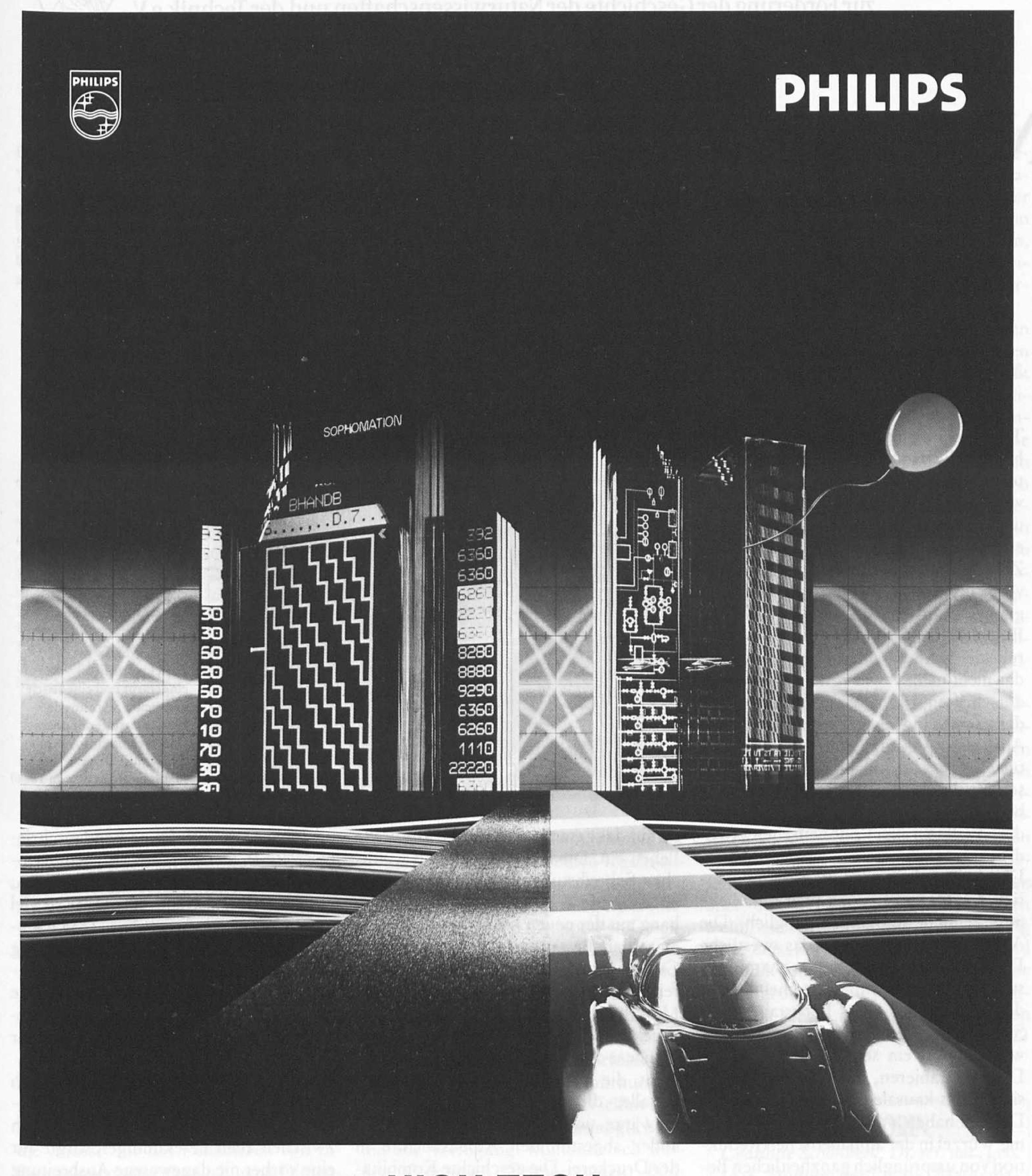
Zustandsdaten lassen sich jederzeit abfragen, um etwa eine erforderliche Reparatur sofort zu veranlassen. Durch die Verknüpfung mit anderen Fakten können Daten zur statistischen Auswertung gesammelt werden. Der Betreiber kann auch direkt in das Geschehen eingreifen, um etwa eine Rolltreppe zu bestimmten Zeiten ein- und auszuschalten oder bei intermittierendem Betrieb den jeweiligen Verkehrsverhältnissen entsprechend die Fahrtrichtung zu ändern. Im Winter können die in wetterfesten Rolltreppen eingebauten Heizungen gesteuert werden, um eine Vereisung der Stufen zu vermeiden.

Architektonisch besonders interessante Rolltreppen befinden sich etwa im Moskauer U-Bahnsystem (vermutlich die weltweit längsten Rolltreppen), im neuen Gebäude von Lloyds in London

sowie in der Rotterdamer Zentralbibliothek und im Pariser Nationalmuseum La Villette. In einer Stockholmer U-Bahnstation können auf jeder Fahrtreppe 13500 Menschen pro Stunde befördert werden. Auch ein Superlativ: eine der kleinsten Rolltreppen überhaupt, die Förderhöhe beträgt nur etwas mehr als einem Meter, befindet sich im Tiefgeschoß eines Düsseldorfer Kaufhauses. Im Ocean Park Hongkong, einem Freizeitpark, wurden die größten im Freien liegenden Rolltreppen der Welt installiert. Acht Einheiten mit Glasbalustraden befördern die Besucher von Meereshöhe auf 120 Meter. Bei der Konstruktion wurden besonders die Taifungeschwindigkeiten von bis zu 230 km/h sowie das tropische Klima berücksichtigt.

DER AUTOR

Karl-Rainer Thiel ist freier Text- und Bildredakteur in Düsseldorf. Sein hauptsächliches Arbeitsgebiet sind Technikreportagen.



THE BEING THE PARTY OF THE PARTY.

HIGH TECH – EINE WELT VOLLER HERAUSFORDERUNGEN

Innovationen von Philips bringen neue Impulse und Chancen in unser Leben: MR-Tomographie für sichere Diagnosen in der Medizin. Nachtsichttechnik für Rettungshubschrauber. EDV-Programme für den Umweltschutz. Automatisierte Materialprüfung für die Ferti-

gung. Radarsysteme für Luft- und Seefahrt. Glasfaserkabel für die Telekommunikation. Computer und Netzwerke für das Büro der Zukunft. Haushaltsgeräte, Farbfernsehen, Compact Disc, digitales Telefon, Eurosignal und Videokonferenz.

BAUSTEINE FÜR EINE SICHERE ZUKUNFT: PHILIPS.

GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT

zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V.



Neue Medien, neue Bildung?

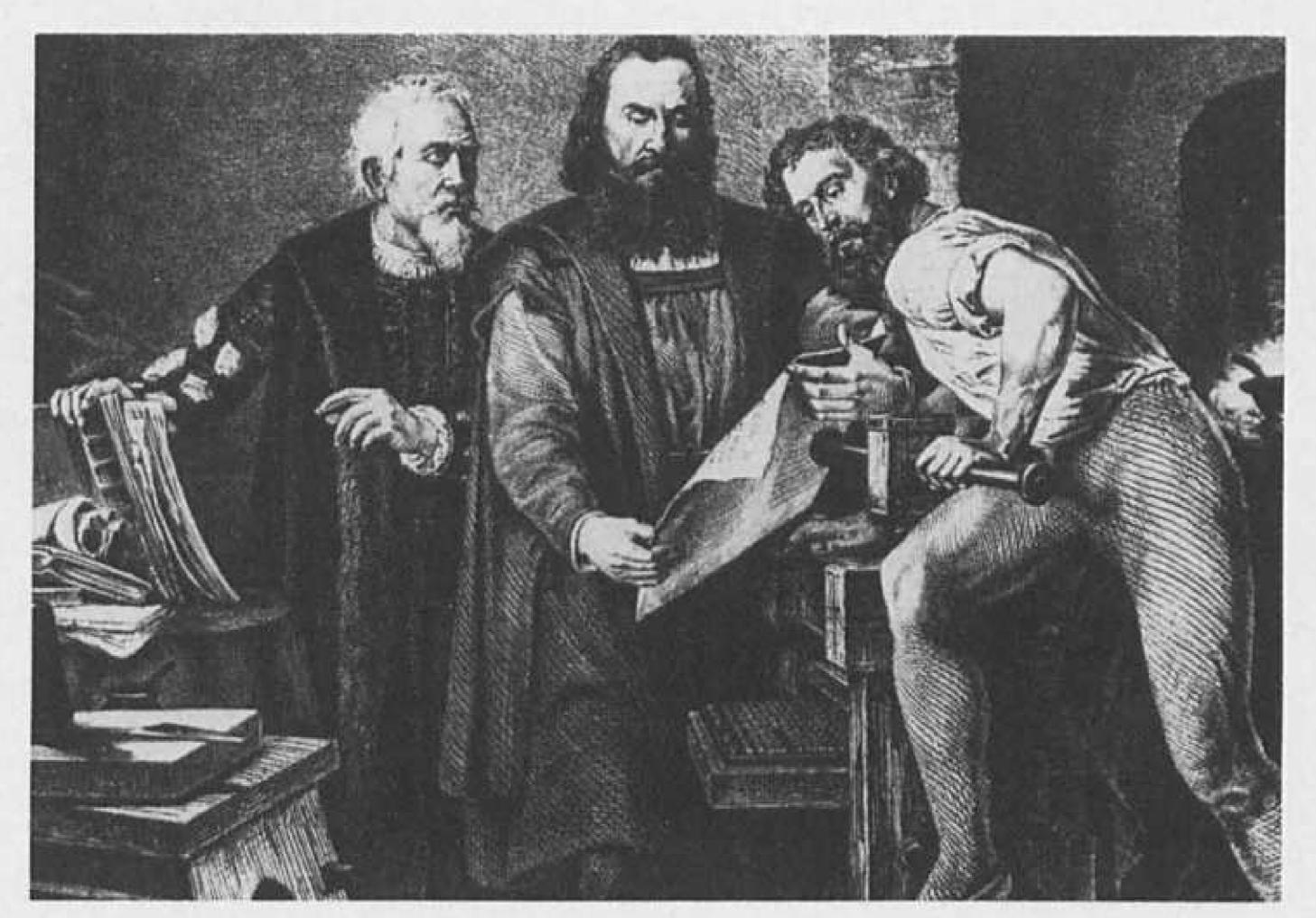
Charlotte Schönbeck

Technische Erfindungen können Folgen haben, die weit über den eigentlichen technischen Rahmen hinausgehen; sie verändern oft nicht nur das politische und wirtschaftliche Leben, sondern beeinflussen auch die Sozialstruktur, das Zeitempfinden und damit die Bildungsvorstellungen und Bildungsziele einer

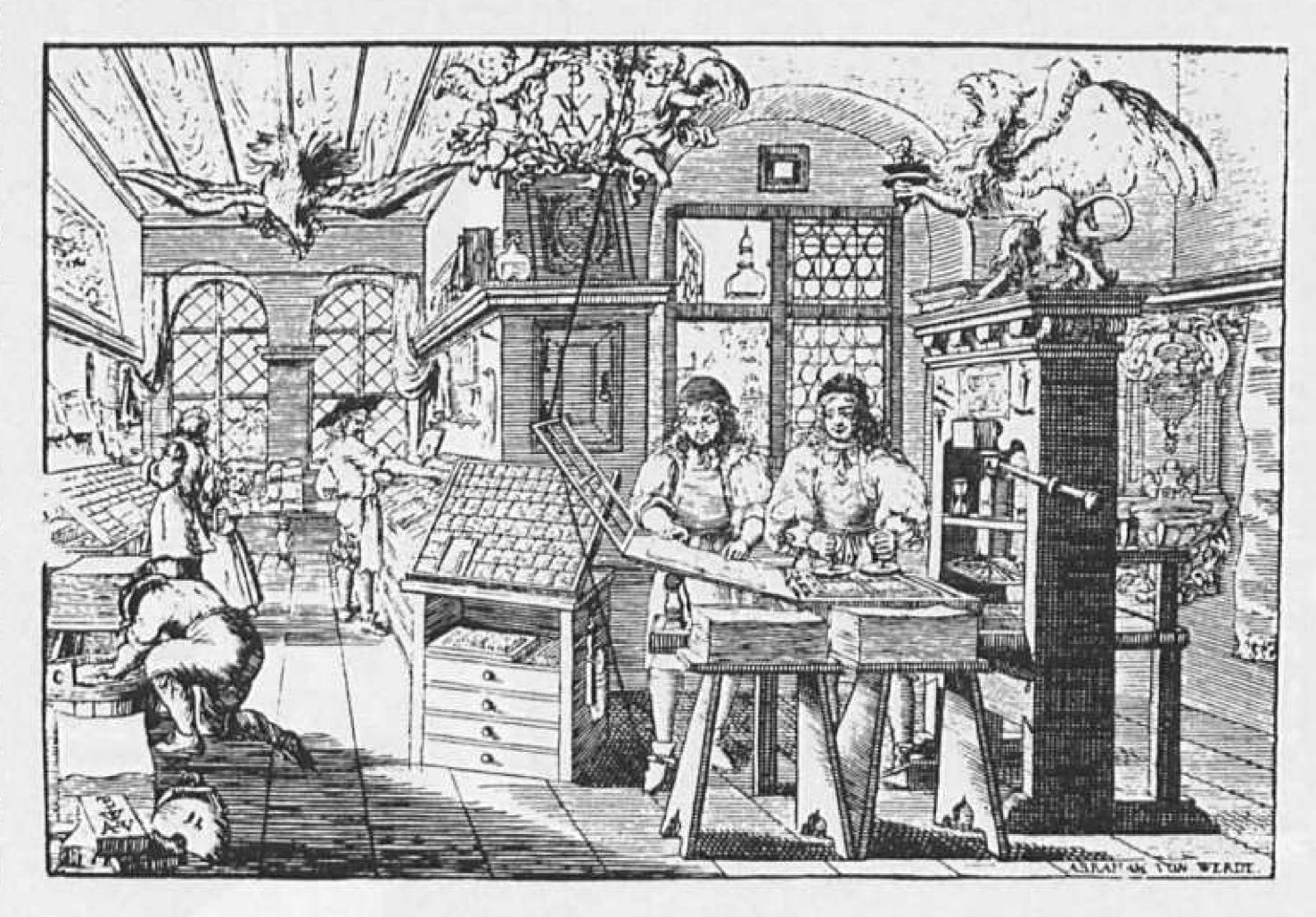
ganzen Epoche.

Eine derartige ,stille' Revolution war bereits die Erfindung des Alphabets, durch das nicht mehr - wie vorher in allen Bilderschriften - Inhalte der Sprache, sondern ihr Klang festgehalten wurde. Die Abstraktionsleistung dieser frühen ,Kulturtechnik' ist ungeheuer groß: sie schafft die Möglichkeit, durch den eng begrenzten Satz von 25 bis 30 Symbolen die Vielfalt aller phonetischen Ausdrucksmöglichkeiten wiederzugeben. Durch die Schrift wird die Kommunikation der Menschen auch über räumliche und zeitliche Distanzen möglich. Die Alphabetisierung prägte das westliche Denken und seine Bildung in charakteristischen Merkmalen. Wahrscheinlich ist die Erfindung der Buchstaben als Sprachelemente der erste Schritt zur Gewöhnung an ein sequentielles Denken. Das Abstrahieren, Reduzieren, Analysieren, das kausale und deterministische Denken haben wohl alle eine gemeinsame Wurzel in der alphabetischen Reduktion von ursprünglich ganzheitlichen Begriffen. Durch das Alphabet entsteht - in Verbindung mit dem Buchdruck - unsere visuell ausgeprägte Kultur im Gegensatz zu den im wesentlichen schriftlosen, akustischen' Hochkulturen des Altertums. Die Erfindung des Buchdrucks verän-

derte im 15. Jahrhundert nicht nur das Bildungswesen, sondern wirkte nachhal-



Die Erfindung des Buchdrucks bedeutete eine ,stille' Revolution für das gesamte Bildungswesen. Die populäre Darstellung aus dem 19. Jahrhundert zeigt Johann Gutenberg (1400-1468) bei der kritischen Prüfung seiner ersten Druckseiten. (Ullstein Bilderdienst)

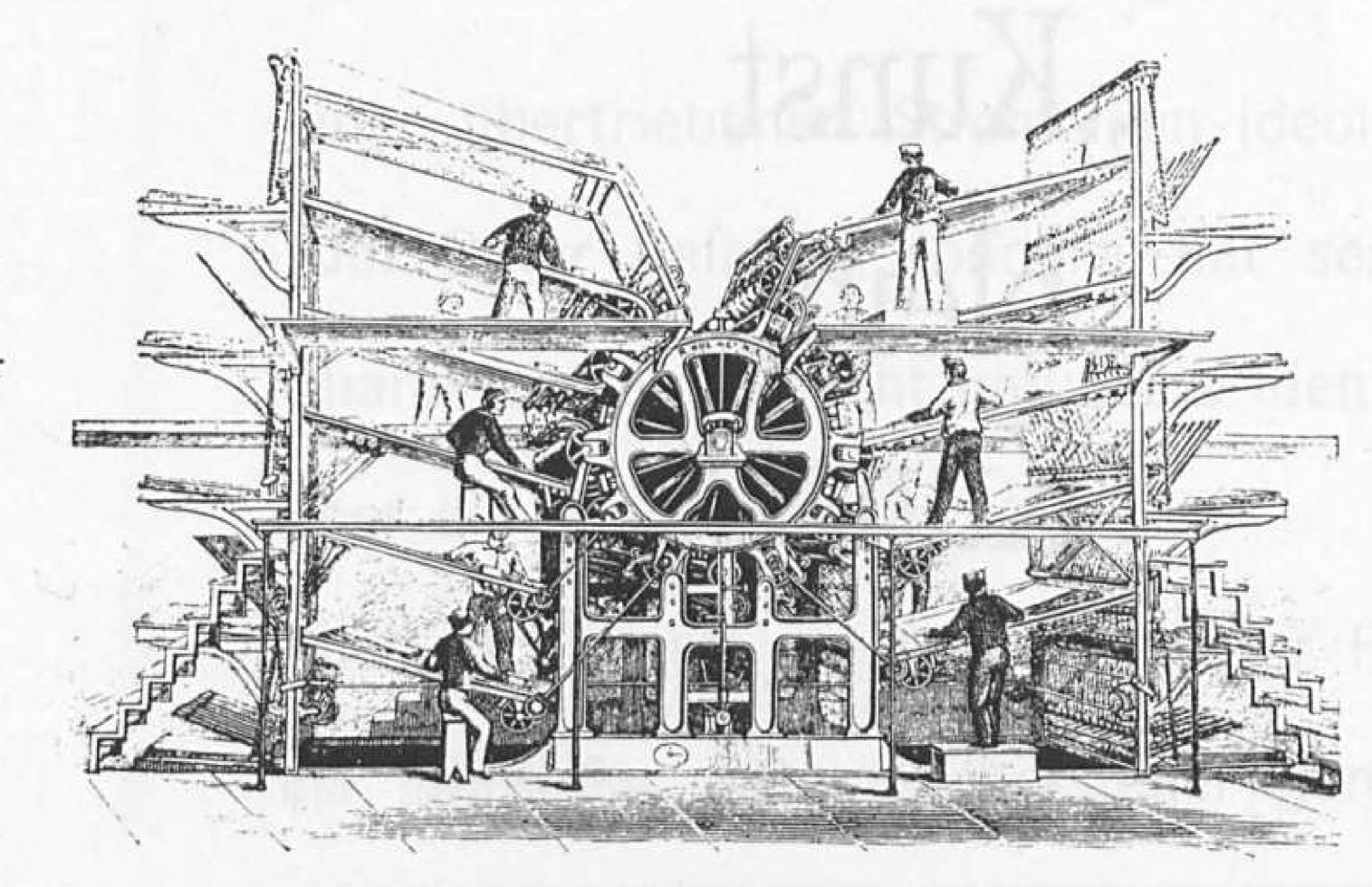


Einrichtung einer Druckerei aus dem 17. Jahrhundert. Schriftsetzer nehmen die einzelnen Druckbuchstaben aus den Setzerkästen und stellen einen Schriftsatz zusammen. Im Vordergrund wird der Druckstock neu eingefärbt und eine frisch gedruckte Seite aus der Handpresse genommen. (Holzschnitt aus Amos Comenius, Orbis sensualium pictus' von 1666)

tig auf das gesamte soziale und kulturelle Leben ein. Die klösterlichen und weltlichen Schreibstuben lösten sich auf, und neue Berufe entstanden im Zusammenhang mit der neuen Drucktechnik. - Die einzelnen Bestandteile des von Johann Gutenberg 1440 entwickelten Verfahrens waren eigentlich bekannt gewesen. Man hatte schon vorher Bücher gedruckt, auch mit einzelnen Buchstaben. Neu war das Gutenbergsche Gießinstrument, die Zusammensetzung der Gießmetalle, die Mischung der Druckerschwärze, und neu waren die gut aufeinander abgestimmten Arbeitsabläufe in der Druckerei. Die geschickte Kombination aller dieser Elemente ließ einen leistungsfähigen Betrieb enstehen, der an einem Tage mehr drucken konnte als ein Mönch in einem ganzen Jahr abzuschreiben vermochte.

Durch die Drucktechnik wurden Bücher billiger und konnten schneller verbreitet werden. 1388 mußte zum Beispiel die Abtei Johannesberg für eine handgeschriebene Bibel 70 Goldgulden bezahlen. -Ein Ochse kostete damals 2 Goldgulden; eine handgeschriebene Bibel war so viel wert wie eine Rinderherde. - 1522 dagegen wurden von Luthers Übersetzung des Neuen Testaments allein in Wittenberg in drei Monaten 5000 Exemplare für anderthalb Gulden das Stück verkauft. In unserem Geld sind das ungefähr 20 Mark.

Aktuelle Ereignisse wurden nun durch Flugblätter und Broschüren rasch bekannt. Der intensive geistige Austausch zwischen allen Lesekundigen sorgte für eine vorher nie dagewesene Ausbreitung neuer Ideen. Ohne den Buchdruck hätten weder die Gedanken der Renaissance noch des Humanismus und der Reformation einen so starken Einfluß gewinnen können. Allerdings darf man sich über die Breitenwirkung keine falschen Vorstellungen machen. Es dauerte lange, bis außerhalb der Gelehrtenkreise der Die Rotationsmaschine von Robert Hoe wurde 1846 in Betrieb genommen; sie konnte bereits 20000 Drucke pro Stunde leisten und brauchte dazu 25 Arbeiter als Bedienungspersonal.



Computer im Unterricht an den Schulen sind heute schon fast selbstverständlicher Alltag. Pädagogische Konzepte für einen sinnvollen und gezielten Einsatz stehen im Brennpunkt der Bildungsdiskussion. (Siemens Museum München)



einzelne überhaupt die Chance hatte, sich durch Bücher Zugang zum Wissen seiner Zeit zu verschaffen. Die Fähigkeit zu lesen wuchs nämlich nur langsam: Nach optimistischen Schätzungen konnten in Mitteleuropa um 1700 etwa 15 Prozent, um 1830 wahrscheinlich 40 Prozent, 1870 bereits 75 Prozent und um die Jahrhundertwende schließlich 90 Prozent der Bevölkerung lesen. Wieviele Gebrauch davon machten, um eine bessere Bildung zu erlangen, ist damit noch nicht gesagt.

Im 19. Jahrhundert eröffnete schließlich die 'Presse' für das Publizieren von Informationen eine gänzlich neue Dimension. Die massenhafte Verbreitung von Nachrichten in kürzester Zeit wurde möglich. 1811 konstruierte Friedrich König die erste Druckerpresse, und rund 400 Jahre nach der Gutenbergschen Erfindung baute Robert Hoe 1846 in den USA die erste Rotationsmaschine. In der Lesekultur und der Ausbreitung von Bil-

dungsgütern vieler Art initiierten diese technischen Hilfsmittel einen regelrechten Sprung. Bücher und Zeitschriften waren nicht mehr das Privileg einer kleinen, wohlhabenden Gruppe der Gesellschaft, Möglichkeiten für eine bessere Bildung und Ausbildung eröffneten sich nun für weite Kreise der Bevölkerung.

Das eigentliche Zeitalter der Massenkommunikation begann allerdings erst mit der Einführung von Hörfunk und Fernsehen in unserem Jahrhundert. Heute steht nun jedem eine Vielfalt neuer technischer Informationsmöglichkeiten zur Verfügung. Millionenfach werden Computer, Textautomaten, Bildfernsprecher und Vorrichtungen für Kabel- und Satellitenübertragungen genutzt. Nicht nur in den Betrieben, sondern zunehmend auch in Bildungseinrichtungen und in den privaten Haushalten. Dabei steht die Entwicklung solch neuer technischer Medien erst am Anfang und erfaßt schon heute nahezu alle

Bildungsschichten, nahezu alle Altersund Berufsgruppen. Und für jeden stehen vielleicht schon bald die Erfahrungen der ganzen Welt in den eigenen vier Wänden zur Verfügung, jeder kann dann teilhaben an dem gespeicherten Wissen, und jeder hat zu jeder Zeit Zugang zu einer unübersehbaren Menge von Informationen.

Welche Auswirkungen diese technischen Erfindungen auf das Leben des einzelnen und der Gesellschaft haben werden, läßt sich nur in Ansätzen ahnen. Für die traditionellen Bildungsvorstellungen jedenfalls sind die Neuen Medien eine große Herausforderung. Viele Fragen eröffnen sich dabei: Muß sich das Bildungswesen wandeln und erweitern, um in der Erziehung den Menschen für einen überlegten Umgang mit der Technik ausrüsten zu können? Werden die zentralen Bildungsforderungen nach eigenständiger, schöpferischer geistiger und körperlicher Arbeit des Menschen und der Verwirklichung der Persönlichkeit noch zu erfüllen sein?

Der weite historische Bogen von der Erfindung des Alphabets bis zu den Massenmedien der Gegenwart wirft nur ein kurzes Schlaglicht auf die Vielfalt von Einflüssen und Beziehungen, die zwischen technischen Hilfsmitteln, technischen Verfahren und den Bildungszielen und Bildungssystemen einer Epoche bestehen. Einen umfassenden Überblick über die Wechselwirkungen zwischen technischer Entwicklung und Bildung gibt der kürzlich erschienene Band ,Technik und Bildung' der Buchreihe ,Technik und Kultur', die von der Georg-Agricola-Gesellschaft herausgegeben wird.

DIE AUTORIN

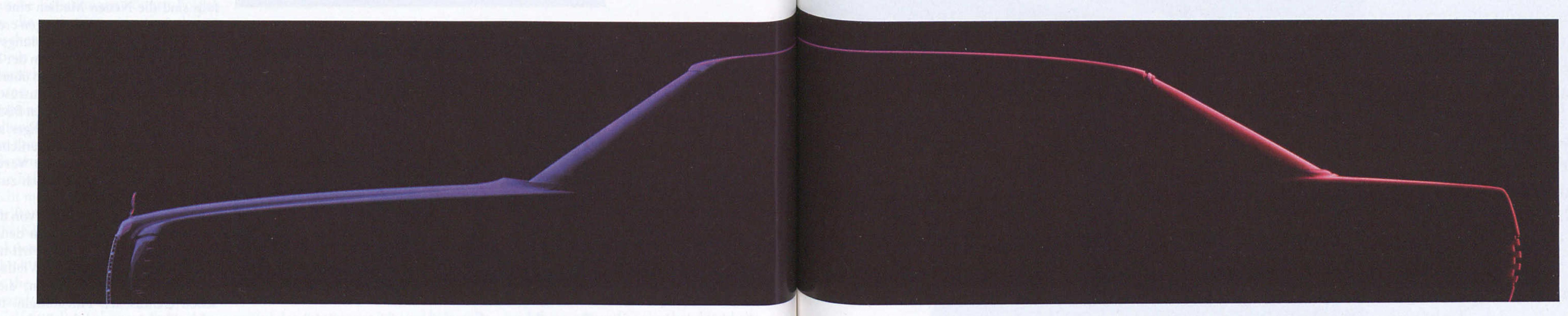
Charlotte Schönbeck, Dr. rer. nat., geb. 1936, Studium der Physik, Mathematik und Astronomie in Kiel, Dozentin für Technikgeschichte und Physikdidaktik an der PH Heidelberg, ist Wissenschaftsredakteurin der Georg-Agricola-Gesellschaft und verantwortlich für die Gesamtredaktion der Buchreihe, Technik und Kultur'.

"Kunst bleibt Kunst"

Johann Wolfgang von Goethe

einer übertriebenen Stromlinien-Ideologie zum Opfer gefallen, sondern hat seinen Charakter, sein Gesicht und seine Identität über die Jahre bewahrt.

Auch in Zukunft wollen wir unserer Rolle als führender Automobilhersteller gerecht



Ein Mercedes gehörte schon immer zu den anspruchsvollsten und faszinierendsten Automobilen seiner Zeit.

Seine mehr als hundertjährige Geschichte ist eine einzige Aneinanderreihung fahrzeugtechnischer Pionierleistungen: von der ersten Sicherheitszelle bis hin zu Systemen wie dem Airbag oder dem ABS.

Sein zeitloses, klassisches Design ist nie

werden, denn das Auto ist und bleibt der Motor unseres Konzerns.

Die Ingenieure von Mercedes-Benz haben Zugang zur Luft- und Raumfahrttechnologie, zu fortschrittlichster Kommunikationstechnik und Elektronik.

So nutzen wir für unsere Automobile alle Möglichkeiten der modernen Technik.

Der Rest bleibt Kunst.

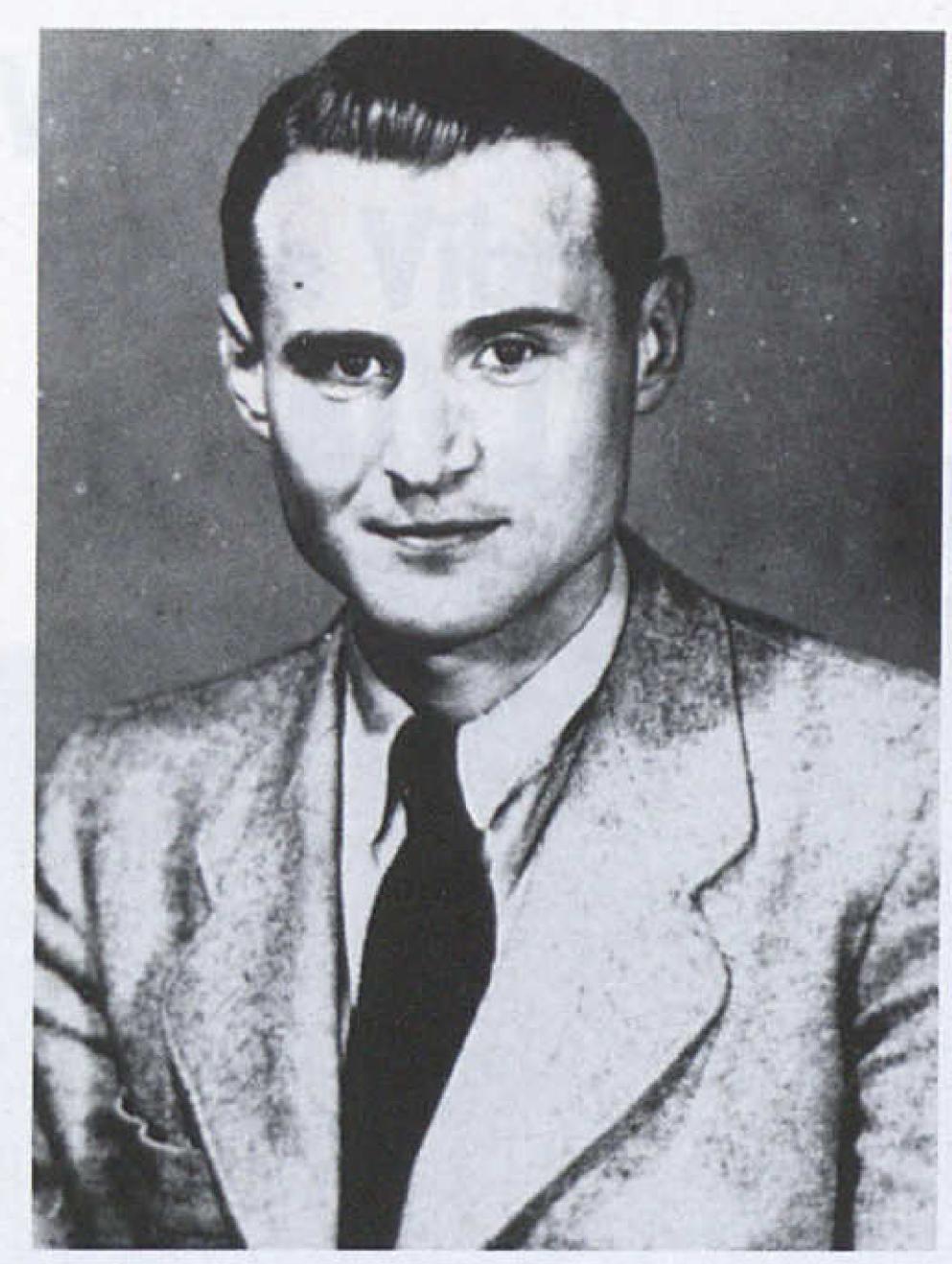
"Weniger Geräusch, keine Vibration!" 50 JAHRE TRIEBWERK

Walter Rathjen

"Ich fand, daß die Eleganz und die Geschmeidigkeit des Fliegens durch die enormen Vibrationen und Geräusche des Kolbenmotors und der Luftschraube sehr stark beeinträchtigt sind." Dieses eher ästhetische als technische Urteil Hans von Ohains stand am Anfang seiner Entwicklung eines Strahltriebwerks für Flugzeuge. 1939 revolutionierte er mit diesem radikal neuen Flugantrieb die Luftfahrt.

> et-set' und Jets kennt heute jedes Kind. Weltweit treffen sich Men-schen, die es sich leisten können oder die beruflich gezwungen sind, mal eben nach London, Paris oder gar für ein, zwei Tage nach New York zu jetten, um dort Geschäfte zu tätigen oder ihren Vergnügungen nachzugehen., Man' reist weit über den Wolken, in Höhen über 11 km, mit einer Geschwindigkeit von Mach 0,82 (ca. 900 km/h) und mehr. Und selbst der ,Normalverbraucher' fliegt für zwei bis drei Wochen nach Mexiko oder Thailand in den Urlaub. Schnelle, riesige Flugzeuge, Jumbo-Jets und Airbusse mit bis zu 500 Passagieren machen dies möglich. Angetrieben werden sie von Jet-Engines, also Strahl-Triebwerken, genauer Turboluftstrahl-





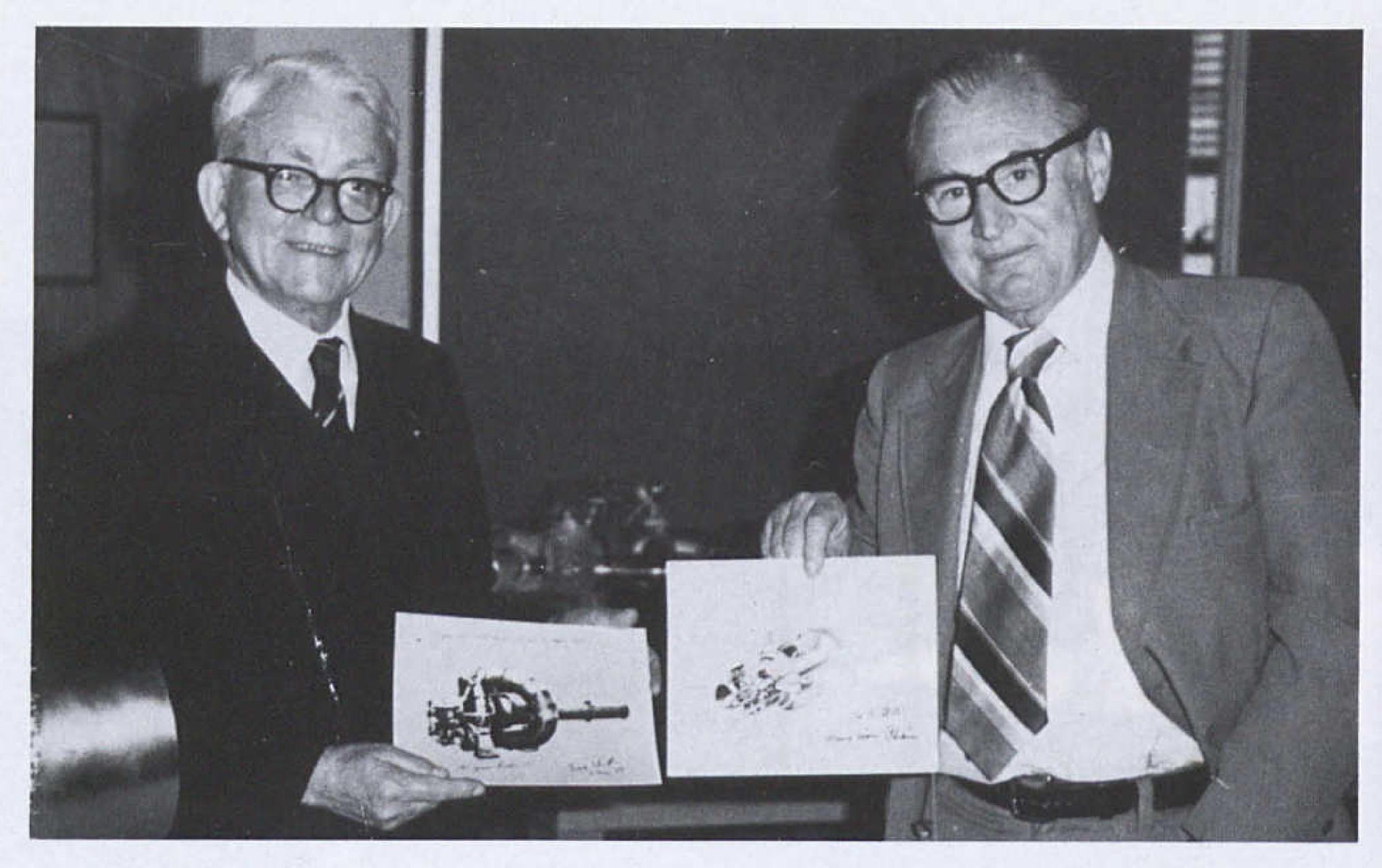
Der junge Hans von Ohain (geb. 1911)



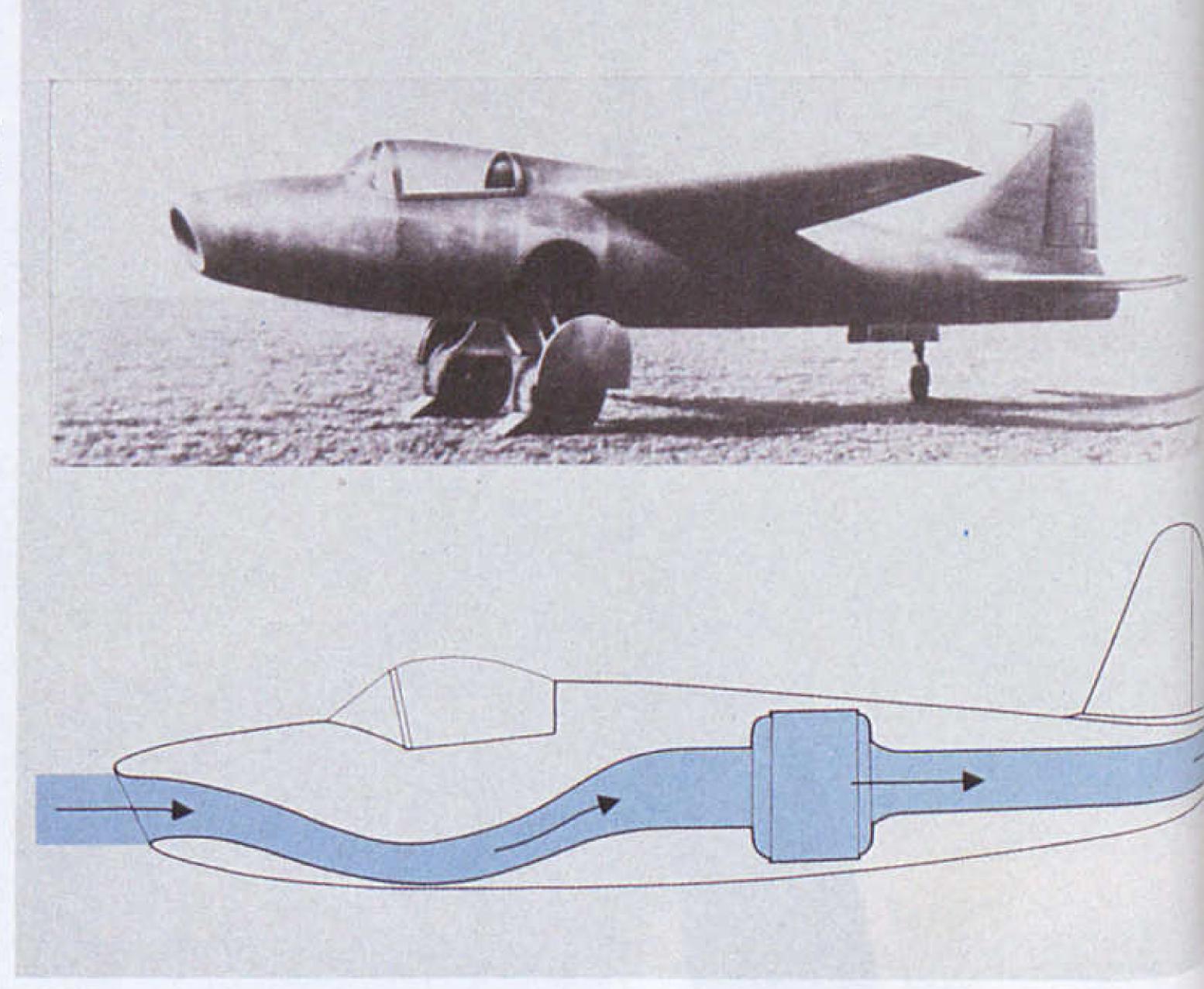
Frank Whittle (geb. 1907)

triebwerken. Noch vor 50 Jahren waren solche Dimensionen individueller Mobilität unvorstellbar. Die Technik der Flugzeuge reichte nicht einmal aus, einen regelmäßigen Passagierdienst über den Nordatlantik aufrecht zu erhalten. Und selbst vor 30 Jahren dauerte der Flug mit einem Propeller-Flugzeug der Lufthansa von Deutschland nach Amerika bis zu 18 Stunden.

Doch schon 1958, als die ersten großen Jets von Boeing und Douglas auf dem Markt erschienen, stiegen weltweit etwa 80 Millionen Menschen als Passagiere ins Flugzeug, UdSSR und China nicht mitgerechnet. Heute sind es bereits über 1000 Millionen. Und bis zum Jahr 2000 erwartet man sogar eine Verdoppelung dieser Passagierzahl.



Als sich von Ohain und Whittle nach dem Krieg kennenlernten, war eine gewisse Eifersucht nicht zu vermeiden. Dem einen war der Ruhm vergönnt, dem anderen das erste Patent und fortschrittlichere Konzept. Doch schon bald wurden sie gute Freunde.



Am 27. August 1939 startete die Heinkel 178 zum ersten Flug mit einem Strahltriebwerk, dem Heinkel-Ohain He S 3 B.

Wie alles begann

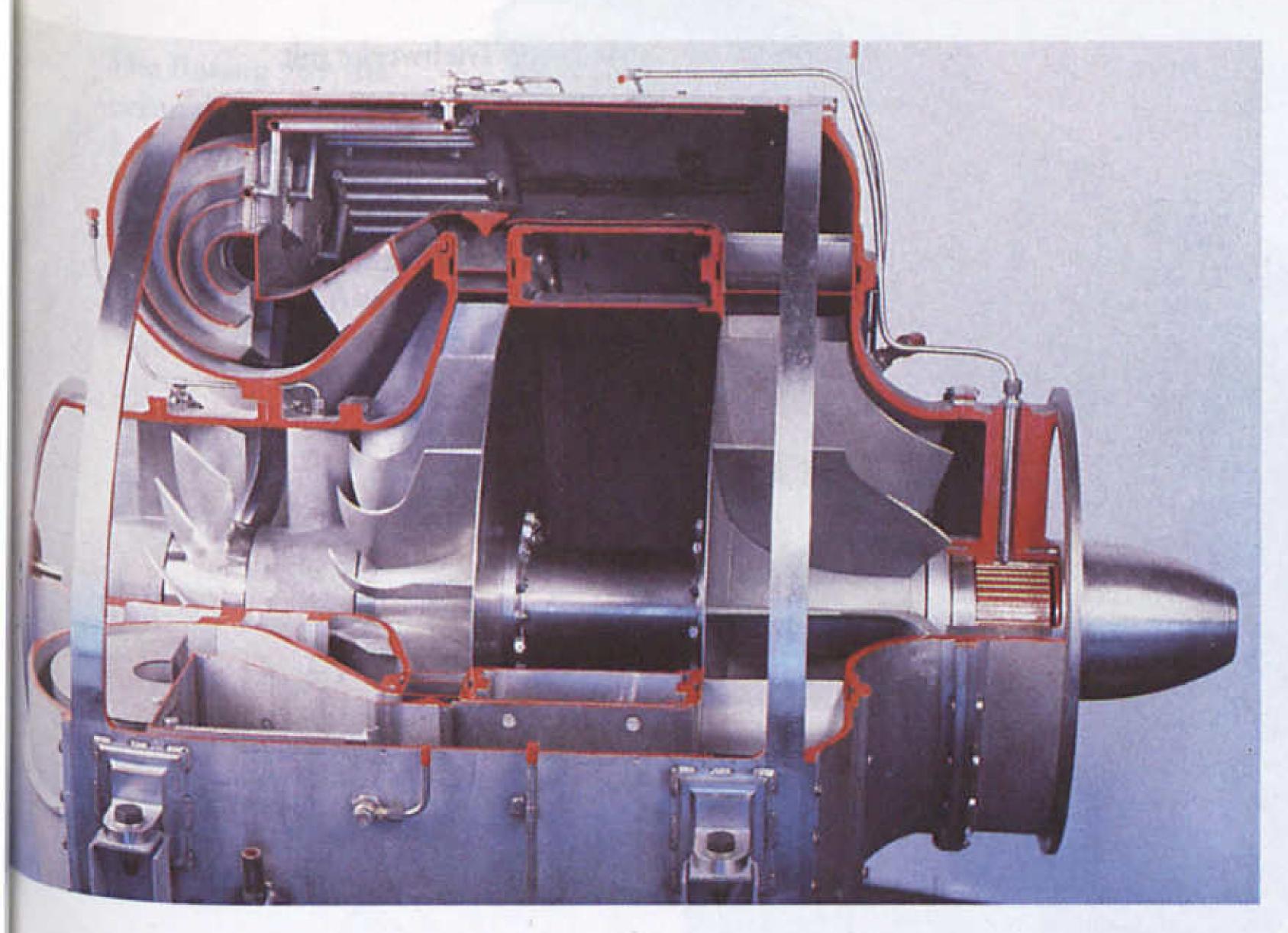
Vor 50 Jahren, genau am 27. August 1939, kündigte sich das neue Jet-Zeitalter in der Luftfahrt an. An diesem Tag, fünf Tage vor Ausbruch des 2. Weltkrieges, startete vom Werksflugplatz der Flugzeugwerke Heinkel in Rostock-Marienehe ein kleines Experimentalflugzeug mit einem radikal neuen Antrieb: die Heinkel He 178 mit dem Turbo-Luftstrahltriebwerk He S 3 B. Ein großer Erfolg für den damals erst 27jährigen Physiker Dr. Hans Joachim Pabst von Ohain (geb. am 14. 12. 1911) und für den Flugzeugbau-Unternehmer Ernst Heinkel. Erstmals 1933 hatte von Ohain die Idee für ein neues Flugantriebskonzept gehabt, dazu den an Frechheit grenzenden

Mut und die schöpferische Kraft, als krasser Außenseiter dieses revolutionäre Konzept auch noch zu verfolgen und durchzusetzen. Und Ernst Heinkel – zwar Flugzeug-, nicht aber Triebwerksbauer, der von Motoren nur das Nötigste verstand – hatte soviel Weitsicht und persönliche Risikobereitschaft besessen, diesen jungen Mann 1936 sogar einzustellen, ihn mit aller Unterstützung zu versehen und experimentieren zu lassen.

Die Revolution

Was war nun so revolutionär an diesem Antrieb? Ohains Flugantrieb benötigte keinen Propeller mehr, und statt des Kolbenmotors war eine Turbine im Rumpf eingebaut. Kolbenmotor und besonders

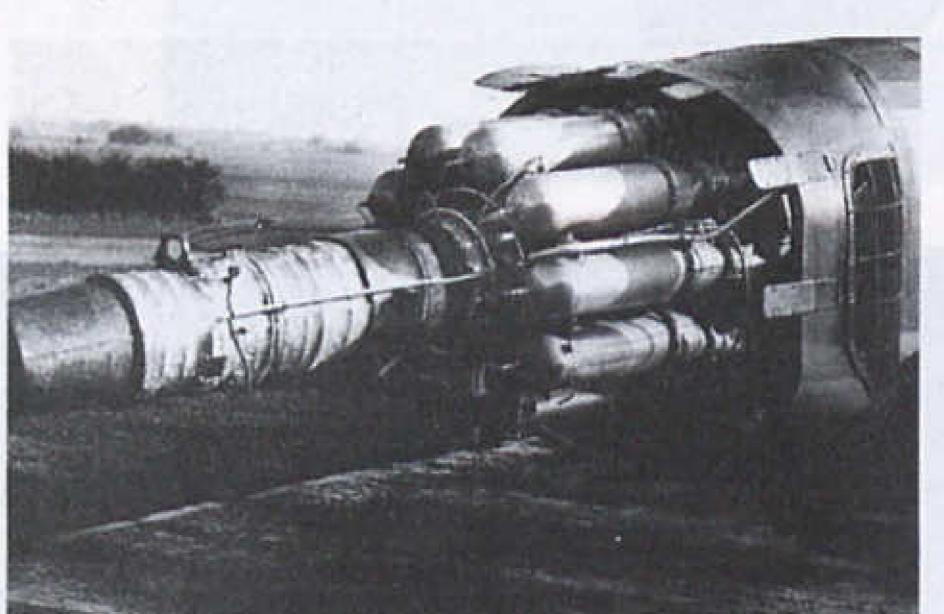
STRAHLTRIEBWERK

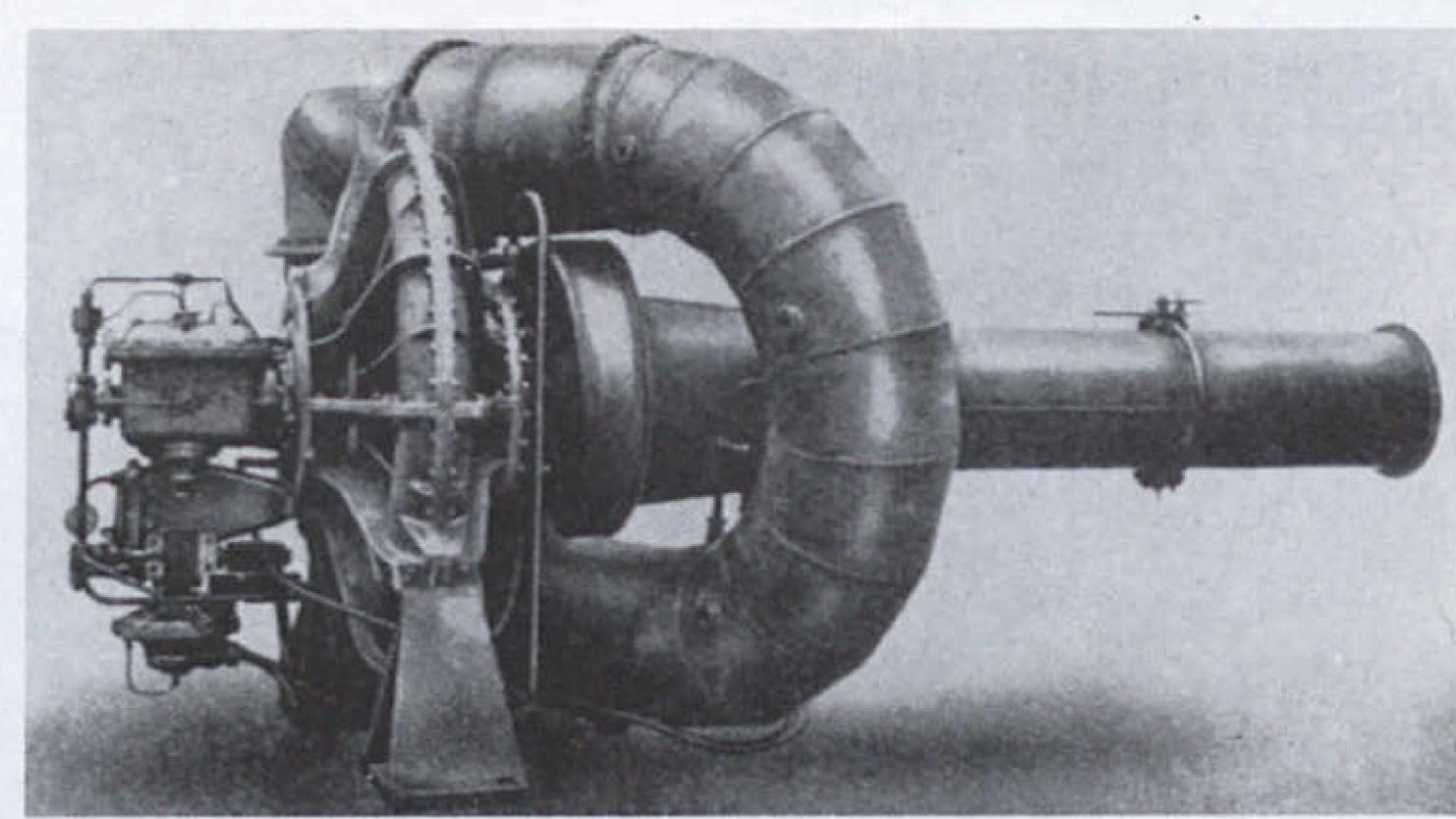


Das Strahltriebwerk Heinkel-Ohain He S 3 B im Deutschen Museum. Sowohl Kompressor als auch Turbine waren in radialer Bauart ausgeführt, um das Entwicklungsrisiko zu verringern.

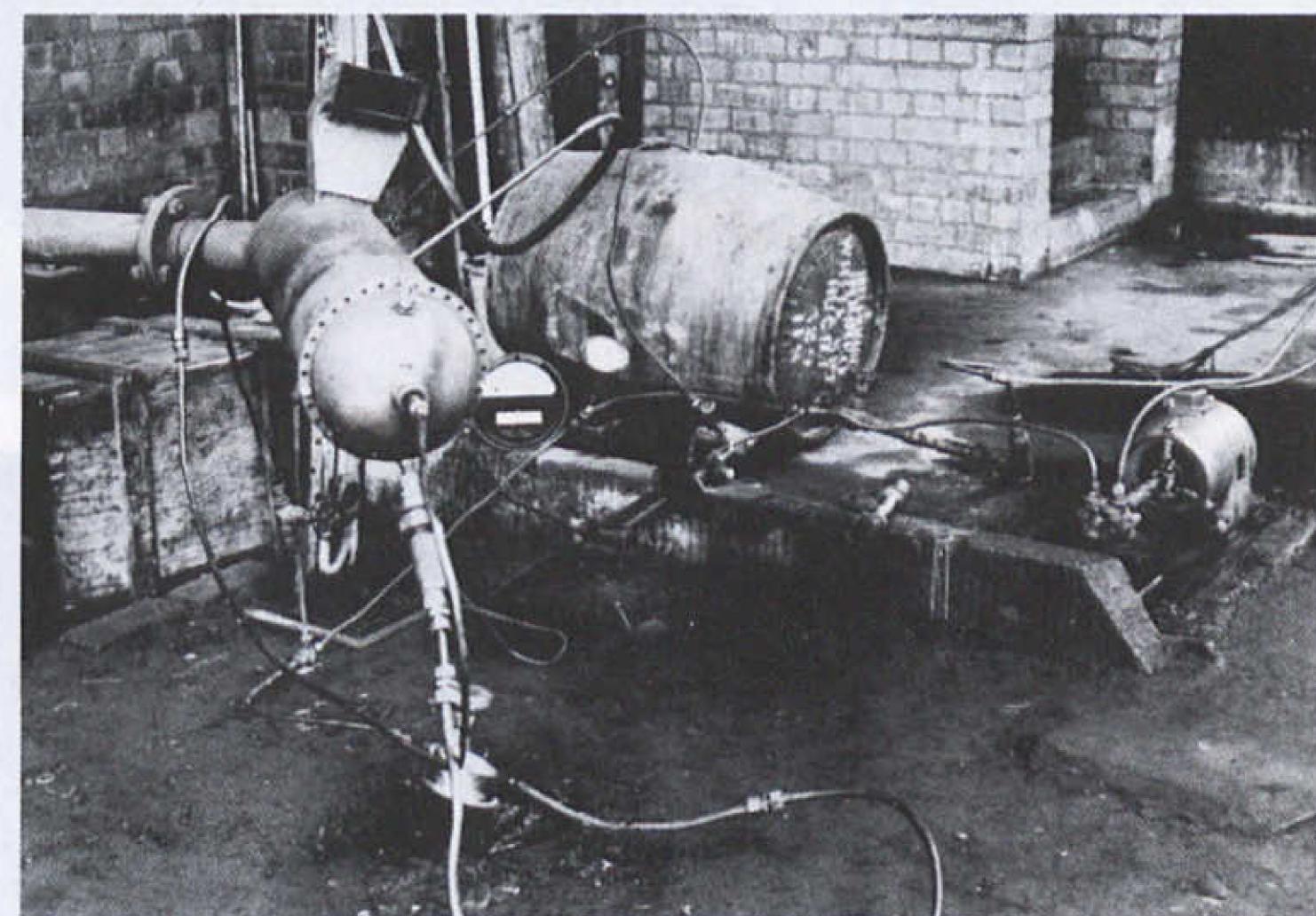
Das Triebwerk Wix von Frank Whittle. Der

Kompressor war in radialer Bauart, die Turbine in axialer Bauart ausgeführt. Dieses Konzept wurde während des Krieges auch für weitere britische und amerikanische Triebwerke beibehalten.

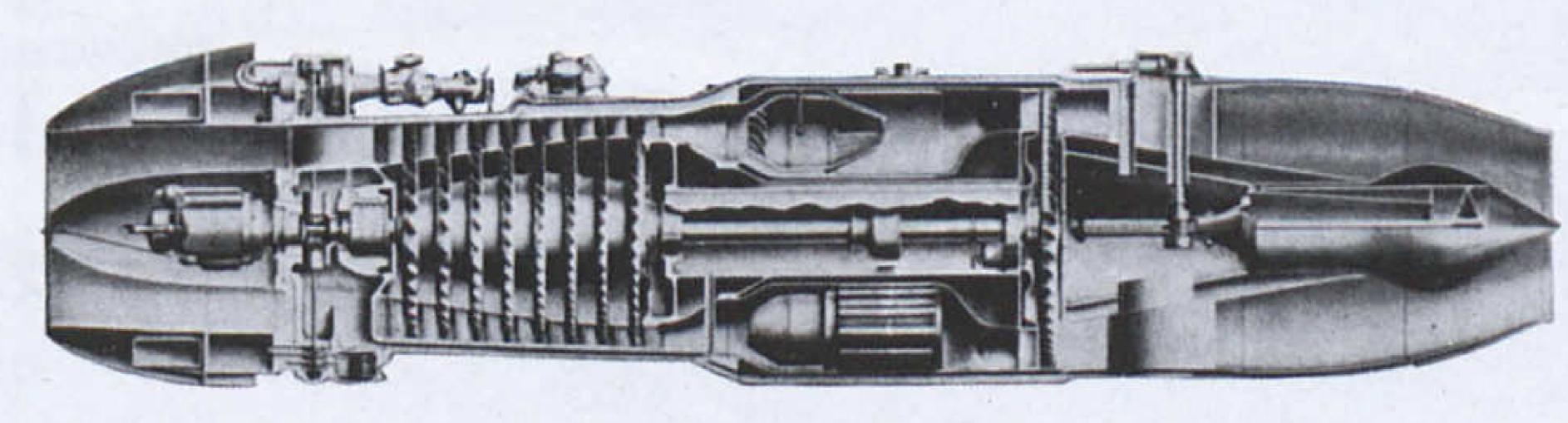




Die erste Version von Frank Whittles Experimentaltriebwerk.



Versuchsaufbau zu den ersten Brennkammerversuchen Frank Whittles.



Das Axialtriebwerk Junkers Jumo 004, das erste in Großserie gebaute Turboluftstrahltriebwerk. Zunächst für die Messerschmitt Me 262, den ersten in Serie gebauten Strahljäger.

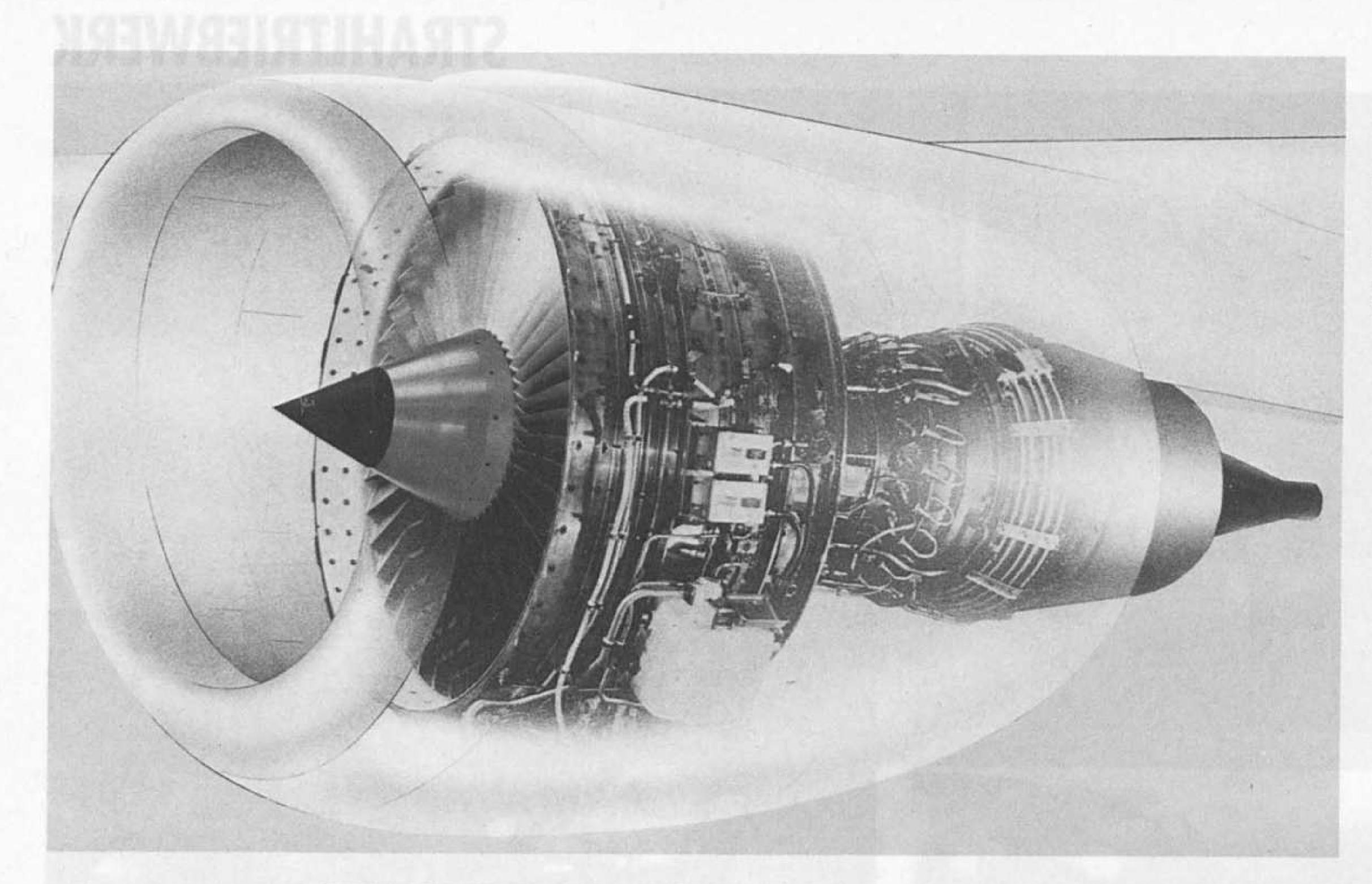
der Propeller gehörten damals aber zur Vorstellung vom Flugzeug wie der Stundenzeiger zur Uhr oder die Elektronenröhre zum Radio.

Allerdings hatte die forcierte Entwicklung in der Flugtechnik der 30er Jahre eine Situation geschaffen, die nach einem Antriebskonzept verlangte. neuen Schließlich ließen die Flugzeuge sowohl von der aerodynamischen Formgebung, also vom geringeren Luftwiderstand her, als auch seitens ihrer strukturellen, leichten und doch festen Bauweise immer höhere Fluggeschwindigkeiten zu. Der Geschwindigkeitsweltrekord lag 1934 immerhin bei 704 km/h und 1939 bei 750 km/h. Der Hemmschuh beim Erreichen noch höherer Geschwindigkeiten lag zuletzt im Propeller/Kolbenmotor-

Antrieb. Bei so hohen Fluggeschwindigkeiten geraten nämlich die Blattspitzen der Propeller bereits in den Bereich der Schallgeschwindigkeit. Dabei steigt der Luftwiderstand am Propellerblatt steil an, der Wirkungsgrad des Propellers fällt ebenso rapide ab. Eine unverhältnismäßige, höhere Motorleistung wäre aufzubringen, um noch höhere Geschwindig-Leistungssteigerung an Grenzen. Der Flugmotor ist wie ein normaler Automotor ein Benzinmotor, der nach dem 4-Takt-Ottoverfahren arbeitet. Dies ist im Grunde ein recht uneffektiver Prozeß. Denn von den vier Takten liefert nur einer, der dritte Takt, beim Expandieren die gewünschte Arbeit.

Dabei bewegt sich ein schwerer Kolben hin und her, was eine Beschleunigung und Verzögerung von Massen und damit hohe Massenkräfte bedeutet. Höhere Leistung forderte mehr Zylinder pro Motor - bis zu 28 wurden praktisch verwirklicht -, ferner höhere Drehzahlen und damit immer stabilere und schwerere Konstruktionen.

keiten zu erreichen. Doch auch der Die Diskrepanz zwischen dem schweren Kolbenmotor stößt hinsichtlich seiner Motor und dem vom Wesen her leichten und filigranen Flugzeug war Hans von Ohain so auch der Anlaß, über ein neues Antriebskonzept nachzudenken: "Ich fand, daß die Eleganz und die Geschmeidigkeit des Fliegens durch die enormen Vibrationen und Geräusche des Kolbenmotors und der Luftschraube sehr stark beeinträchtigt sind." 1933 kam er



Moderne Triebwerke mit
Frontgebläse nutzen
zumindest teilweise die
Vorteile großer Propeller.
Hier ein zukünftiges
Propfan-Triebwerk, das in
den 90er Jahren das Aussehen der
Flugzeuge bestimmen könnte.

Der Stratosphärenbomber
B-47, das erste
Großflugzeug mit
Pfeilflügeln.

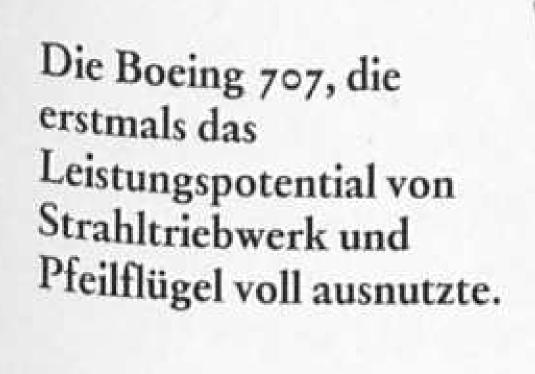


schließlich zu der Überzeugung, "daß ein stetiger Arbeitsprozess, d. h. stetige Kompression, Verbrennung und Expansion wesentliche Vorteile gegenüber dem unstetigen Kolbenprozess haben würde. Weniger Geräusch (jedenfalls innerhalb des Flugzeuges) keine Vibrationen und vor allem eine sehr viel größere Leistung in Bezug auf Volumen und Gewicht des Triebwerks".

Diese Eigenschaften bot allein, wie von Ohain erkannte, das Turbinentriebwerk. Bei diesem gibt es nur rotierende Massen, die, sofern die Rotoren gut ausgewuchtet sind, kaum Schwingungen und nur geringe Massenkräfte erzeugen. Die Konstruktion kann selbst bei hohen Leistungen leicht sein. Dabei hatte von Ohain Glück. Er fand in seinem Professor Roberth Pohl einen verständnisvollen Förderer und in Ernst Heinkel den potenten, ehrgeizigen Partner.

Ab April 1936 verwirklichte er unter strengster Geheimhaltung, ohne Wissen und Förderung des Reichsluftfahrtministeriums, sein revolutionäres Triebwerkskonzept. Heinkel gab ihm mit Gundermann und Hahn fähige Mitarbeiter an die Hand und stellte ihm Wissen und Erfahrung seiner Firma zur Verfügung.

Und von Ohain ging ganz pragmatisch vor. Des schnellen Erfolgs wegen und um wichtige Erfahrungen zu sammeln, baute er zunächst ein mit Wasserstoff betriebenes Testgerät, was schon im März 1937 auf dem Prüfstand lief. Erst danach ging er an die Konstruktion des Flugtriebwerkes. Auch dieses war zunächst als reines Experimentaltriebwerk anzusehen, das zuvorderst den Nachweis der Funktionsund Flugfähigkeit bringen sollte. So waren sowohl Kompressor als auch die Turbine in radialer Bauart ausgeführt. Nach dem erfolgreichen Erstflug machte sich von Ohain dann sofort an die Konstruk-







Der Boeing 747 Jumbo-Jet beim Rollout in Seattle 1968.

tion eines neuen Triebwerks, und Hein- Ohain in die USA, wo er bis zu seiner Reichsluftfahrtministeriums eine eigene leistungsfähige Triebwerksgruppe aufzubauen, was ihm schließlich auch gelang. Doch obwohl technisch ausgereifte und fortschrittliche Triebwerke bis zur Serienreife vorangetrieben wurden, ging keines der Triebwerke, nicht zuletzt bedingt durch die Kriegsereignisse, in die Serienfertigung.

Gleich nach dem Krieg ging Hans von

kel ließ den ersten Strahljäger, die Pensionierung als "Chief Engineer" und He 280, entwickeln. Dabei versuchte ,Chief Scientist' in führender Position Heinkel in den folgenden Kriegsjahren auf dem Triebwerkssektor und verwandgegen den anfänglichen Widerstand des ten Gebieten wissenschaftlich aktiv blieb. Auch heute ist der mittlerweile 78jährige von Ohein noch als Berater für Hyperschallfragen und als Universitätsprofessor tätig.

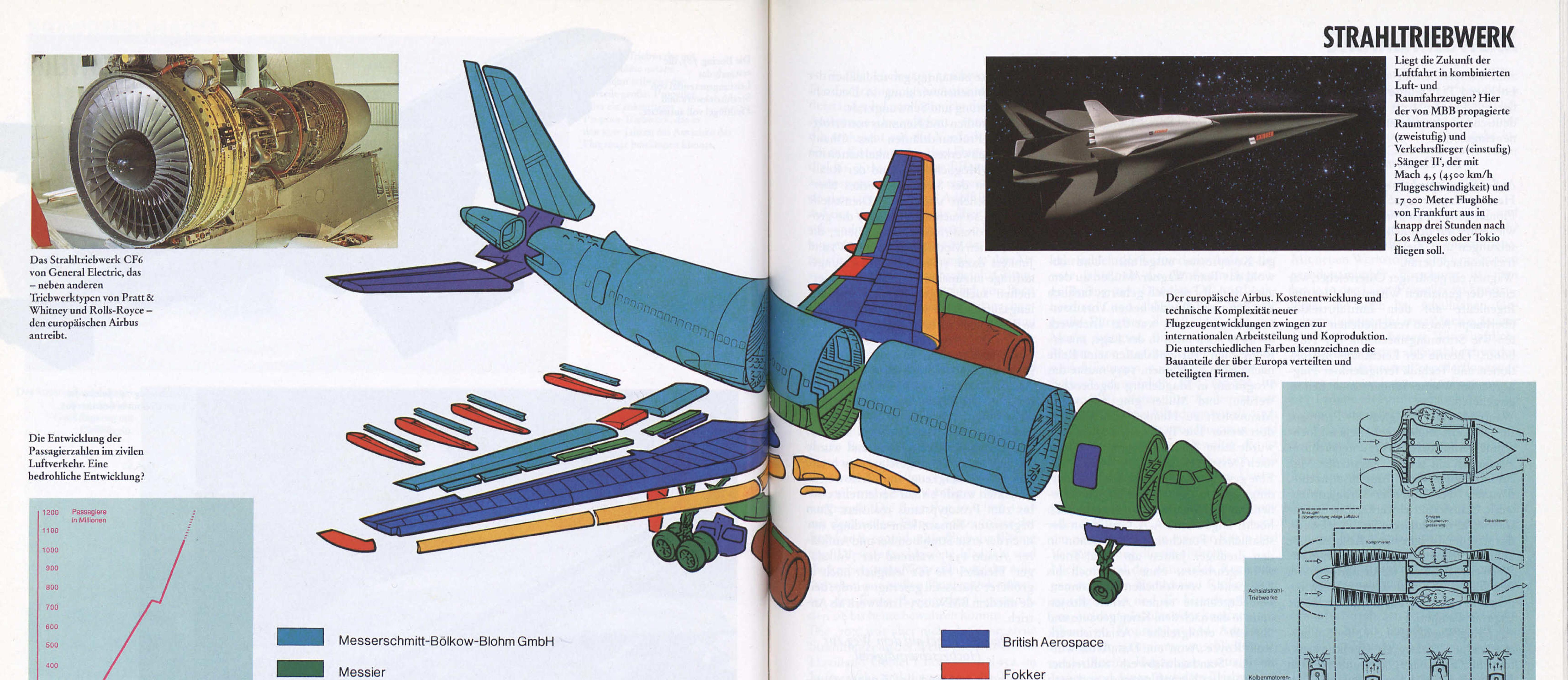
Der große Konkurrent

Doch von Ohain war nicht der einzige ,Revolutionär'. In England hatte sich der technisch und fliegerisch ausgebildete Luftwaffenoffizier Frank Whittle (geb.

am 1.6. 1907) bereits 1930 ein Patent über einen Turboluftstrahlantrieb erteilen lassen. Jedoch war er aus ganz anderen Motiven auf das neue Triebswerkskonzept gestoßen.

Whittle hatte nämlich in einer Studienarbeit herausgefunden, daß man, um weit und schnell fliegen zu können, hoch fliegen muß - viel höher als es mit dem verfügbaren Kolbenmotor/Propeller-Antrieb möglich war. Die Suche nach dem alternativen Antrieb führte ihn dabei über Umwege schließlich zur Strahlturbine.

Allerdings konnte er die etablierten Wis-



Aérospatiale

CASA

Hilfe von finanziellen Förderern eine Im Juni 1939 erhielten Whittle und seine britischen Inseln aufs äußerste bedrohte. kleine Firma ,Power Jets' zu gründen Firma ,Power Jets' endlich den Auftrag Man suchte dringend nach einer Waffe und mit dem Bau eines Versuchstrieb- zum Bau eines Flugtriebwerks und die gegen die Höhenbomber. werks zu beginnen. Im April 1937 lief es Firma, Gloster Aircraft Company' wurde Als im Laufe des Jahres 1942 die Alliierbereits auf dem Prüfstand. ausgewählt, das Flugzeug zu konstruie- ten allmählich die Luftüberlegenheit er-

Vorgesetzten für diese Zeit für weitere Am 15. Mai 1941, knapp zwei Jahre spä- nach, und man konnte der Qualität der Studienarbeiten vom Dienst freigestellt. ter als in Deutschland, flog auch in Eng- Triebwerke, ihrer Zuverlässigkeit, Lei-Und endlich flossen, wenn auch wenig land das erste Düsenflugzeug, die Glo- stungsfähigkeit und ihrem Wirkungsund langsam, finanzielle Mittel des Luft- ster E 28/39. Andere Firmen wie De grad endlich mehr Aufmerksamkeit wid-

senschaftler und Politiker nicht von der Und auch zum "Royal Aircraft Establish- Rolls Royce schalteten sich nun ebenfalls Richtigkeit seines Konzeptes überzeu- ment', der staatlichen Luftfahrtfor- in die Triebswerksentwicklung ein und gen. Auch fand er in England keinen schungsanstalt, intensivierten sich die arbeiteten an Konzepten und Prototy-Heinkel'. Erst 1936 gelang es ihm, mit Kontakte. pen. Zumal Deutschlands Luftwaffe die

Wenigstens hatten ihn seine militärischen ren. rangen, ließ der äußere Druck etwas fahrtministeriums in die Entwicklung. Havilland, Amstrong Siddely, Vickers, men. Im März 1943 machte der erste in

sächlich zur Abwehr gegen die fliegende gewählt, weil sie reiche Erfahrung auf Bombe V 1 eingesetzt.

1941 erfährt dann der US-General H. H. Abgasturbolader hatte und deshalb mit Hap' Arnold von dem Strahltriebwerk den theoretischen (Aero- und Thermo-Whittle's und - überzeugt von den Mög- dynamik) und praktischen (Fertigungslichkeiten, die in diesem Konzept ver- technik, Prüftechnik) Erfordernissen borgen sind – gibt er der Firma General dieser neuen Technologie vertraut Electric den Auftrag, schnellstens das war. Triebwerk zu übernehmen und weiterzu- Nur ein Strahljäger, die Lockheed P-80, führen. Nur ein Jahr später fliegt bereits der "Shooting Star", ging noch während das erste amerikanische Düsenflugzeug, des Krieges in Serie, kam aber nicht mehr

Serie gebaute britische Strahljäger, die die Bell Airacomet XP-59 A, mit einem Gloster Meteor, das britische Gegen- verbesserten Whittle-Triebwerk. Zwar stück zur Me 262, seinen Jungfernflug. hatte General Electric bis dahin noch kei-Er wurde während des Krieges haupt- ne Flugmotoren gebaut, wurde aber ausdem Gebiet der Dampfturbine und der Geschwindigkeit durch den relativ

General Electric/Pratt & Whitney

Belairbus

Vergleich Kolbenmotor/Turboluft-Strahltriebwerk. Während der Kolbenmotor intermittierend in vier Takten arbeitet, läuft das Turbinentriebwerk ununterbrochen kontinuierlich. Allerdings wird der gesamte Luftstrom beim Strahltriebwerk mit hoher geringen Rohrdurchmesser nach hinten ausgestoßen. Damit wird zwar ein hoher Schub, aber auch viel kinetische Verlustenergie erzeugt. Im Gegensatz dazu erfaßt der Propeller mit seinem großen Durchmesser eine viel größere Luftmasse, die er nach hinten wegstößt. Bei gleichem Schub ist also die Abstromgeschwindigkeit und damit auch die Verlustenergie wesentlich geringer.

HMBWEBISITIHASTZ

zum Einsatz. Unter der Bezeichnung Lockheed T-33 wurde sie später in großer Stückzahl gebaut und auch in der deutschen Luftwaffe nach 1956 als Trainer eingesetzt.

Der Dritte im Bunde

Außer Whittle und von Ohain verdient es Herbert Wagner (1900–1982), als dritter Pionier genannt zu werden. Auch er ging wiederum mit deutlich anderen Voraussetzungen und Zielen an das neue Antriebskonzept heran.

Wagner, ein gebürtiger Österreicher, war einer der genialsten Wissenschaftler und Ingenieure auf dem Luftfahrtsektor überhaupt. Auf so verschiedenen Gebieten wie Strömungsmechanik der Flugboote, Theorie der Leichtbaukonstruktionen und Technik ferngelenkter Flugkörper hat Wagner fundamentale Beiträ-

ge geliefert.
Während seiner Tätigkeit als Professor für Luftfahrt an der Technischen Hochschule Berlin (1930–1935) untersuchte er zusammen mit seinem Assistenten Max Adolf Müller neue Antriebskonzepte, darunter das Propeller-Turbinentriebwerk, Staustrahltriebwerke, Zweistromtriebwerke und auch ein Strahltriebwerk, das statt der Turbine einen Kolbenmotor zum Antrieb des Kompressors benützte. Solch ein Triebwerk wurde übrigens von dem Italiener Secondo Campini verwirklicht und 1940 zum Fliegen gebracht, die

Caproni Campini.

1935 ging Wagner als Leiter der Sonderentwicklung, später als Chefkonstrukteur für Flugzeuge, zu Junkers nach Magdeburg und nahm sofort ein Entwicklungsprogramm für Strahltriebwerk in Angriff, dessen Leitung er M. A. Müller übertrug. Die Junkers Flugzeug- und Motorenwerke waren eines der ganz wenigen Luftfahrtunternehmen der Welt, die am Gesamtsystem Flugzeug, an Flugzeugzelle, Motor, Propeller beziehungsweise Verstellpropeller arbeiteten. So schien gerade diese Firma viel eher dazu ausersehen zu sein, ein neues Flugzeugantriebssystem zu konzipieren, als etwa BMW oder Daimler-Benz, die nur Flugmotoren herstellten und zudem noch zur Autoindustrie gehörten.

Dennoch fiel es Wagner schwer, für sein Programm Verständnis und Unterstützung zu finden. Bezeichnend dafür ist, daß die Arbeiten im Flugzeugwerk Magdeburg liefen, nicht etwa im Flugmotorenwerk und dem Hauptsitz der Firma in Dessau.

Wagner und Müller setzten von vornherein auf ein Triebwerk in axialer Bauart, ein Konzept also, das, wie sich später zeigte, das größte Entwicklungspotential bot, anfangs aber zugleich die größten strömungsmechanischen und fertigungstechnischen Probleme aufwarf. Von Ohain war hier vorsichtiger gewesen: Bei seinem Triebwerk He S 3 B waren sowohl Kompressor als auch Turbine in radialer Bauart, bei Whittle nur der Kompressor in radialer Bauart als Zentrifugal-Kompressor ausgeführt. Und obwohl das Team Wagner/Müller, zu dem auch Rudolf Friedrich gehörte, fachlich gesehen zweifellos die besten Voraussetzungen mitbrachte, war das Triebwerk bis 1939 noch nicht in der Lage, mit erfolgreichen Prüfstandsläufen seine Reife nachweisen zu können. 1939 mußte das Programm in Magdeburg abgebrochen werden, und Müller ging mit seiner Mannschaft zu Heinkel und arbeitete dort weiter. Die Triebwerksentwicklung wurde zum Junkers-Flugmotorenwerk nach Dessau verlegt.

Eine gewisse Parallele läßt sich hier allerdings zu den Abläufen in England ziehen. Auch hier hatte der wissenschaftlich höchst angesehene A. A. Griffith an der staatlichen Forschungsanstalt schon in den dreißiger Jahren am Axial-Triebwerk gearbeitet, ohne es jedoch bis Kriegsende verwirklichen zu können. Die Ergebnisse seiner Arbeit flossen dann in das nach dem Krieg gebaute und überaus erfolgreiche Axialtriebwerk Rolls Royce, Avon' ein. Das, Avon' wurde das Standardtriebwerk zahlreicher europäischer Kampfflugzeuge und auch der ersten Strahlverkehrsflugzeuge wie der de Havilland ,Comet' und der Sudaviation, Caravelle'.

Der Staat übernimmt die Initiative

Die etablierte Motorenindustrie stand in Deutschland dem neuen Antriebskonzept zunächst skeptisch bis ablehnend gegenüber. Einerseits schien die Realisierbarkeit des Turbinentriebwerkes nicht deutlich zu sein, andererseits war die Industrie mit Rüstungsaufträgen völlig ausgelastet. Außerdem war die Motorentechnik durch die Einschränkungen des Versailler Vertrages um Jahre hinter den Stand des Auslandes zurückgefallen - vor allem gegenüber den USA und England. Es galt also, den Rückstand aufzuholen. Diplomingenieur und Fliegerstabsingenieur Helmut Schelp, im Reichsluftfahrtministerium für Sondertriebwerke zuständig, gab schließlich der Strahlturbinenentwicklung in Deutschland Richtung und Schwungkraft.

Eigene Studien und Kenntnis von erfolgreichen Prüfstandsläufen des Ohainschen Triebwerkes bei Heinkel hatten ihn von den Möglichkeiten und der Realisierbarkeit des Strahltriebwerkes überzeugt. Schelp und seine Dienststelle drängten so auch Anfang 1939 die großen Motorenfirmen Daimler-Benz, die Bayerischen Motorenwerke (BMW) und Junkers dazu, staatliche Entwicklungsaufträge anzunehmen. Parallel dazu erhielten auch Flugzeugwerke Entwicklungsaufträge. Die wichtigsten Ergebnisse dieser überaus breit angelegten Initiative und des Programms waren:

Ein Triebwerk, das Junkers Jumo 004, ging mit ca. 6000 Stück rasch in Großserie, ein zweites, das BMW 003, wurde mit rund 450 Stück lediglich in Kleinserie gefertigt. Der erste in Serie gebaute Strahljäger, die Messerschmitt Me 262, flog erstmals am 18.7. 1942 und wurde ab 1944 im Krieg eingesetzt; eine breite Palette von Flugzeug- und Triebwerksprojekten wurde bis zur Serienreife oder bis zum Prototypstatus realisiert. Zum begrenzten Einsatz kam allerdings nur noch der erste Strahlbomber und Aufklärer ,Arado 234', während der ,Volksjäger' Heinkel He 162 lediglich noch in größerer Stückzahl gefertigt wurde; beide mit dem BMW 003-Triebwerk als Antrieb.

Der Pfeilflügel auf dem Weg zur Hochgeschwindigkeit

Alle noch während des Krieges eingesetzten Strahlflugzeuge waren noch in
herkömmlicher Bauweise und ebenso
herkömmlicher aerodynamischer Formgebung konstruiert. In Entwürfen und
Prototypen der deutschen Flugzeugwerke kündigte sich aber schon die dem revolutionären Triebwerk angepaßte, neue
Form der Flugzeuge an, charakterisiert
durch den 'Pfeilflügel'.

Das physikalisch-technische Prinzip dieser Flügelform ist vereinfacht gesagt folgender: Dank der Strahltriebwerke können Flugzeuge höhere Geschwindigkeiten erreichen. Nähern sie sich der Schallgeschwindigkeit, so steigt der Luftwiderstand drastisch an. Dieses Phänomen zeigt sich je nach Flugzeug ab etwa 75% bis 80% der Schallgeschwindigkeit. Den Widerstandsanstieg zu höheren Geschwindigkeiten kann man nun verschieben, wenn der Flügel pfeilförmig nach

STRAHLTRIEBWERK

vorne oder rückwärts geschwenkt wird. Für die Erzeugung von Auftrieb und Widerstand wird nämlich nicht die absolute Anströmgeschwindigkeit, sondern nur die senkrecht auf die Vorderkante treffende Komponente der Fluggeschwindigkeit wirksam. Dieser Effekt ist zwar keineswegs unmittelbar einsehbar, wurde aber schon 1935 von Adolf Busemann auf der Volta-Konferenz über Hochgeschwindigkeitsaerodynamik in Rom vorausgesagt. 1939/40 wurde der Pfeilflügeleffekt schließlich erstmals in der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen untersucht und tatsächlich von Betz, Ludwieg, Straßl experimentell nachgewiesen. Woran kurz zuvor noch niemand zu glauben wagte, der Weg zum Überschallflug schien jetzt offen zu sein.

Die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten flossen nach dem Krieg unmittelbar in die neuen Flugzeugprojekte der Alliierten ein. Ein Beispiel dafür ist der Strahlbomber Boeing B-47. Boeing-Aerodynamiker Schairer hatte am entschiedensten und schnellsten die konventionellen Flugzeugentwürfe seiner Firma gestoppt und auf Pfeilflügel umgestellt. Die B-47 flog so schon 1947 mit dem neuem Flügel. Später folgte der Bomber B-52 und schließlich die Boeing 707. Dieses entschlossene Handeln und die konsequente Weiterführung der militärischen zur zivilen Flugtechnik sicherten der Firma Boeing den Vorsprung, den sie bis heute bewahren konnte.

Die ,707' war aber nicht das erste zivile Strahlflugzeug der Welt – die britische de Havilland Comet I flog schon 1952 im Luftverkehr und die sowjetische Tu 104 1956 –, sie war aber das erste Flugzeug, das die revolutionären Möglichkeiten des Strahltriebwerks und des Pfeilflügels hinsichtlich Geschwindigkeit und Größe in vollem Umfang nutzte und damit das neue Zeitalter im Luftverkehr einleitete. Mit doppelter Größe, verglichen zu den Propellerflugzeugen, und nahezu doppelter Geschwindigkeit vervierfachte sich so die Transportleistung.

Das Flugzeug als Massenverkehrsmittel

Im Rüstungswettlauf des kalten Krieges mußten und konnten Jagdflugzeuge mit Strahltriebwerken für immer höhere Geschwindigkeiten ausgelegt werden. Mehr als zweifache Schallgeschwindigkeit (über 2000 km/h) wurde bald zum Standard der 'Düsenjäger'. Im Verkehrsflugzeugbau dauerte es ein gutes Jahr-

zehnt länger, bis die Strahltriebwerke die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Kolbenmotore erreichten und diese ablösen konnten. Dafür waren die großen Jets von Boeing (die 707) und von Douglas (DC-8), die 1958 auf den Flughäfen erschienen, fast doppelt so groß und schnell wie die damaligen 'Props'. Interkontinentalreisen wurden um eine ganze Klasse schneller, bequemer und sogar billiger.

Den nächsten Schub zum Massenverkehr erhielt der Luftverkehr Anfang der 70er Jahre, als die Großraumflugzeuge Boeing 747, Douglas DC-10, Lockheed 1011 und schließlich auch der erste große Europäer, der 'Airbus', auf den Markt drängten. Bis zu 500 Passagiere konnte eine ,747' transportieren. Triebwerksleistungen, wie sie für diese ,Wide Bodies' erforderlich sind (20000 bis 30 000 kW) wären für Kolbenmotore völlig undenkbar. Allerdings wurde auch der Aufwand für die neue Flugzeug- und Triebwerksentwicklung gewaltig. Er ist mittlerweile so groß und risikoreich, daß die Kapazität auch der größten Unternehmen, etwa Boeing, McDonnell Douglas, General Electric, Pratt & Whitney oder Rolls-Royce, nicht mehr ausreicht, um neue Projekte in eigener Regie und Verantwortung durchzuführen.

Nicht einmal die nationalen Regierungen vermögen Kosten und Risiko allein zu tragen. So sind die Firmen gezwungen, sich auf globaler oder kontinentaler Ebene zu Konsortien und Arbeitsgemeinschaften zusammenzuschließen. An neuen Boeing-Flugzeugen partizipieren Italien und Japan, auf dem Triebwerkssektor arbeiten General Electric (USA) und Snecma (Frankreich) in gleichberechtigter Partnerschaft zusammen (CFM-International). In der International Aero Engines (IAE) sind unter anderem Pratt & Whitney (USA), Rolls-Royce (Großbritannien), MTU (Bundesrepublik Deutschland), Fiat Avazione und Japan Aero Engines beteiligt. Und das europäische Gemeinschaftsprojekt Airbus Industrie ist geradezu der Paradefall einer erfolgreichen internationalen Arbeitsteilung. Vom Flugzeug- und Triebwerkssektor erhielt die europäische Integration so auch zweifellos eine ihrer stärksten Schubkräfte. Die wirtschaftliche Größenordnung und technisch-wissenschaftliche Komplexität der Flugzeuge - neben ,Airbus' auch Militärflugzeuge wie z.B. der ,Tornado' - stellten komplexe Anforderungen, an denen die

Beteiligten in Staat, Wirtschaft und Wissenschaft die Fähigkeit zur erfolgreichen Zusammenarbeit zu lernen hatten. Dieser Integrationsprozeß wird sich – unter Einschluß der Staaten des Ostblocks, etwa UdSSR und China – so auch weiter fortsetzen.

Die Zukunft

Kolbenmotore sind für große und schnelle Flugzeuge endgültig nicht mehr gefragt, wohl aber Propellerantriebe. Mit neuen Werkstoffen und Ergebnissen aerodynamischer Forschung ist man heute in der Lage, Propeller zu konstruieren, die auch bei schallnahen Geschwindigkeiten bis etwa Mach 0,8 unter Umständen eine bessere Wirtschaftlichkeit erwarten lassen als Strahltriebwerke. - Große, langsamere Propellerflugzeuge gab es übrigens immer, allerdings mit einer Turbine als Antriebsmaschine. - Die Entwicklung in dieser Richtung wird ihren Erfolg in einer stetigen Verringerung des Brennstoffverbrauchs und der Lärmemission suchen.

Eine sprunghafte Veränderung in der Geschwindigkeit erhoffen sich Luft- und Raumfahrttechniker jedoch von einer neuen Generation von Hyperschallflugzeugen. Deren Antriebssystem bildet eine Kombination von Turbinentriebwerken und Staustrahltriebwerken. Letztgenannte enthalten überhaupt keine bewegten Massen mehr. Der Flug von Frankfurt nach San Franzisko soll dann nicht mehr elf Stunden, sondern nur noch drei Stunden benötigen. Doch ist dies noch "Zukunftsmusik" des nächsten Jahrtausends. Im Augenblick ist viel organisatorische Phantasie und Tatkraft erforderlich, damit die Revolution im Luftverkehr nicht an sich selbst erstickt. Eine realistische Sorge angesichts überfüllter Flughäfen, verstopfter Luftstraßen und endloser Wartezeiten. Man wird also sehen müssen, welche neuen Konzepte tatsächlich zukunftsträchtig sind. Vielleicht bietet sich ja erneut eine Lösung an, die heute noch kaum gesehen

DER AUTOR

Dr. Walter Rathjen, geb. 1939, war nach Tätigkeiten an der TU München und in der Industrie langjähriger Leiter der Abteilung Luft- und Raumfahrt im Deutschen Museum, wo er heute den Bereich Sammlungen leitet.



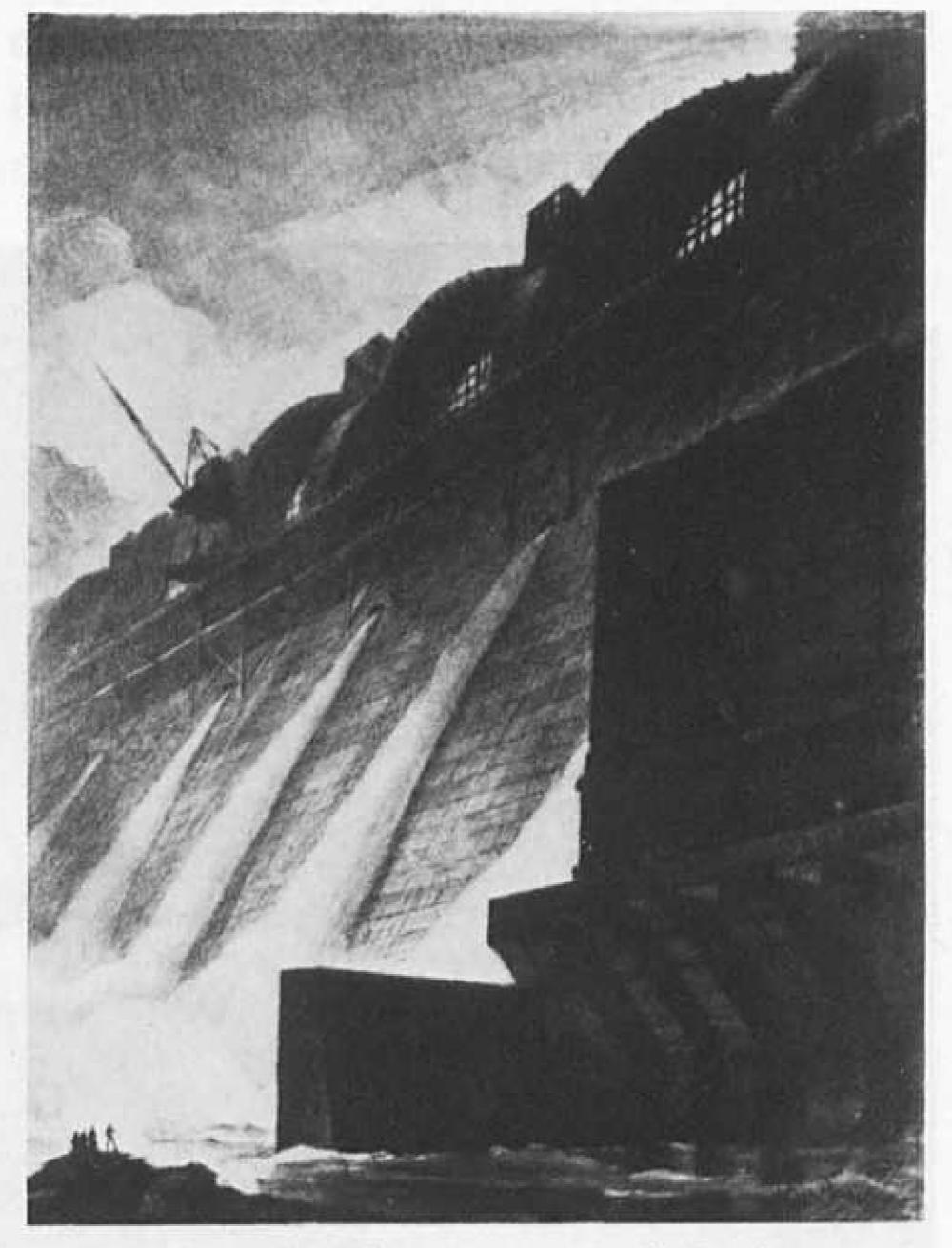
"DENKMÄLER VON ADEL UND KRAFT"

Wassermühlen und Wasserkraftwerke zwischen Nutzung und Erhalt

Michael Mende

"Eine neue Rasse von Giganten bevölkere nun die Erde", wähnte ein Berichterstatter beim Anblick der Baustelle des Hoover-Dam-Projekts. Und noch immer gelten die zukunftsweisend dimensionierten Wasserkraftwerke aus den Anfangsjahrzehnten unseres Jahrhunderts als Meisterwerke monumentaler Großtechnik. Daneben erscheinen die vielen kleinen Wassermühlen und Kleinstkraftwerke eher als Zeitzeugen vergangener Epochen. Entspricht dies aber der Wirklichkeit? Der Autor relativiert in seinem zweiteiligen Beitrag den Mythos "Wasserkraft".

Nahezu gleichzeitig nahm im letzten Jahr die Öffentlichkeit Notiz vom drohenden Abriß des Mainkraftwerks Kesselstadt und davon, daß das Werrakraftwerk Am letzten Heller' bei Hannoversch Münden wieder in Betrieb genommen worden sei. Beide Kraftwerke gehören zur Preußenelektra und verdanken ihre Existenz ursprünglich dem preußischen Gesetz über den Ausbau der Wasserkräfte im oberen Quellgebiet der Weser und im Maingebiet' von 1913, das auf das bereits 1905 verabschiedete Gesetz zur Hebung der Landeskultur, zur Verminderung von Hochwasserschäden und zur Ausgestaltung des Wasserstraßennetzes' gefolgt war. Beide Gesetze bildeten die Grundlage für die Pläne zum Bau des Mittellandkanals, zur Kanalisierung von Weser, Werra und Fulda sowie des Mains und ebenso für die Pläne zur Errichtung von Talsperren und Wasserkraftwerken, um einen für die Schiffahrt ausreichenden Wasserstand zu halten und Elektrizität zu gewinnen. Die Wasserkraftwerke von Kes-



Boulder Dam. Zeichnung von Hugh Ferriss, 1941.

selstadt und Hannoversch Münden markieren somit auch den Beginn staatlicher
Elektrizitätswirtschaft. Zusammen mit
Wasserkraftwerken am Main beziehungsweise an Eder, Diemel, Aller und
Weser und den großen Wärmekraftwerken in Borken und Ahlem bei Hannover
bildeten sie die Voraussetzung, zwischen
Bremen und Hanau weite Landgebiete
zu elektrifizieren. Schon in den 1920er
Jahren waren diese Kraftwerke nicht
mehr nur Ausgangspunkte regionaler
Überlandnetze, sondern bereits in ein
nationales Verbundnetz eingebracht.

Auch zu Beginn der 1920er Jahre galten die beiden Kraftwerke an Werra und Main nicht als Großkraftwerke. Mit ihrer installierten Leistung zwischen 1,5 und 3 MW rangieren sie heute nur noch unter den Kleinkraftwerken. Ihre im Vergleich zu Wärmekraftwerken weitaus längere Lebensdauer bei geringerem Bedarf an Wartung und Reparatur ließ sie

jedoch gut sechs Jahrzehnte unverändert überstehen. Die meisten Mainkraftwerke fielen allerdings schon vor Jahren dem Ausbau des Flusses zur Wasserstraße für Schiffe bis zu 2000 t zum Opfer. Wenn auch "im Zuge des fortschreitenden Main-Ausbaus durch die Wasser-und Schiffahrtsverwaltung des Bundes . . . die alten Staustufen und Schleusen aus den frühen 20er Jahren . . . den Weg . . . für die Binnenschiffahrt" frei machen müssen, so will die Preußenelektra dennoch erklärtermaßen "auch künftig umweltfreundliche Stromerzeugung aus Wasserkraft" betreiben, derzeit mit drei modernisierten Anlagen. Da die Werra in ihrer Grenzlage ohnehin kaum von Binnenschiffen befahren wird, blieb die Sanierung des Kraftwerks, Am letzten Heller' allerdings auf den Ersatz der ursprünglichen Francisturbinen und Generatoren durch Kaplanturbinen und Generatoren von höherem Wirkungsgrad beschränkt.

Die Forderung nach Erhalt des technischen Denkmals kollidierte hier nur hinsichtlich der maschinellen Ausrüstung mit der anderen Forderung nach besserer Nutzung der vorhandenen Wasserkraft. Beides Forderungen, denen seit gut einem Jahrzehnt gleichermaßen wachsende Aufmerksamkeit zuteil wird. Ein Großteil der Wasserkraftwerke ist bereits seit bis zu neunzig Jahren ununterbrochen in Betrieb, und das in der Bundesrepublik verfügbare Potential gilt seit langem als so gut wie ausgeschöpft.

Obgleich Wasserkraftwerke nur zu etwa 5% an der Stromversorgung der Bundesrepublik beteiligt sind, richtet sich auf sie manche Hoffnung, tragen Laufwasserkraftwerke doch zur Elektrizitätsversorgung im Grundlastbereich bei, wie außer ihnen nur noch Braunkohlen- und Kernkraftwerke. Talsperren hingegen dienen

als Jahresspeicher eher dazu, über das Verbundnetz Lastspitzen abzufangen. Darüber hinaus liegt ihre Bedeutung vor allem jedoch in der Trinkwasserversorgung, im Hochwasserschutz und in der Regulierung des Wasserstandes von Flüssen und Kanälen. Als Tagesspeicher dienen die Pumpspeicherkraftwerke in erster Linie dazu, Lastspitzen abzufangen und insbesondere kurzfristig den Ausfall großer Wärmekraftwerke zu überbrücken. Die Pumpspeicherkraftwerke sind in dieser Hinsicht typische Kinder des Verbundsystems.

Demgegenüber stellt die Wiederinbetriebnahme stillgelegter Kleinkraftwerke, zu denen auch die vielen stillgelegten Wassermühlen zu zählen sind, einen besonderen Weg zur intensivierten Wasserkraftnutzung dar. Nachdem in einer Vereinbarung mit der Vereinigung von Betreibern öffentlicher Elektrizitätswerke vor dem Bundeskartellamt 1979 die Konditionen verbessert worden sind, zu denen nicht selbst genutzte Elektrizität in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist wird, und zudem einzelne Bundesländer wie Hessen, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen entsprechende Förderprogramme aufgelegt haben, genießt der Betrieb selbst kleinster Wassertriebwerke wieder wirtschaftliche Attraktivität. Überdies genießt er eine fast uneingeschränkte Akzeptanz. Die Kleinkraftwerke und Wassermühlen sind seit langem Element ihrer Umgebung, Teil eines Stadtbildes oder einer Kulturlandschaft. Der Wasserhaushalt ihrer näheren Umgebung ist mitsamt der entsprechenden Tier- und Pflanzenwelt auf die Existenz der meist künstlichen Gefällestufe abgestellt. An Emissionen sind lediglich stetes Brummen und zuweilen leichte Vibrationen zu fürchten, die aus dem ungenauen Lauf von Getrieberädern herrühren.

Allerdings zeigt die Intensivierung der Wasserkraftnutzung nicht gerade gigantische Größenordnungen an. Zwischen 1979 und 1986 wurde die Zahl privater Kleinwasserkraftwerke mit einer installierten Leistung von weniger als 1 MW von gut 3000 auf gut 3500 mit einer installierten Gesamtleistung von nunmehr knapp 310 anstatt 270 MW angehoben. Hinzu kamen 1986 gut 600 öffentliche Kleinwasserkraftwerke mit knapp 3800 MW installierter Gesamtleistung. Außerdem befanden sich acht weitere im

Bau oder im Umbau – vor allem an der Saar.

In den meisten Fällen dürfte es sich bei den kleinen Wasserkraftwerken und mehr noch bei den Wassermühlen um Betriebe handeln, deren technische Ausstattung ebenso wie ihre Gebäude aus spätestens der Zwischenkriegszeit stammt und denen deshalb vielfach über den energiewirtschaftlichen und ökologischen Wert auch ein besonderer kultureller Wert als technisches Denkmal zukommt.

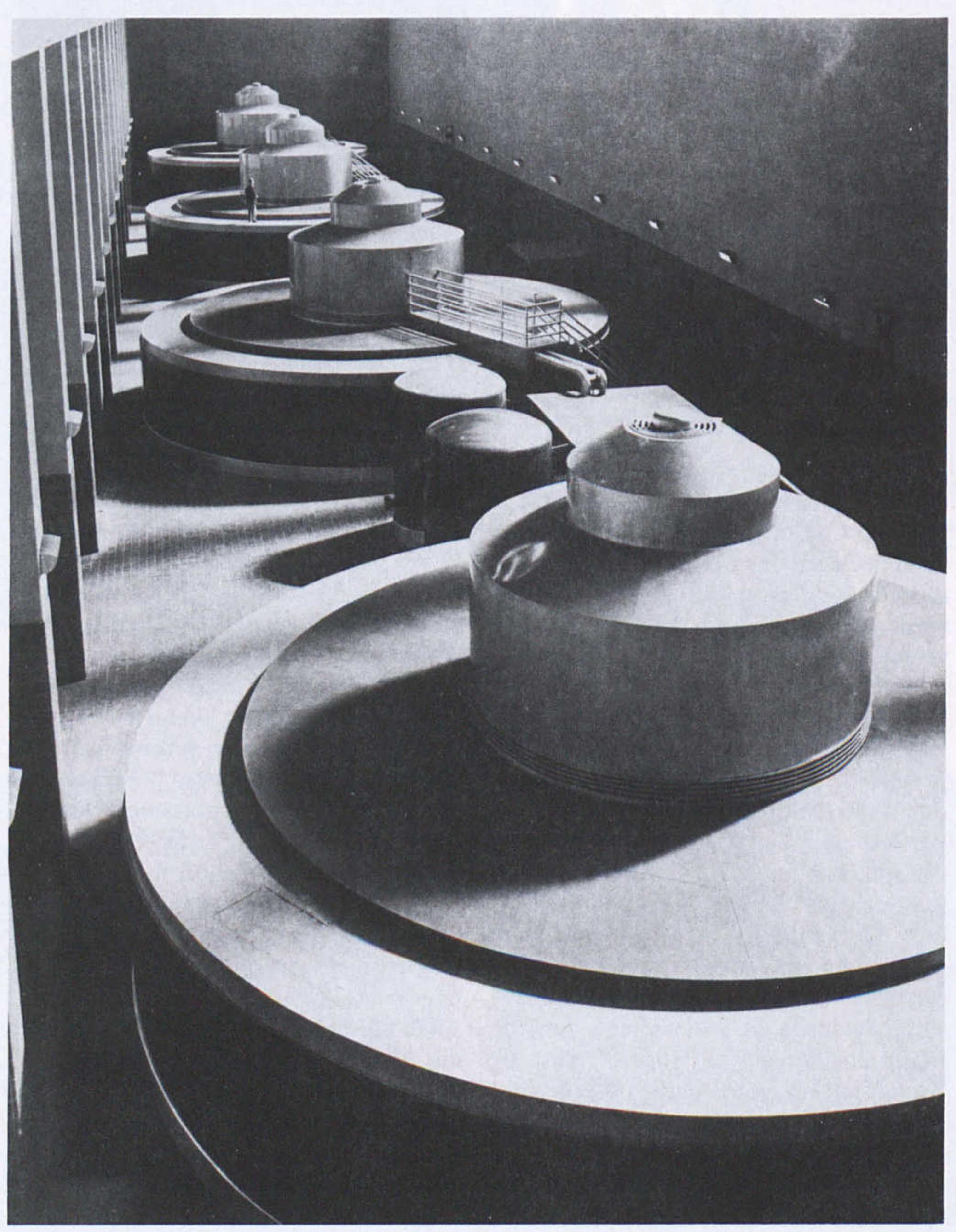
Denkmäler der Zukunft

Historische Wassermühlen, aber ebenso wicklung der jeweils mit ihnen verbunde-Denkmale in zweierlei Hinsicht. Sie wir- hältnisse.

auf die umgebende Landschaft, fungieren als Orientierungspunkte, als Landmarken.

Zum anderen fungieren sie als Quellen sowohl der Orts- und Regionalgeschichte als auch der Technikgeschichte, der Wirtschafts- und der Sozialgeschichte. In ihnen spiegelt sich die Entwicklung der Wasserkraftmaschinen, der Mechanik oder der Elektrotechnik ebenso wie die Geschichte der Elektrifizierung, der Müllerei oder Papierherstellung. Sie sind Belege für die Entwicklung von Wassermühlen, Fabriken oder Wasserkraftwerken als Bautypen ebenso wie für die Enthistorische Wasserkraftwerke, sind nen Arbeitsbedingungen und Lebensver-

ken zum einen als prägende Elemente Bereits vor dem 1. Weltkrieg, besonders



Maschinenhaus des Pickwick Landing Dam.

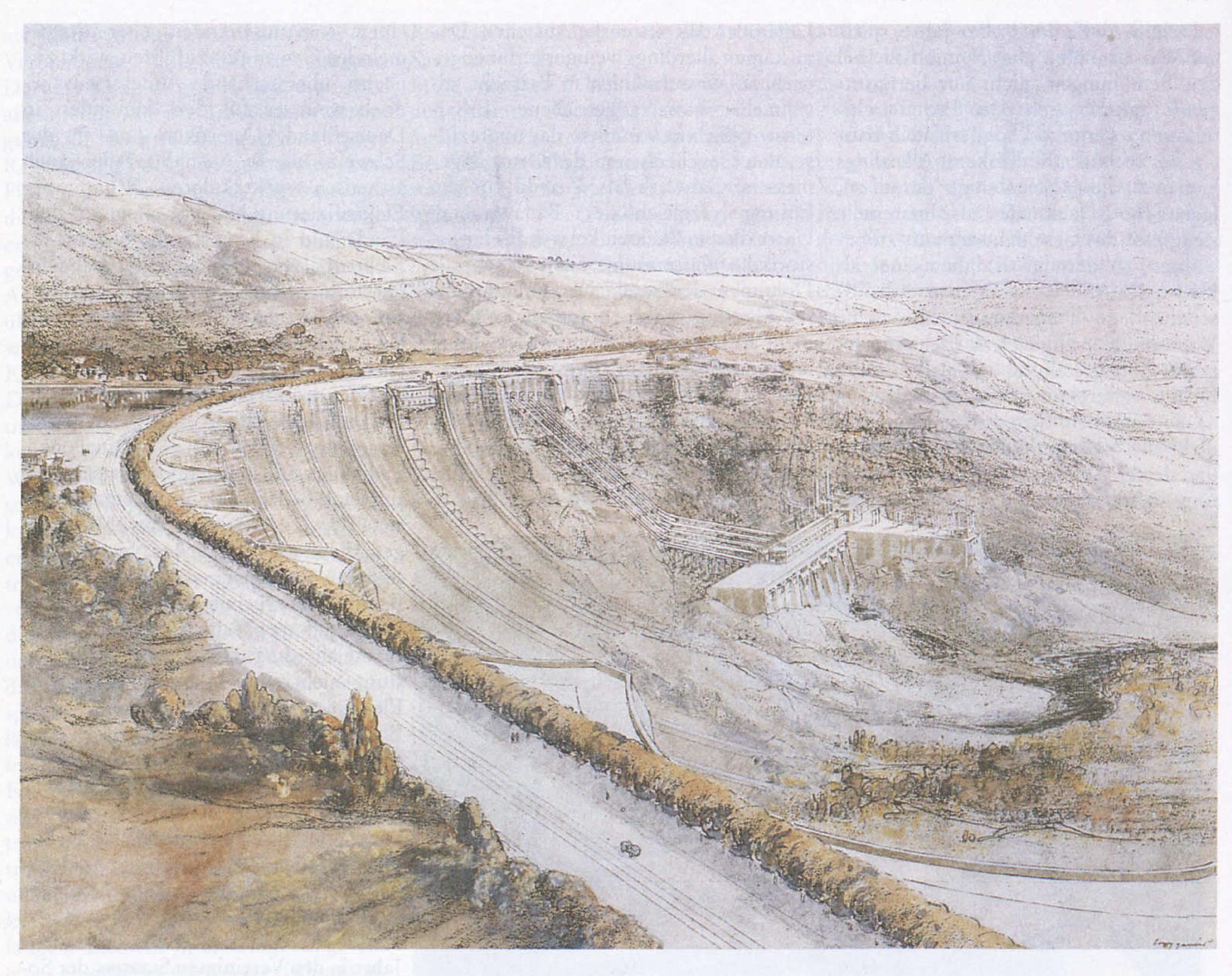
Jedoch im Laufe der 1920er Jahre, spielten Wassermühlen eine Pionierrolle bei den Bemühungen, nicht nur herausragende Sakralbauten oder Profanarchitekturen zu erhalten, sondern auch Bauten für Technik und Verkehr. Allerdings kam es zu dieser Zeit weniger darauf an, technische Denkmale als materielle Zeugnisse des Geschichtsverlaufs zu bewahren, sondern im Rahmen einer als verstandenen Heimatschutz Landschaftspflege eher darauf, historische Wassermühlen zugleich als Elemente der Landschaftsgestaltung und als Vorbilder für die Architektur der Wasserkraftwer- Der Rekurs auf den traditionellen Bauke zu bemühen. So entschied mitunter typ, Wassermühle' diente dazu, den neunicht die Vollständigkeit des Inventars en Bautyp , Wasserkraftwerk' zu populaund dessen Aussagekraft über die Erhal- risieren, ihn einzuführen und zu legititung, sondern vielmehr die malerische mieren. Den technischen Fortschritt in

Lage oder das pittoreske Aussehen. Dazu kamen allerdings weniger turbinengetriebene Wassermühlen in Betracht, als vielmehr wasserradgetriebene. Erhaltenswürdig war vor allem das unpreziöse, den Gegebenheiten des Ortes angemessene Bauwerk als Vorbild für die Lösung vergleichbarer Bauaufgaben. Unter diesem Blickwinkel wurde eine historische Wassermühle nicht so sehr als Dokument der Geschichte zumindest ihrer Gattung wahrgenommen, sondern mehr als Dokument der ihrer Gestaltung zugrundeliegenden Baugesinnung.

Norris Dam mit Maschinenhaus. Zeichnung von Roland A. Wank, ca. 1933.

einem romantisierenden, eher altertümelnden Gewand einzuführen, wirkt zunächst überraschend. Andererseits jedoch weist es auf den, zumindest in Deutschland, Osterreich und in der Schweiz, nur in Ausnahmefällen auch ästhetisch spektakulären Beginn der Elektrifizierung hin. Vor allem auf dem Lande und in Kleinstädten begann die Elektrifizierung in einem sehr bescheidenen Rahmen mit den vorhandenen Ressourcen, also häufig in den Wassermühlen. Noch 1925 befanden sich in öffentlichen Elektrizitäts- und Wasserwerken 264 Wasserräder in Betrieb, die durchschnittlich jeweils nur etwa 10 kW leisteten - ausreichend für den damals ausschließlich auf Beleuchtungszwecke gerichteten Bedarf. Mit Turbinen ausgerüstete Wasserkraftwerke - sowohl diejenigen, die in ein öffentliches Netz einspeisten als auch diejenigen, die allein für den Bahnbetrieb arbeiteten – leisteten durchschnittlich mehr als das Dreißigfache. Heute allerdings reichte eine solche Leistung nicht einmal, um auch nur eine Elektrolokomotive anzutreiben.

Ebensowenig wie diese geringen Leistungsgrößen heute gemeinhin verbreitete Vorstellungen von einem Wasserkraftwerk treffen, deckt sich diese Vorstellung mit dem Erscheinungsbild ländlicher, handwerklicher Baukultur. Eher denkt man dabei an die von gigantischen Staumauern überragten Maschinenhäuser, die die vor allem seit Ende der 1920er Jahre in den Vereinigten Staaten, der Sowjetunion oder in Südamerika errichteten Wasserkraftwerke auszeichnen. Bei ihnen ist jede Orientierung an Maximen gediegener Handwerklichkeit in der Bauausführung ebenso aufgegeben wie die bescheidene Unterordnung unter ein historisches Standbild oder eine vertraute Kulturlandschaft. Wasserkraftwerke dieses Typs treten nicht nur mit der Nüchternheit einer Architektur der ,Neuen Sachlichkeit' oder des ,Internationalen Stils' auf, sondern mit dem Pathos nationalen Aufbauwillens. Sie wollten Denkmäler sein, die die Dynamik des technischen Fortschritts zum Ausdruck bringen und Zukunftsprojektionen in die Gegenwart heranholen, Zukunftsprojektionen, wie sie zwischen 1913 und 1920 bereits in den Architekturphantasien Antonio Sant'Elias zur ,Città nuova', Tony Garniers zur ,Cité industrielle' oder auch Erich Mendelsohns vorge-

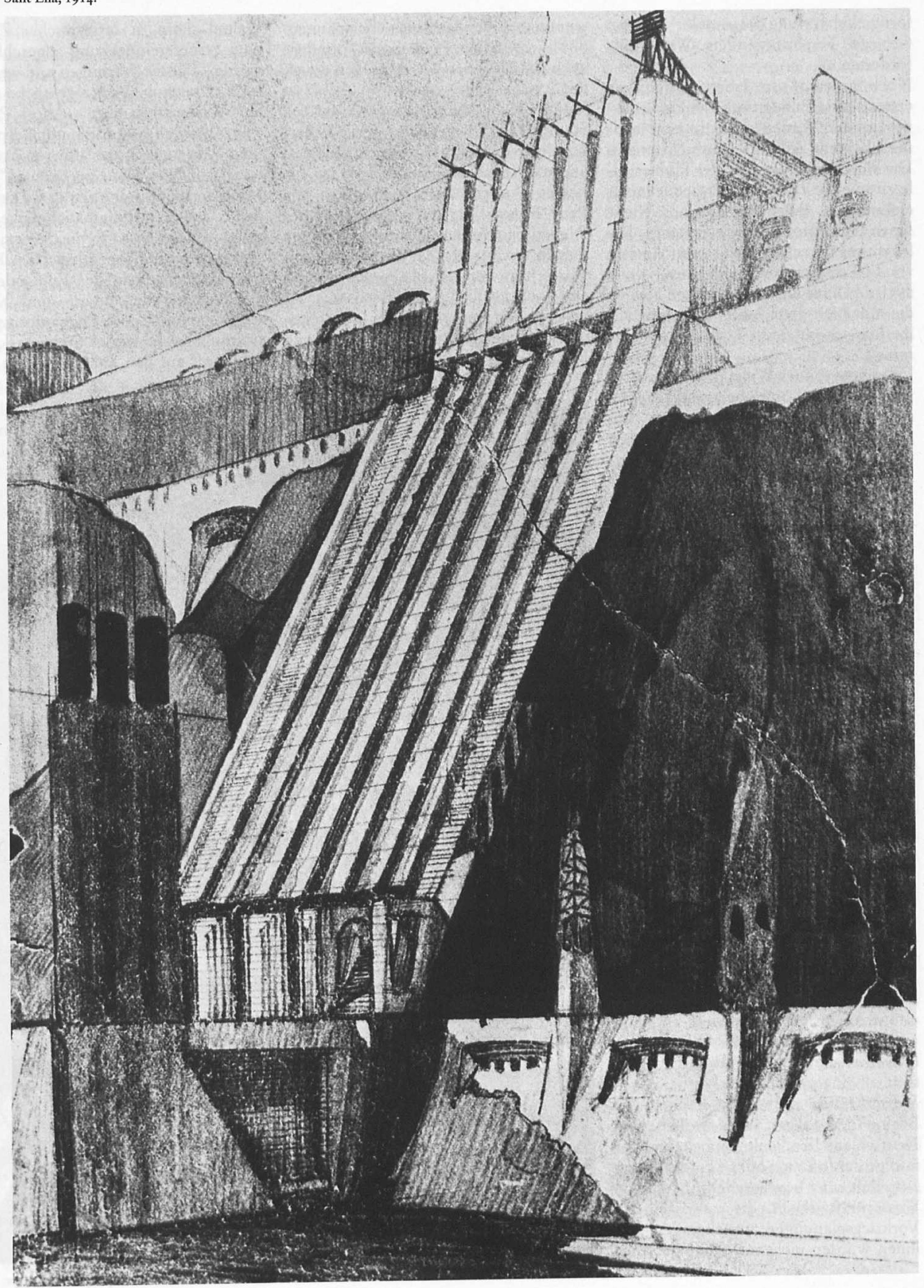


zeichnet worden waren. In ihnen hatte die Figur des Wasserkraftwerks eine in sowohl technischem wie übertragenem Sinn, zentrale' Rolle gespielt.

In Bezug auf die ,hydroelektrische Zentrale' galt, was Walter Gropius 1913 in Bezug auf die Bauten von Peter Behrens für die AEG in Berlin und die ihm vorbildlich erscheinenden Fordwerke oder die amerikanischen Getreidesilos formulierte. Sie sollten "Denkmäler von Adel und Kraft" sein, die "souverän ihre Umgebung beherrschen" und in "ungekannter Majestät", "ihrer monumentalen Gewalt des Eindrucks fast einen Vergleich mit den Bauten des alten Agyptens aushalten". Sie sollten die "Fähigkeit der Umwertung und Neugestaltung veränderter oder gänzlich neuer Lebensgedanken der Zeit" zum Ausdruck bringen: Wasserkraftwerke als Pionierbauten, als Tempel einer durch die Elektrifizierung und totale Beherrschung der Naturgegeprägten "schönen neuen walten Welt".

Unter solchen Vorzeichen wurden keine Zugeständisse an die ästhetischen Forderungen des Heimatschutzes, jener - wie Adolf Ludin ebenfalls 1913 schrieb -"heute so regen und gewiß zu einem guten Teil einen berechtigten Kern enthaltenden Bewegung" gewährt, der es darauf ankam, "Beeinträchtigungen der Naturschönheit, namentlich im Gebirge" zu vermeiden. Mit der Heimatschutzbewegung waren die Interessenten an einer vor allem gleich nach der Jahrhundertwende kollidiert, als durch das Kraftwerk Laufenburg am Hochrhein mit einer "ungeheuren Kraftzentrale" die Stromschnellen, "eine Herrlichkeit, die nie wieder zu finden ist in deutschen Landen . . . aufs brutalste zerstört" wurden - wie Paul Schultze-Naumburg klagte.

Sahen Paul Schultze-Naumburg und andere Mitglieder der Heimatschutzbewegung in erster Linie nur Verluste an malerischer Landschaft und eindrucksvollen Stadtbildern, hatten zuvor , weitblickende' Techniker, Unternehmer und Politiker den Verlust an Kraft beklagt, der ihnen beim Anblick großer Ströme oder markanter Wasserfälle ins Auge sprang. Bereits 1876 äußerte William Siemens, daß auf ihn bei einem Besuch des Niagarafalls "der außerordentliche Verlust an umfassenden Nutzung der Wasserkräfte Kraft, wenigstens soweit die Nutzanwendung derselben für unsere Zwecke in Frage kommt, den größten Eindruck" hinterlassen habe. Gut zehn Jahre zuvor waren Techniker in Österreich und Großbritannien von ähnlichen Gedanken bewegt, als sie unter dem Eindruck zur Neige gehender Kohlevorräte die so-



fortige Verwertung der ,nutzlos' aus dem Gebirge herabstürzenden Wasserfälle forderten.

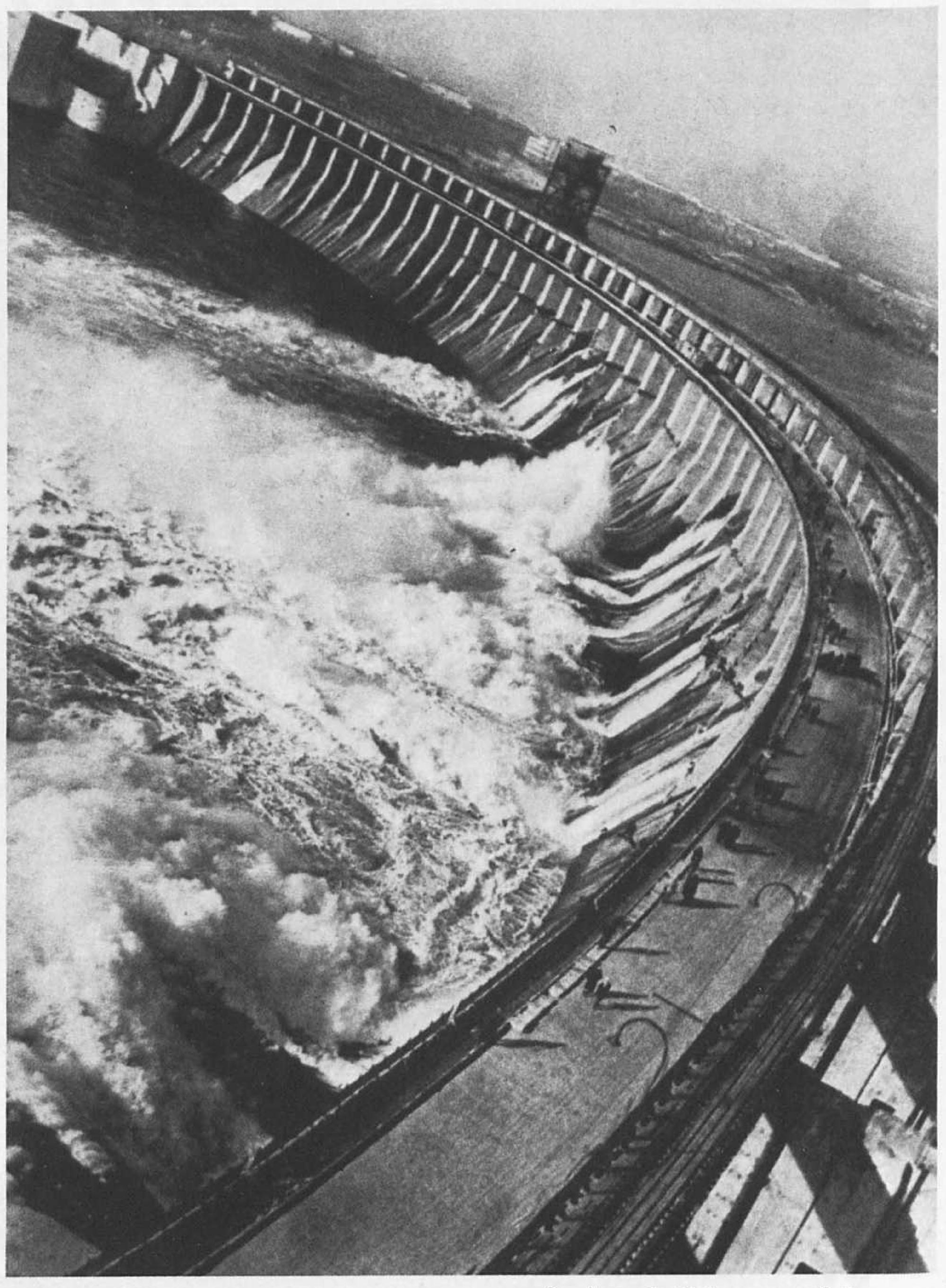
Noch in den 1870er Jahren wurden die ersten Wassermühlen von Denkmalen einer ,grauen Vorzeit' zu Denkmälern einer ,lichten Zukunft' umfunktioniert. Die Wasserkraft begann, ihre Pionierrolle zu spielen: 1878 als Energiequelle zur elektrischen Beleuchtung eines englischen Gutshofes, ein Jahr später zu Beleuchtungszwecken und zum Antrieb von Elektromotoren am Niagara – wenn auch zunächst nur mit zaghaften 26 kW, die indes nur zwei Jahre später auf imren.

Da konnte es auch William Siemens nicht mehr nur bei Worten belassen. 1881 errichteten die Siemens Brothers in dem Städtchen Godaming in der englischen Grafschaft Surrey die erste Wasserkraftzentrale der Welt. Ebenfalls noch in der ersten Hälfte der 1880er Jahre gingen in Nordirland Wasserkraftwerke für den Betrieb elektrischer Überlandbahnen ans Netz'. Sauberkeit und geringe Geräuschentwicklung waren zwei der Eigenschaften, die an ihnen gegenüber dem Betrieb mit Dampflokomotiven hervorgehoben wurden. Noch in die 1880er Jahre waren auch die ersten Versuche gefallen, Elektrizität über größere Entfernungen zu übertragen. Wurde 1889 nach Genua erst eine Entfernung von 30 km mit einer 12 kV-Leitung überbrückt, so betrug die Übertragungsspannung vom Niagarafall über 320 km im Jahre 1905 bereits 60 kV und 1913 vom Wasserkraftwerk am Big Creek in das 376 km entfernte Los Angeles 150 kV.

Bis zu den Jahren des 1. Weltkrieges waren Leistungsfähigkeit und Wirkungsgrad von Wasserturbinen entsprechend stark gesteigert worden. Der Wirkungsgrad von Wasserkraftmaschinen lag zu dieser Zeit sogar über dem von Wärmekraftwerken mit ihren Dampfturbinen und Kesseln. So verwundert es nicht, wenn seinerzeit auch in Deutschland viele meinten, den gesamten Bedarf an elektrischer Energie aus den vorhandenen Wasserkräften decken zu können. Zu Beginn der 1920er Jahre verhalfen in Deutschland Kohlenknappheit und die infolge der Inflation billige Finanzierung zum Bau einer beachtlichen Anzahl von Wasserkraftwerken, die zum Teil auf Vorkriegsplanungen zurückgingen. Mit ihnen wurden nicht nur wichtige Knotenpunkte eines das Reich überspannenden Verbundnetzes realisiert, sondern auch das Netz der Wasserstraßen erwei-

Während für die Kraftwerke an den Staustufen, die im Zuge der Neckarkanalisierung beispielsweise bei Oberesslingen, Horkheim und Ladenburg errichtet wurden, auch Architekten wie Paul Bonatz die Formensprache der ,Neuen Sachlichkeit' benutzten, hielten sich die Architekten der meisten anderen Wasserkraftwerke an die Formensprache eines würdevollen Neuklassizismus. Sie bevorzugten weiterhin einen "schlichten merhin schon 1,5 MW ausgebaut wa- und großzügigen Aufbau der Wucht und Deutschfeistritz in der Steiermark. Der

Walmdächern in ortstypischer Ziegeloder Schiefereindeckung abgeschlossen wurde. "Für die mächtigen und wertvollen Krafterzeuger, das eigentliche, Herz der Wasserkraftanlage' (Adolf Pfarr)" war es nicht allein Adolf Ludin Verpflichtung, "ein auch in der äußeren Erscheinung würdiges Haus zu bereiten". Das Maschinenhaus sollte zeitlos wirken und den "Irrweg festungsbauähnlicher Erzeugnisse" ebenso vermeiden wie die "Auswüchse des Jugendstils" am Kraftwerk Heimbach in der Eifel oder die "Verirrungen der Beton- und Kunststeinindustrie" des Peggauwerks bei Ruhe", der von steilen Sattel- oder Rückgriff auf den Palast oder die Burg



Staudamm des Dnjeproges am Dnjepr, 1934.

als architektonisches Grundmuster war in Deutschland – anders als in Italien oder der Schweiz – noch vor 1914 zur Bewältigung der Bauaufgabe ,Wasserkraftwerk' so gut wie geächtet.

Diese Bauaufgabe enthielt außer dem Maschinenhaus als weitere Elemente das Wehr, das Wohnhaus für den Betriebsleiter und das Aufsichtspersonal sowie Räumlichkeiten zum Umkleiden und Waschen, eine mechanische Werkstatt und schließlich das Schalt- und Transformatorengebäude, das meist als Turm, gelegentlich aber auch als Querbau über dem Maschinenhaus angelegt wurde bis in den 1930er Jahren zunehmend Freiluftschalter in ihre Stelle traten. Die. Maschinenhalle, die über den Turbinenschächten liegt - nur Spiralturbinen befinden sich mit ihren Gehäusen in der Maschinenhalle selbst -, nimmt die Lagerköpfe der Turbinenwellen mit den Getrieben und Generatoren auf, zudem die Regler und, meist durch die Lage auf einer Empore hervorgehoben, die Schalttafel beziehungsweise Schaltwarte. Die Maschinenhalle sollte, allein schon aus praktischen Gründen, weiträumig, hoch und hell sein. Die Weiträumigkeit wurde durch eine Mindestbreite der Schmalseite von 10 Meter, die Höhe durch eine Deckenhöhe von wenigstens 6 Meter erreicht. Um eine möglichst gute Ausleuchtung durch das Tageslicht zu erhalten, wurde die zum Unterwasser weisende Wand durch hohe, vom Sockel bis zur Decke reichende Fenster aufgelöst. Eine vom Dachstuhl abgehängte Decke sorgte zusammen mit einem hellen Kalkputz für gute Reflexion des Lichts. Weite Schiebe- oder Flügeltore dienten der Zugänglichkeit beim Ein- und Ausbau der Maschinen. Zu diesem Zweck findet sich immer auch ein Laufkran unter der Dekke. Der Fußboden und der in der Maschinenhalle umlaufende Sockel wurden mit Fliesen belegt. Die Maschinenhalle mußte, um ein sicheres Wirken der Kontakte an den elektrischen Maschinen zu gewährleisten und die Reibungsverluste an den Lagern auf ein Minimum zu reduzieren, so weit wie möglich staub- und schmutzfrei gehalten werden können. Das Erscheinungsbild der Maschinenhalle war damit zwar in erster Linie technisch begründet, trug aber auch metaphorischen Charakter, indem es die Sauberkeit der elektrischen Energie vor Augen führte, in die die ,weiße Kohle' hier umgewandelt wurde.

War dieser metaphorische Charakter vielleicht bei den deutschen Wasserkraftwerken ein wenn auch willkommener Nebeneffekt, so waren die großen Wasserkraftwerke, die in der Sowjetunion Ende der 1920er Jahre im Zuge des GOELRO-Plans beziehungsweise des ersten Fünfjahrplans gebaut wurden, mehr jedoch noch die Wasserkraftwerke, die im Zuge des New Deal in den Vereinigten Staaten entstanden, von vornherein auch als Bedeutungsträger konzipiert. Die Wasserkraftwerke am Tennessee und vor allem die noch größeren Anlagen am Colorado und Columbia River galten als "Tempel für Maschinengötter". Hier wurde der technische Fortschritt als tragende Säule des New Deal inszeniert. Der bereits unter Franklin D. Roosevelts Vorgänger Herbert Hoover begonnene und 1934 fertiggestellte Hoover-Damm sowie die 1934 begonnene und 1942 fertiggestellte Anlage von Grand Coulee sind Musterbeispiele des amerikanischen , Machine age modernism'. Sie strahlten nach dem Ergebnis der großen Depression den "heroischen Optimismus" aus, daß "durch die Maschine ein neues und besseres Leben möglich werde". Im Zusammenspiel von Maschine und dem ununterbrochenen Wasserstrom sah man neue Landschaften, ja überhaupt eine neue Welt entstehen. Dies wurde bereits beim Bau des Hoover-Dam unterstrichen. Hier waren Lastkraftwagen mit 250 PS starken Motoren im Einsatz, Riesenkräne und Bulldozer, die einen Reporter meinen ließen, eine "neue Rasse von Giganten" bevölkere nun die Erde. Eine nochmals gesteigerte Wirkung sollte von der fertigen Staumauer und dem ihr zugeordneten Kraftwerk ausgehen. Sie resultierte nicht allein aus den enormen Abmessungen der Bauten, sondern vielleicht mehr noch aus der Choreographie des Besuchs. Noch auf der Mauerkrone begrüßen zehn Meter hohe muskulöse Engelsgestalten mit stilisierten Schwingen den Besucher, ehe er in die Fahrstuhlhalle eintritt. Dort umgibt ihn ein Farbklang aus Schwarz, Grün, Bronze und Silber. Im Fahrstuhlschacht passiert er ein 180 Meter langes Band weißglasierter Fliesen. Ihm schließt sich ein Tunnel mit indianischen Motiven an, der auf die Schauempore der großen Maschinenhalle führt. Sie ist jadegrün gestrichen, die Rohre sind in Zinnober, Blau und Gelb gehalten, während die Generatorhauben dun-

kelrot lackiert und mit Edelstahlbändern abgesetzt sind. Zeitgenössische Besucher erlebten die Generatoren als wahrhaft sittliche Kraft, ein Erlebnis, wie sie es sich für die frühen Christen in den Katakomben Roms angesichts des Kreuzes vorstellten. Die Rotation der Generatoren schien sie zum Gebet herauszufordern.

Nach Grand Coulee begab sich Roosevelt gar selbst, um die Bauarbeiten zu eröffnen. Dieses Vorhaben erschien ihm besonders geeignet, um seine Vision einer wirtschaftlichen Wiederbelebung der nordwestlichen Staaten mit Hilfe öffentlicher Geldmittel sinnfällig werden zu lassen. Begleitet wurden all diese Ereignisse von einer ebenso breit angelegten wie künstlerisch ambitionierten Bildpublizistik. So zeigte die erste Nummer der Zeitschrift LIFE ein Foto des Fort Peck Dam in Montana, das Margaret Bourke-White aufgenommen hatte. Die Repräsentationszeichnungen der Wasserkraftprojekte schließlich gerieten vielleicht nicht von ungefähr zu Paraphrasen der Phantasien Sant'Elias - wie überhaupt eine Reihe von Künstlern beschäftigt wurden, die aus Europa emigriert waren und beispielsweise aus dem Kreis um die Wiener Werkstätte kamen.

Die Auratisierung der Wasserkraftnutzung - als Metapher der gebändigten, in Licht und Bewegung verwandelten Natur sowie des Fortschritts in eine sorgenfreie Zukunft - in der Architektur von Wasserkraftwerken und Staudämmen, in Bild- und Zeitungsreportagen fand nur im Falle weniger Wärmekraftwerke wie Klingenberg in Berlin oder Battersea in London eine Parallele. In vielen Ländern wie Irland und Finnland waren Wasserkraftwerksprojekte der 1920er und 1930er Jahre Denkmäler nationaler Unabhängigkeit geworden, in Deutschland solche des Wiederaufbauwillens nach der Demütigung durch die Sieger des 1. Weltkrieges. Nach fünf oder noch mehr Jahrzehnten sind die großen Gefühle weitgehend der Ernüchterung gewichen. Manches blieb ein Traum, anderes verschwand als Selbstverständlichkeit aus dem allgemeinen Bewußtsein. Immer jedoch blieben die großen Kraftwerksbauten im Gedächtnis und prägen noch heute die Vorstellungen vieler von moderner und humaner Großtechnik. Denkmäler sind zu Denkmalen gewandelt.

STROM AUS TECHNISCHEN DENKMALEN

Beispiel Niedersachsen

Die Weser ist natürlich nicht der Dnjepr, und der Harz läßt sich mit keiner der Gebirgsketten der Rocky Mountains vergleichen. Niedersachsen gilt gemeinhin sogar als ein an Wasser-kräften armes Land. Weder sind hier gewaltige Ströme noch gigantische Fallhöhen anzutreffen. Hier Werke wie Dnjeprostroj oder den Hoover Dam anlegen zu wollen, wäre nicht nur technisch vermessen und wirtschaftlich sinnlos, sondern würde selbst unterhalb der Schwelle technischer Realisierbarkeit alle natürlichen Gegebenheiten buchstäblich ,über den Haufen werfen'.

Zu Beginn der 1960er Jahre wurden denn auch nicht von ungefähr lediglich 2,5 Prozent der elektrischen Jahresleistung in Niedersachsen von heimischen Wasserkraftwerken abgegeben. Immerhin plante man zu dieser Zeit jedoch noch, diesen Anteil knapp zu verdoppeln und, absolut gesehen, fast zu verdreifachen. Den vermutlich ausschlaggebenden Anteil sollten dabei die geplanten Kraftwerke an der Oberweser liefern, mit denen zugleich der Weserausbau zum Binnenschiffahrtsweg angestrebt wurde. Welche Möglichkeiten hier zu sehen waren, hatte das Beispiel der Weser-

mühlen in Hameln gezeigt, deren Jahresleistung seit Ende der 1920er Jahre von 5 auf 17,5 GWh gesteigert werden konnte.

Nachdem noch in den 1960er und 1970er Jahren auch in Niedersachsen einige, selbst größere, Triebwerke wie die ehemalige 'Allerzentrale' der Stadt Celle in Marklendorf, die Spiegelglasschleiferei in Freden oder die Wollwäscherei und Wollkämmerei in Döhren bei Hannover ersatzlos aufgegeben worden waren, ist spätestens seit Anfang der 1980er Jahre ein allmähliches Umdenken zu beobachten. Bereits stillgelegte Anlagen werden



Getreidemühle an der Nette in Wallenhorst-Rulle bei Osnabrück. (Foto: M. Mende)

von Einzelpersonen aufgekauft oder gepachtet, die Wasserbauten und Maschinen werden gereinigt und repariert, um anschließend im ursprünglichen Zustand wieder in Betrieb genommen und dem öffentlichen Netz zugeschaltet zu werden. Die Gefällestufen bereits aufgegebener und teilweise auch verfallener oder gar beseitigter Anlagen werden revitalisiert. Getreidemühlen mit mittlerer Vermahlungskapazität von etwa 50 Tonnen pro Tag werden als Kleinkraftwerke weitergeführt. Nicht zu vergessen ist die Rekonstruktion der vielen kleinen Mühlen an den Bachläufen, die nun teils von Privatpersonen als Wohnraum mit eigener Energieversorgung, teils von Kommunen als Stätten der Naherholung oder eines lokalen Kulturprogramms ins Leben zurückgerufen werden.

Aus Trümmern auferstanden: Rulle

Eine der vielen ländlichen Wassermühlen, die seit Mitte der 1950er Jahre bis auf wenige Ausnahmen stillgelegt und dem

Verfall preisgegeben waren, ist die kleine Mühle in Rulle bei Wallenhorst im Landkreis Osnabrück. Sie liegt an der Nette, einem etwa sieben Kilometer langen Bach, der am Westzipfel des Wiehengebirges entspringt und in die Hase mündet, den größten Nebenfluß der Ems. Die Nette führte nach den Ergebnissen der Untersuchung, die die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde kurz vor Ausbruch des 1. Weltkrieges über Die Wasserkräfte des Berg- und Hügellandes in Preußen' angestellt hatte, im Jahresmittel 5 Kubikmeter Wasser je Sekunde zu Tal. Ihr Gefälle beläuft sich auf durchschnittlich 1,25 m/km, und als durchschnittliches Potential wurden - je nach Stärke des Wasserstroms - zwischen 30 und 70 kW/km errechnet. Zu dieser Zeit wurden noch fünf von ursprünglich sechs Mühlen durch das Wasser der Nette angetrieben.

Heute ist die Wassermühle in Rulle wieder eine Getreidemühle mit zwei Mahlgängen. Sie war zuvor außerdem als Öl-

mühle verwendet worden und besaß eine Einrichtung zum Stampfen und Schwingen von Flachs, der für das Osnabrücker Land bis weit in das 19. Jahrhundert hinein eine besondere Bedeutung hatte. Wie bei vielen der kleinen Wassermühlen, von denen im heutigen Niedersachsen 1925 noch weit über eintausend gezählt worden waren, die mit einem oder mehreren Wasserrädern ausgerüstet gewesen sind, reichen die Ursprünge der Ruller Mühle in das Hochmittelalter zurück. Seit dem 13. Jahrhundert ist sie urkundlich nachgewiesen. Zunächst war sie Teil eines Meierhofs der Grafen von Tecklenburg, ehe sie an das Kloster Rulle fiel, das 1802 säkularisiert wurde. 1807 wurde sie verpachtet, 1835 übernahm sie ein Fabrikant, um sie zur Walkmühle umzubauen. Von 1852 an diente sie für ein Jahrhundert hauptsächlich als Getreidemühle. Das Gebäude in seiner jetzigen Erscheinungsform, ebenso wie die Konzeption des Triebwerks dürfte aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts stammen. Der jet-



A STATE OF THE PARTY OF THE PAR

Pfortmühle in Hameln an der Weser. (Foto: M. Mende)

zige Eigentümer hatte die Ruinen von Mühlengebäude und Wasserrad Ende der 1970er Jahre gekauft, zunächst das Gebäude bewohnbar gemacht und die Wehranlage gesichert. Seit 1983 wird die Ruller Mühle wieder als Kundenmühle mit zwei neuen Mahlgängen betrieben. Mitte der 1980er Jahre wurde zunächst eine Gleichstromanlage mit Akkumulator, dann auch parallel dazu eine Drehstromanlage mit dem Wasserrad verbunden, die je nach Bedarfslage und Menge des Aufschlagwassers wechselnd zur Beleuchtung, Warmwasserbereitung, Heizung und zu Antriebszwecken genutzt werden. Die Ruller Mühle wird im Inselbetrieb gefahren. Sie dient somit als ihr eigenes Kraftwerk und als Mühle, zugleich aber auch als Wohnhaus und als lokales Kulturzentrum sowie nicht zuletzt als technisches Kulturdenkmal, das das Gesicht dieses zwischen den bewaldeten Höhenzügen gelegenen Tals mitbestimmt.

Technikgeschichtlich besonders bedeut-

sam ist das rückenschlächtige Wasserrad aus Stahlblech wegen seines Kulisseneinlaufs. Hierbei handelt es sich um einen inzwischen nur noch selten anzutreffenden oder im Original erhaltenen Leitapparat, mit dem der Strom des Aufschlagwassers reguliert werden kann. So kann das Wasserrad mit unterschiedlichen Wassermengen betrieben werden. In Rulle weist der Kulisseneinlauf drei jeweils mit Klappen verschließbare Durchlässe auf, die das Wasser laminar, damit nahezu stoß- und verlustfrei, auf die Radschaufeln lenken.

Vergessene Rekorde: Hameln

Ebenfalls als Getreidemühle, allerdings in ganz anderer Dimension, tritt die Pfortmühle in Hameln auf. Vom hannoverschen Architekten Lingemann entworfen, wurde sie von 1893 bis 1895 am Weserufer der Altstadt gegenüber dem Werder errichtet und galt lange Zeit als größte Wassermühle Europas. Ihr Ur-

sprung läßt sich bis in das 11. Jahrhundert zurückzuverfolgen, als für Hameln sechs abgabenpflichtige Wassermühlen erwähnt wurden, zunächst an der Hamel gelegen, später allesamt an die Weser verlegt.

Die Pfortmühle wurde erstmalig 1350 erwähnt. Mitte des 17. Jahrhunderts war sie bereits mit zwei Wasserrädern ausgerüstet. Nachdem knapp ein Jahrhundert später ein Hochwasser diese Anlage zerstört hatte, erfolgte sofort der Neubau mit Unterstützung der hannoverschen Kammer und des Kurfürsten. Diese Anlage arbeitete bereits mit vier Mahlgängen und aufgrund fast völliger Staufreiheit ganzjährig in regelmäßigem Betrieb. Die ausgehenden 1870er Jahre sahen dann einen erneuten, jetzt mit drei Turbinen ausgerüsteten Neubau, der täglich bis zu 100 Tonnen Getreide verarbeitete. Der jetzt vorhandene Bau entstand nach einer schweren Mehlstaubexplosion mit anschließendem Brand. Außer zur Vermahlung von Roggen wurde er auch zur



Wasserkunst an der Leine in Hannover-Herrenhausen. Blick von der Oberwasserseite auf das Maschinenhaus.

Verarbeitung von Baumwollsaat, Kopra und Erdnüssen zu Futtermitteln eingerichtet. Die Speicherkapazität betrug insgesamt 70000 Tonnen. Für die Verladung auf Binnenschiffe wurde ein besonderer Schleusenhafen angelegt, die Verladung selbst besorgten Elevatoren. Nachdem die Jonvalturbinen 1910 gegen Francis-Schachtturbinen mit stehender Welle ausgetauscht worden waren, wurde kurz danach auf elektrische Beleuchtung und teilweise elektrische Antriebe umgestellt.

Die Pfortmühle bildete zusammen mit der als Weizenmühle betriebenen Brükkenmühle auf dem Werder die Anlage der Wesermühlen AG, die weit über das engere Einzugsgebiet von Hameln hinaus operierte und zum Transport beispielsweise eine eigene Flotte von vier Dampfschleppern und zwanzig Kähnen unterhielt. Beide Betriebsteile waren seit alters durch die Straßenbrücke miteinander verbunden, von 1838 bis 1895 durch die erste Kettenbrücke Deutschlands.

Während die Brückenmühle im Zuge der Kampfhandlungen am Ende des 2. Weltkrieges zerstört und lediglich als Kraftwerk wiederaufgebaut wurde, blieb die Pfortmühle weitgehend unbeschädigt, wurde jedoch bereits zu Beginn der 1950er Jahre stillgelegt, als die Wesermühlen AG ihren Betrieb außerhalb des Altstadtbereichs in einem Neubau konzentrierte. Die Pfortmühle überlebte die Zeit bis zum Ende der 1960er Jahre als Großbäckerei und Wasserkraftwerk, sollte dann jedoch im Zuge der Stadtsanierung als ihrer Umgebung gegenüber nicht maßstabsgerecht einem zentralen Omnibusbahnhof weichen.

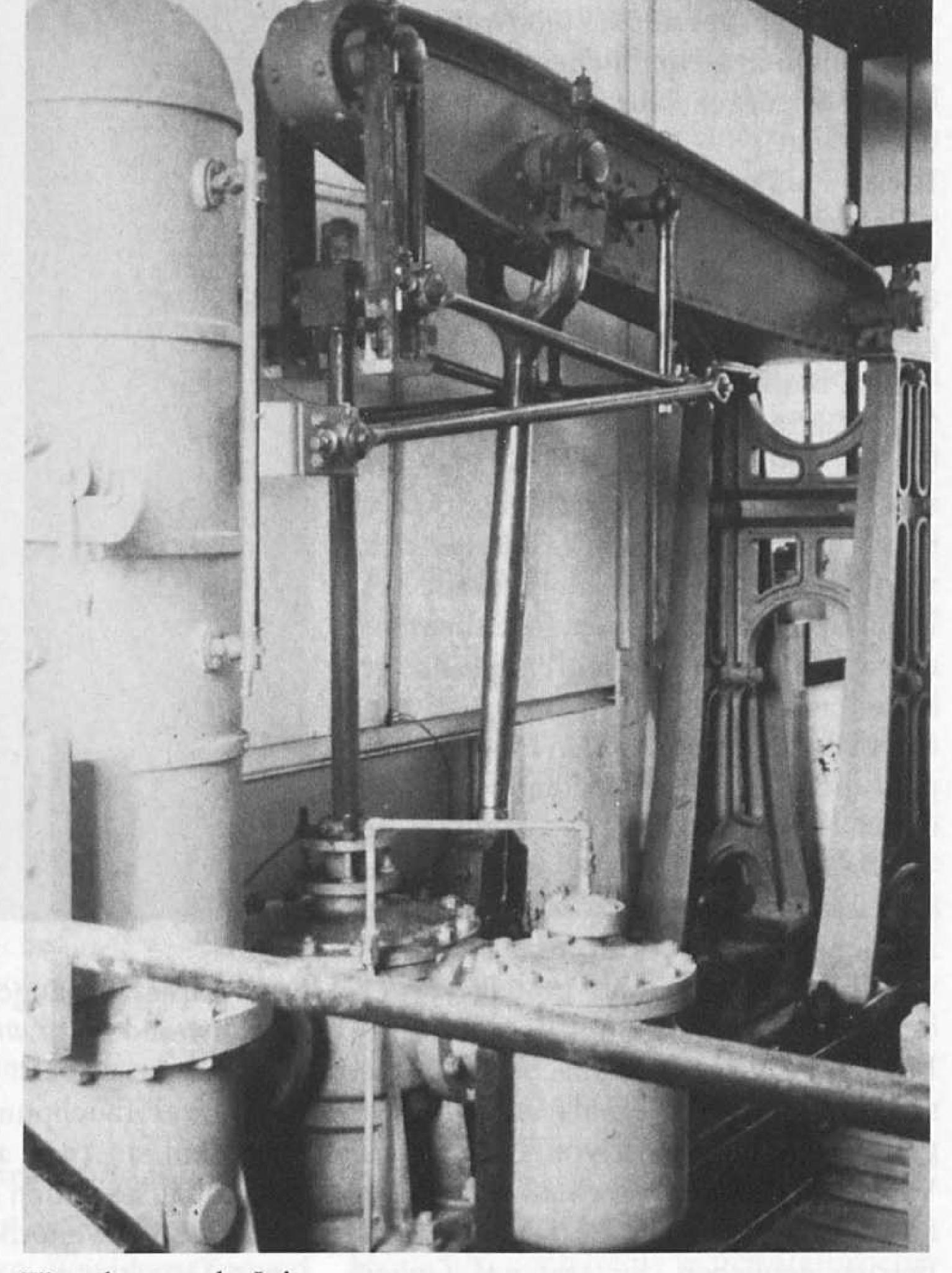
Seit 1983 wurde sie indes seitens des Landesinstituts für Denkmalpflege als 'Großartiges Industriedenkmal' eingestuft. Zwei Jahre später übernahm auch die Stadtverwaltung ein Konzept, das den Umbau der Mühle in ein Gebäude für Stadtbibliothek und Volkshochschule vorsieht. Die Umbauarbeiten hierfür nähern sich inzwischen ihrem Abschluß.

Stadt der Flußwasserkünste: Hannover

Angesichts der allgemeinen Kohlenknappheit nach dem 1. Weltkrieg entschied sich die Stadt Hannover 1921, den Betrieb der Pumpen auf Wasserkraft umzustellen. Seit 1878 hatte eine Dampfmaschinenanlage dazu gedient, das Wasser aus dem Brunnenwerk Ricklingen und später auch bei Grasdorf in den etwa 15 Kilomenter entfernten Hochspeicher auf dem Lindener Berg zu befördern. Mit dem Wasserkraftwerk am "Schnellen Graben' wurden die großen Kolbenpumpen gegen elektrische Kreiselpumpen ausgetauscht. Bis vor kurzem versorgte dieses Wasserkraftwerk allein die beiden Pumpwerke Grasdorf und Ricklingen mit Strom. Nach umfassender Modernisierung, die vor allem die Automatisierung der Regelungseinrichtungen umfaßte, ist dieses kleine Kraftwerk dem Netz der Stadtwerke zugeschaltet und trägt zu i Prozent zur Elektrizitätsversorgung der Stadt Hannover bei.



Wasserkunst an der Leine in Hannover-Herrenhausen. Eines der beiden unterschlächtigen Wasserräder zum Antrieb der Pumpen. Der Durchmesser des Rads beträgt acht Meter.



Wasserkunst an der Leine in Hannover-Herrenhausen. Blick auf eine der vier Pumpen im Maschinenhaus. (Fotos: M. Mende)

Das Kraftwerk am "Schnellen Graben" ist in Hannover das jüngste Beispiel für die Anwendung der Wasserkraft zur Wasserversorgung. Bereits in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts hatte die Stadt die seit knapp zwei Jahrhunderten in ihrem Besitz befindliche Klickmühle zur Wasserkunst umgebaut, um vor allem die etwa dreihundert Mitglieder der Brauer-

gilde versorgen zu können. Diese Wasserkunst pumpte das Wasser durch ein Netz hölzerner Röhren zu den über das Stadtgebiet verteilten Brunnen. Sie ist in den folgenden Jahrhunderten mehrfach erneuert worden, ehe sie 1848/49 einem Neubau weichen mußte, dessen Pumpen nun nicht mehr aus Holz, sondern aus Gußeisen gefertigt waren. Zuletzt wurde auch dieser Bau 1897/98 nochmals durch eine sehr viel größere Anlage ersetzt, die nun nicht mehr Trinkwasser, sondern nur noch Brauchwasser in die Straßenbrunnen und zu Gewerbebetrieben pumpte sowie Löschwasser bereitstellte. Der zwischenzeitlich erwogene Plan, auch ein Druckwassersystem vor allem zum Antrieb von Maschinen in gewerblichen Kleinbetrieben zu versorgen, wurde indes nicht weiter verfolgt.

Diese Flußwasserkunst, die erst 1962 stillgelegt und im Jahr darauf abgebrochen wurde, um einen freien Blick auf den neuen Plenarsaal des Landtags zu gewährleisten, war ein besonders imposantes Bauwerk. Ihr Architekt Hubert Stier hatte unter anderem auch die Hauptbahnhöfe in Hannover und Bremen entworfen. Die maschinelle Ausrüstung besorgte die bereits damals weltweit operierende Maschinenfabrik HA-NOMAG. Der äußeren Erscheinung, einem in Formen der Neurenaissance gehaltenen Palast, entsprach die Leistung der vier doppelt wirkenden Plungerpumpen, die in der Minute knapp 5 Kubikmeter Wasser in den Hochbehälter des 32 Meter hohen Turms beförderten. Diese Leistung konnte ab 1912, nachdem der Antrieb auf Francisturbinen umgestellt worden war, nochmals gesteigert wer- Stelle ihrer Vorgängerin aus dem frühen diese Aufgabe geblieben, nachdem nun

Im Unterschied zur städtischen Flußwas- Wasserräder setzten über Balanciers je- ne nicht mehr nur 67, sondern 82 Meter serkunst ist die unterhalb an der Leine weils zwei Tauchpumpen in Bewegung. hochzuschleudern vermag.

18. Jahrhundert. Zwei unterschlächtige eine elektrische Pumpe die große Fontä-

gelegene Wasserkunst von 1863/65 zur Nachdem sie 1936 aus dem Besitz des Die Leinewasserkunst in Herrenhausen Versorgung der Herrenhäuser Gärten Welfenhauses in den der Stadt überging, stellt zusammen mit der inzwischen allernicht nur erhalten, sondern auch noch in versorgte sie weiterhin über eine 600 m dings stark renovierungsbedürftigen al-Betrieb geblieben. Sie trat auf Geheiß lange Druckleitung die Wasserspiele in ten Kammerschleuse ein technisches König Georgs V. als 'Maschinenwerk Großen Garten und hielt den Wasser- Denkmal von besonderem Wert dar. Sie von Eisen mit verstärkter Leistung' an die stand in der Graft. Seit 1956 ist ihr allein ist das jüngste einer Reihe von Pumpwer-

Ehemalige Allerzentrale der Stadt Celle in Hambühren-Oldau. (Foto: M. Mende) ken zur Versorgung der Wasserspiele in Schloßgärten, die in der Bundesrepublik

ger Park aus dem frühen 19. Jahrhundert. schluß an ein benachbartes Überland-Alle drei sind anschauliche Zeugnisse für netz. die Entwicklung des Maschinenbaus in Die von Chefingenieur Viktor Gelpke Deutschland.

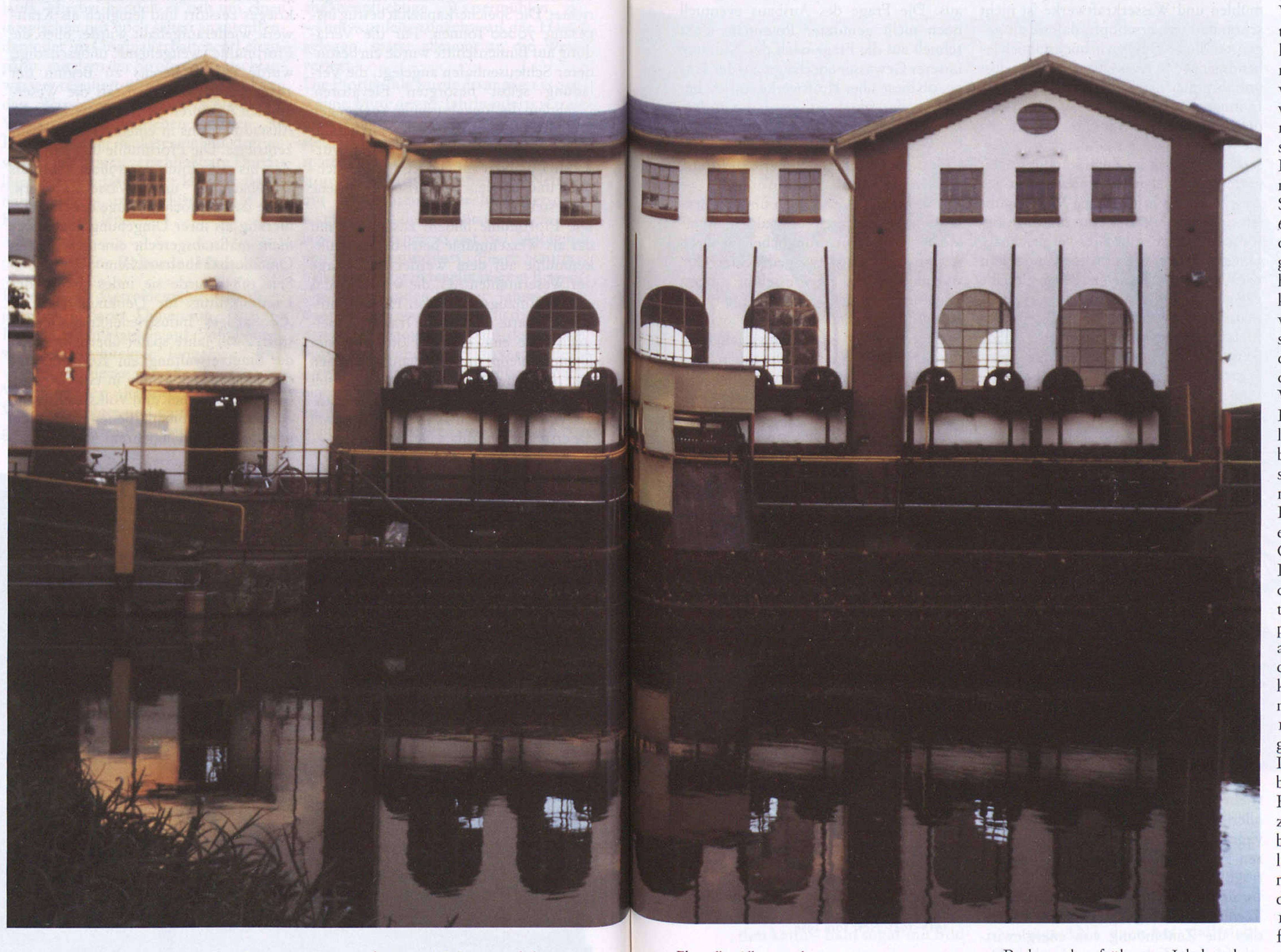
Allerzentrale Oldau

len vor allem die Wasserkunst in Schwet- mit der preußischen Wasserstraßenver- sentlichen noch heute in ununterbrochezingen aus dem späten 18. und die beiden waltung errichtete die Stadt Celle in den nem Betrieb. Die drei Francisturbinen Pumpenanlagen für den Nymphenbur- Jahren 1908–1911 und 1912–1915 die der Braunschweiger Mühlenbauanstalt

beiden "Allerzentralen", zunächst das Werk Oldau, dann das inzwischen abgetragene Werk Marklendorf. Ursprünglich waren fünf Staustufen mit jeweils einem Kraftwerk vorgesehen, um die Aller wieder in stärkerem Maße dem Schiffsverkehr zu öffnen und in das entstehende norddeutsche Wasserstraßennetz zwischen Ruhrgebiet, Nordseehäfen und Berlin einzufügen. Die beiden, zusammen mit den 'Allerzentralen' errichteten Schleusen wurden dann auch für 600 Tonnen-Schiffe als "Normalschiffe der neueren norddeutschen Kanäle" ausgelegt, nachdem der zunächst recht lebhafte Schiffsverkehr ab ca. 1870 der Konkurrenz durch die Eisenbahn erlegen war. Die Pläne der preußischen Wasserstraßenverwaltung zielten nun darauf, die vielen Flußschleifen zu kappen, um durch einen beschleunigten Abfluß der Versandung entgegenwirken zu können. Die zusammen mit den Durchstichkanälen einzurichtenden Staustufen sollten bewirken, daß der im Jahresverlauf stark schwankende Wasserstand auf einem mittleren Niveau zu halten war.

Die Stadt Celle hatte sich 1909 für ihren eigenen Bedarf ein Dampfkraftwerk für Gleichstrombetrieb mit einer installierten Leistung von 13 MW zugelegt. Sie hatte dadurch zunächst nur einen beschränkten Bedarf nach weiterer Kraftwerkskapazität. Den Allerzentralen sollte denn auch nur zum Teil die Aufgabe zufallen, die Versorgung der Stadt Celle selbst zu komplettieren. Vielmehr war in erster Linie daran gedacht, zum einen über ein 1200 Kilometer langes Leitungsnetz ungefähr 600 Dörfer in den benachbarten Landkreisen Celle, Uelzen und Fallingbostel zu versorgen, zum anderen die Erdölindustrie im nahegelegenen Wietze, einem der ältesten, bereits Jahrzehnte betriebenen Fördergebiete Deutschlands. Hier sollten die Göpel und Lokomobile elektrischen Pumpen weichen. In dieses Gebiet führte von Oldau aus eine 15 kV-Leitung. Eine 60 kV-Leitung führte nach Lüchow und fand dort An-

nach amerikanischem Vorbild entworfene Maschinenanlage mit drei Francis-Schachtturbinen und einem gemeinsanoch erhalten sind. Zu dieser Reihe zäh- Auf der Grundlage einer Übereinkunft men Schwungradgenerator sind im we-



Amme, Giesecke & Konegen, der heutigen Bühler-MIAG, sind für ein mittleres Gefälle von 2,50 Meter ausgelegt, weisen aber selbst bei einem Gefälle von 0,9 Meter noch einen Wirkungsgrad von über 75 Prozent auf. Es sind langsamlaufende Turbinen von großer ,Schluckweite', das heißt einem Fassungsvermögen zwischen gut 10 und 15 m3/sek bei jeweils etwa 25 bis knapp 36 Umdrehungen in der Minute. Jede der drei Turbinen ist auf einen eigenen Leistungsbereich mit optimalem Wirkungsgrad abgestellt, der vor allem durch den entsprechenden Wasserstrom beziehungsweise Wasserstand bestimmt ist. Dabei können sowohl alle drei Turbinen gleichzeitig, ebenso aber nur eine einzelne Turbine betrieben werden. Die Anlage ist auf diese Weise schwankender Bedarfslage und unterschiedlichen Wasserverhältnissen gut anzupassen.

Bereits 1930 hatte die Stadt Celle ihr Wasserkraftwerk Oldau an die Preußische Elektrizitäts AG verpachtet und 1948 ganz in Bundesbesitz gegeben. Die Preußenelektra führte indes den Betrieb bis 1972 weiter, um das Werk danach zum Abbruch vorzusehen. Im Unterschied zum Kraftwerk Marklendorf scheiterte diese Absicht jedoch am Einspruch der Bezirksregierung in Lüneburg, die die Anlage unter Denkmalschutz stellte. Von privater Seite wurde sie dann 1976 zunächst in Pacht genommen, generalüberholt und von 1982 an wieder in Betrieb genommen. Seitdem speist sie wieder in das Versorgungsnetz der HASTRA, des regionalen Versorgungsunternehmens zwischen Hannover und Braunschweig, als größtes von insgesamt 22 Kleinwasserkraftwerken ein, die indes nur zu weniger als einem Prozent zum Jahresabsatz beizutragen vermögen.

Das Wasserkraftwerk Oldau ist zu weiten Teilen im ursprünglichen Zustand erhalten. Neben Turbinen und dem Generator ist die Schalttafel ebenso vorhanden wie der originale Wasserstandsanzeiger und die Fliehkraftregler mit manueller Voreinstellung, über die die Leitapparate der Turbinen auf die schwankenden Wasserströme eingestellt und auf diese Weise die Drehzahl der Turbinenlaufräder konstant gehalten werden können. Seit der Wiederinbetriebnahme wird der Wasserstrom allerdings automatisch geregelt.

Denkmal Wasserkraft

Der Aussagewert historischer Wassermühlen und Wasserkraftwerke ist nicht schon dadurch erschöpft, daß sie als gegenständliche Quellen in buchstäblich lebendiger Weise Auskunft über sich selbst und ihresgleichen zu erteilen vermögen. In ihnen spiegelt sich überdies der Wandel der Wasserkraftnutzung. Sie legen die Veränderungen frei, denen die Wasserkraftnutzung im Zuge ständig gesteigerten Energiebedarfs unterworfen gewesen ist. Die historischen Wassermühlen und Wasserkraftwerke lassen in besonderer Weise, zumal es vergleichbare Dampfkraftwerke kaum noch und so gut wie nie mehr in Betrieb zu sehen gibt, die gegenüber der Anfangszeit ebenso quantitativ wie qualitativ enorm ausgeweitete Elekrifizierung unmittelbar anschaulich werden. Kraftwerke, denen vor Jahrzehnten wenigstens regional Bewunderung gezollt wurde, weil sie die Umstellung von der Gas- oder Petroleumbeleuchtung auf die einfacher zu handhabende, sicherere, sauberere und zudem hellere elektrische Beleuchtung einleiteten, sind heute nur noch den Experten oder einzelnen Zeitzeugen bekannt. Angesichts der Selbstverständlichkeit, mit der heutzutage Elektrizität zur Verfügung steht, ist oft kaum noch vorstellbar, welch grundlegender Fortschritt von den Zeitgenossen im Bau dieser "Zentralen" gesehen wurde und welche Hoffnungen sich an sie knüpften.

Mit Wasserrädern betriebene Mühlen, aber auch mit Wasserturbinen betriebene Kraftwerke veranschaulichen unmittelbar den Vorgang der Energieumwandlung, mehr als ein thermisches Kraftwerk. Im sich gemächlich drehenden Wasserrad, dessen Bewegung über Getrieberäder und Riementransmission auf allerlei Geräte übertragen wird, liegt für viele eine Faszination, die zur besonderen Popularität von Wassermühlen beiträgt.

In den Formen von Architektur und Technik der Vergangenheit wird überdies die Zeitbindung von energiewirtschaftlichen Zielsetzungen deutlich. Die überkommenen Wasserkraftwerke zumal im Norden der Bundesrepublik lagen lange Zeit weitab im Schatten öffentlicher Aufmerksamkeit, weil sie als Reserve kaum zur Deckung der wachsenden Ansprüche an die Energieversorgung in Betracht kamen. Daß man inzwischen gerade den kleinen Wasser-

kraftwerken mehr Beachtung schenkt, weist allerdings über die Problematik der unmittelbaren Wasserkraftnutzung hinaus. Die Frage des Ausbaus eventuell noch nicht genutzter Potentiale lenkt schnell auf die Frage nach der Nutzung unserer Gewässer überhaupt, zu der Frage, ob diese über Kraftwerke stärker belastet oder geschont werden würden. Denkmalpflege, Energiewirtschaft und Umweltschutz gehen hier eine unmittelbare Verbindung ein, deren Auflösung kaum mehr zu vertreten sein dürfte.

Historische Wassermühlen und Wasserkraftwerke fungieren somit als Denkmale einer Bilanz ursprünglicher, in ihren Architekturformen ausgedrückter Erwartungen "an die Entfesselung junger, noch unverbrauchter Kräfte", die per Knopfdruck zu jeder Zeit an jedem Ort verfügbar und auf Ewigkeit gesichert zu sein schienen. Dieser Glaube ist zum Teil der Ernüchterung gewichen, zum Teil aber auch der Flucht in die Illusion von Idyllen. Obgleich auf den ersten Blick Denkmale allein der ,Vergangenheit', lassen sich historische Wassermühlen und Wasserkraftwerke ebenso als Denkmale für die Zukunft, als Maßstäbe in den Auseinandersetzungen um die weitere Entwicklung in der Elektrizitätsversorgung begreifen.

Hinweise zum Weiterlesen

Friedrich Achleitner: Zur Architektur von Kraftwerken. In: Lichtjahre. 100 Jahre Strom in Österreich. Wien 1986, S. 213–236.

Wilhelm Brepohl und Horst Wöbbeking: Die Westfälische Mühlenstraße im Kreis Minden-Lübbecke. Hameln 1987.

Axel Föhl und Manfred Hamm: Die Industriegeschichte des Wassers. Düsseldorf 1985.

Wilhelm Kleeberg: Niedersächsische Mühlengeschichte. Hannover 1979(2).

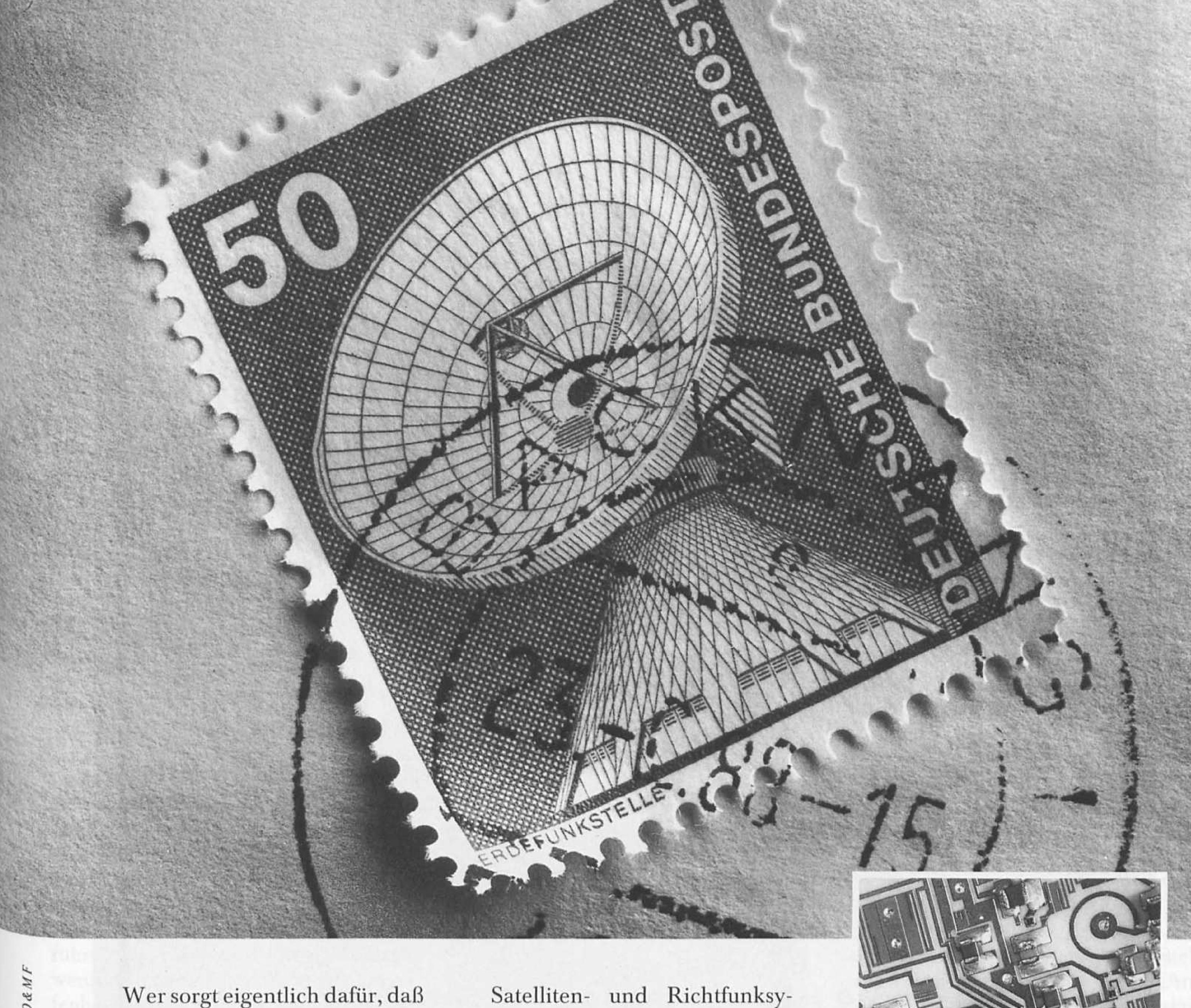
Friedrich Kur und Heinz Georg Wolf: Wassermühlen. 35 000 Kleinkraftwerke zum Wohnen und Arbeiten. Frankfurt 1985.

Rainer Slotta: Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland, Band 2: Elektrizitäts-, Gas- und Wasserversorgung, Entsorgung. Bochum 1977.

Richard Guy Wilson, Dianne H. Pilgrim und Dickran Tashjian: The Machine Age in America, 1918–1941. New York 1986.

DER AUTOR

Michael Mende, Dr. phil., geb. 1945, ist seit 1980 Professor für Technologie und Arbeitsorganisation an der Hochschule für Bildende Künste in Braunschweig.



Wer sorgt eigentlich dafür, daß heute so viele Fernsehprogramme empfangen und rund um den Globus telefoniert werden kann – bald sogar mit Bildfernsprechern? In erster Linie die Post. Für die Deutsche Bundespost und andere Fernmeldeverwaltungen entwickelt ANT schon heute Kommunikationssysteme für morgen. So bauen wir Erdfunkstellen,

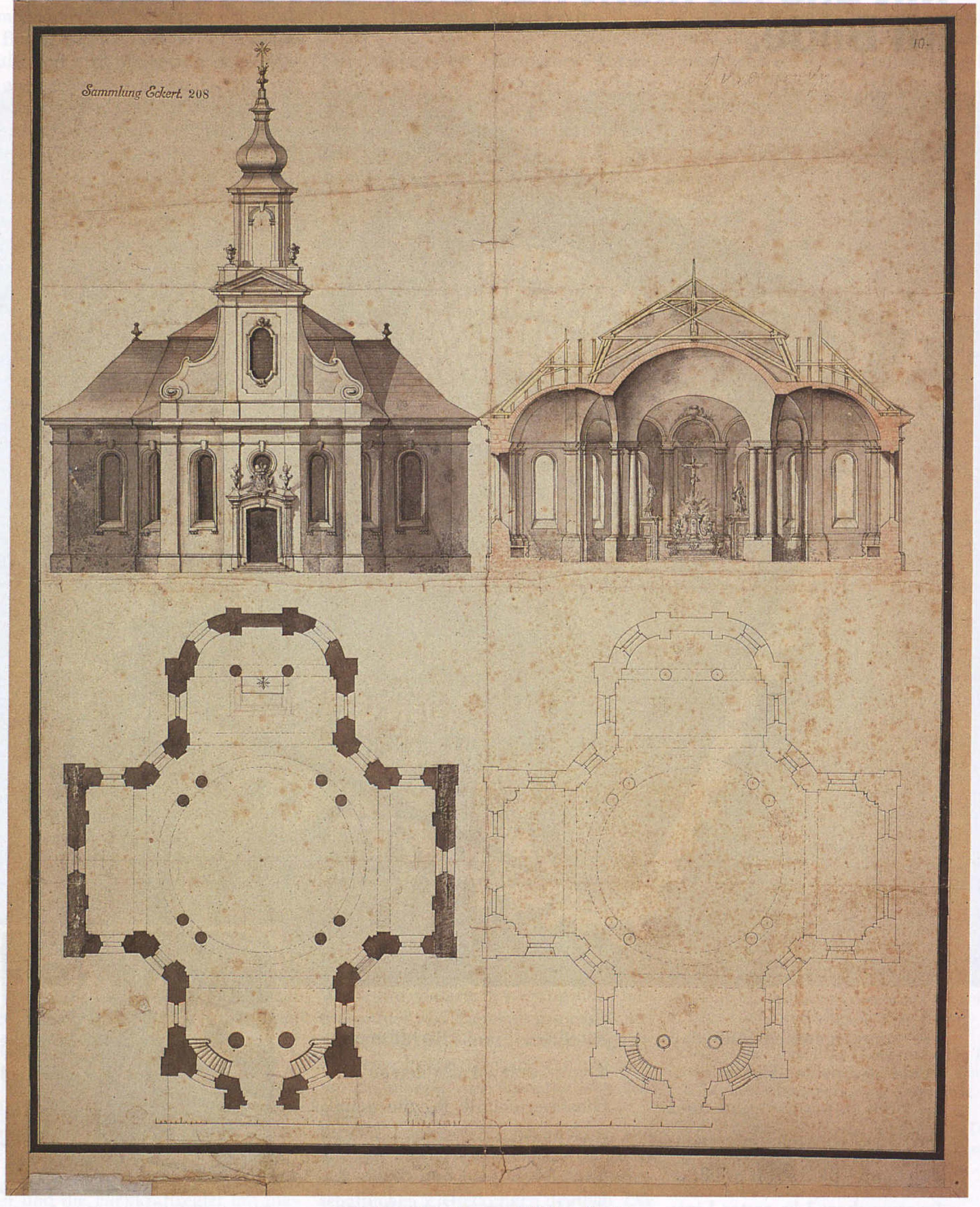
Satelliten- und Richtfunksysteme – und wir arbeiten an der
Glasfasertechnik für die neue
Breitbandkommunikation. So
trägt ANT dazu bei, daß sich
die Menschen in Zukunft noch
besser verständigen können und
noch genauer im Bilde sind.

ANT Nachrichtentechnik GmbH Gerberstraße 33, 7150 Backnang Telefon 07191/13-0

Dünnschichtschaltungen – wichtige Bausteine für Übertragungssysteme von ANT.



ANTRODIORME



Kitzingen-Etwashausen, Heiligkreuzkirche.
Zwei Grundrißvarianten:
Fassadenaufriß und Querschnitt
zum Kirchenneubau,
Vorentwurf. Mehrfarbig lavierte,
teilweise mit Rötel kolorierte
Federzeichnung, 1740.
(Mainfränkisches Museum
Würzburg, Sammlung Eckert 208)

KUNSTOHNE WISSENSCHAFT

Scheiterte Balthasar Neumann an der Trennung von Plan und Herstellung?

Werner Müller

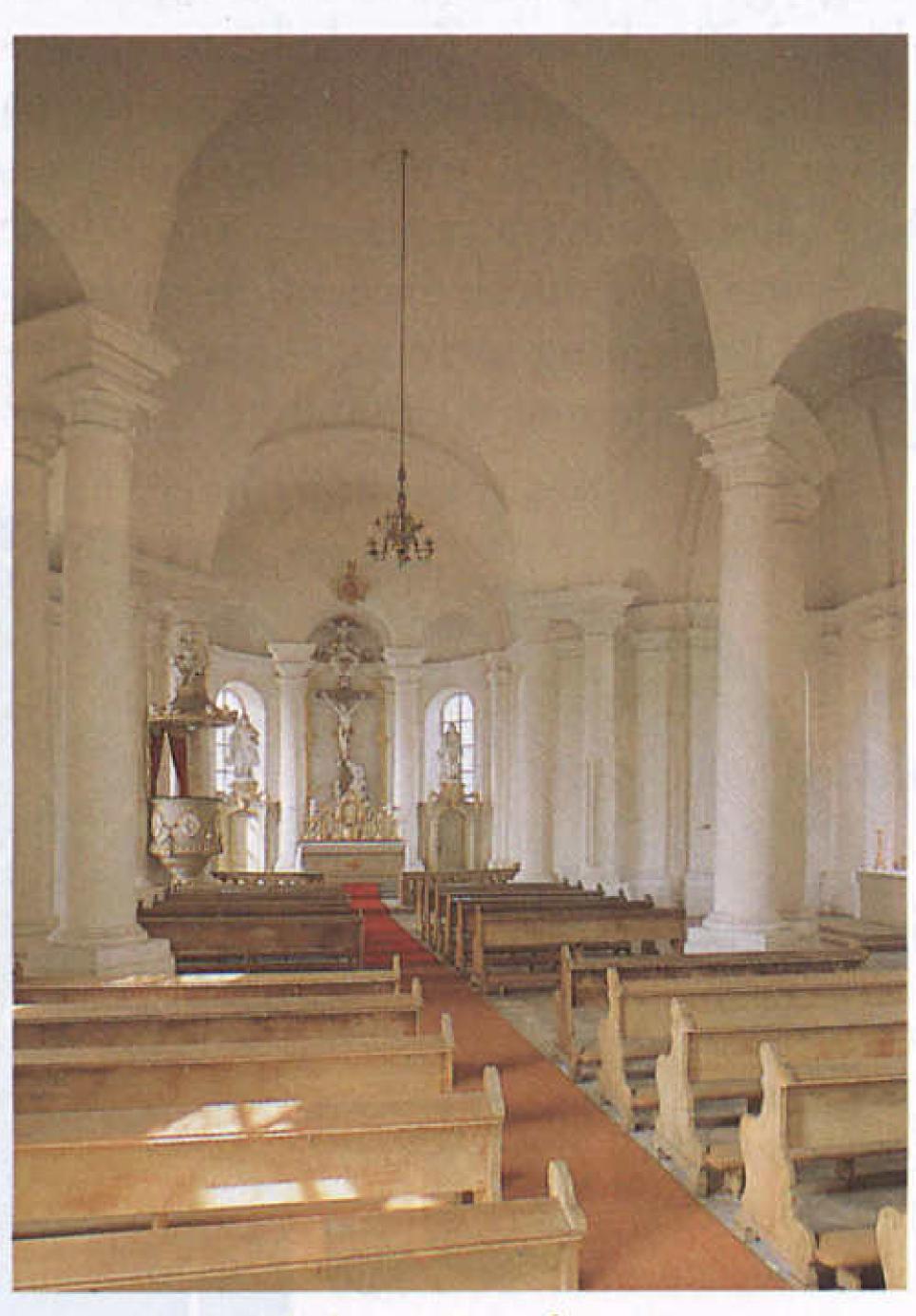
Als Friedrich Karl von Schönborn den Anblick der Pommersfeldener Sala Terrena mit ihrem ,kuriosen' Gewölbe in seinem Schloß Schönborn zu Göllersdorf bei Wien wiederholen wollte, schrieb ihm sein Oheim Lothar Franz, er könne als geschickten Werkmeister, der ein solches Gewölbe machen könne, nur seinen Baumeister in Bamberg, Johann Dientzenhofer, schicken, der "es gerissen und in Stand gebracht hat". Die Leute, die "das Gewölb mit haben helfen machen", seien nicht "capable" dazu, denn ein solches Werk erfordere großen Fleiß und "accuratezza", "in dem der Senkel allzeit und Beständig dabei muß gebraucht werden und ist der Baumeister fast meist dabei gewesen. Solange man an dem Gewölb gearbeitet hat".

Sätze, an die man sich erinnert fühlt, wenn Bernhard Schütz bei einem Vergleich des zunächst approbierten Ent- lung war offenbar nicht möglich. wurfes von Balthasar Neumann für die Kirche Hl. Kreuz in Kitzingen-Etwashausen mit dem schließlich errichteten Bau feststellt, mit Etwashausen beginne eine Entwicklung in Neumanns Werk, die mit Vierzehnheiligen und Neresheim einen unglücklichen Höhepunkt finden sollte: Kein einziger der Kirchenbauten wurde von jetzt an mehr richtig ausgeführt. Plausibel wird diese Tatsache, wenn man annimmt, daß, so wie das offenbar auch bei seinem Entwurf für die Jesuitenkirche in Mainz der Fall war, die örtliche Bauleitung vor den Wölbeproblemen kapitulierte. Und das bedeutet aber doch, daß Neumanns Konzepte den fertigungstechnischen Bedingungen seiner mainfränkischen und rheinischen Umwelt bei weitem vorauseilten. Er verfügte weder über Zeichner, die seine Konzeption mathematisch einwandfrei zu Papier bringen konnten, noch verfüg-

mediantify infirmation of the statement

Etwashausen, Vierzehnheiligen und Neresheim gelten Architekturliebhabern als Orte mit besonderem Klang. Drei der bekanntesten Kirchen Balthasar Neumanns wurden hier errichtet. Entsprechen die Kirchenbauten aber wirklich Neumanns Vorhaben? War es nicht vielmehr so, daß Neumann den handwerklichen Möglichkeiten seiner Zeit weit voraus war? Am Unterschied zwischen Plan und Herstellung zeigt der Autor unsere Mißdeutung der Architektur Neumanns.

te er über örtliche Bauleiter, die solche Zeichnungen hätten lesen können. Die kompromißlose Durchführung seiner Idealvorstellungen hätte seine ständige Anwesenheit auf der Baustelle erfordert, eine Trennung von Planung und Herstel-

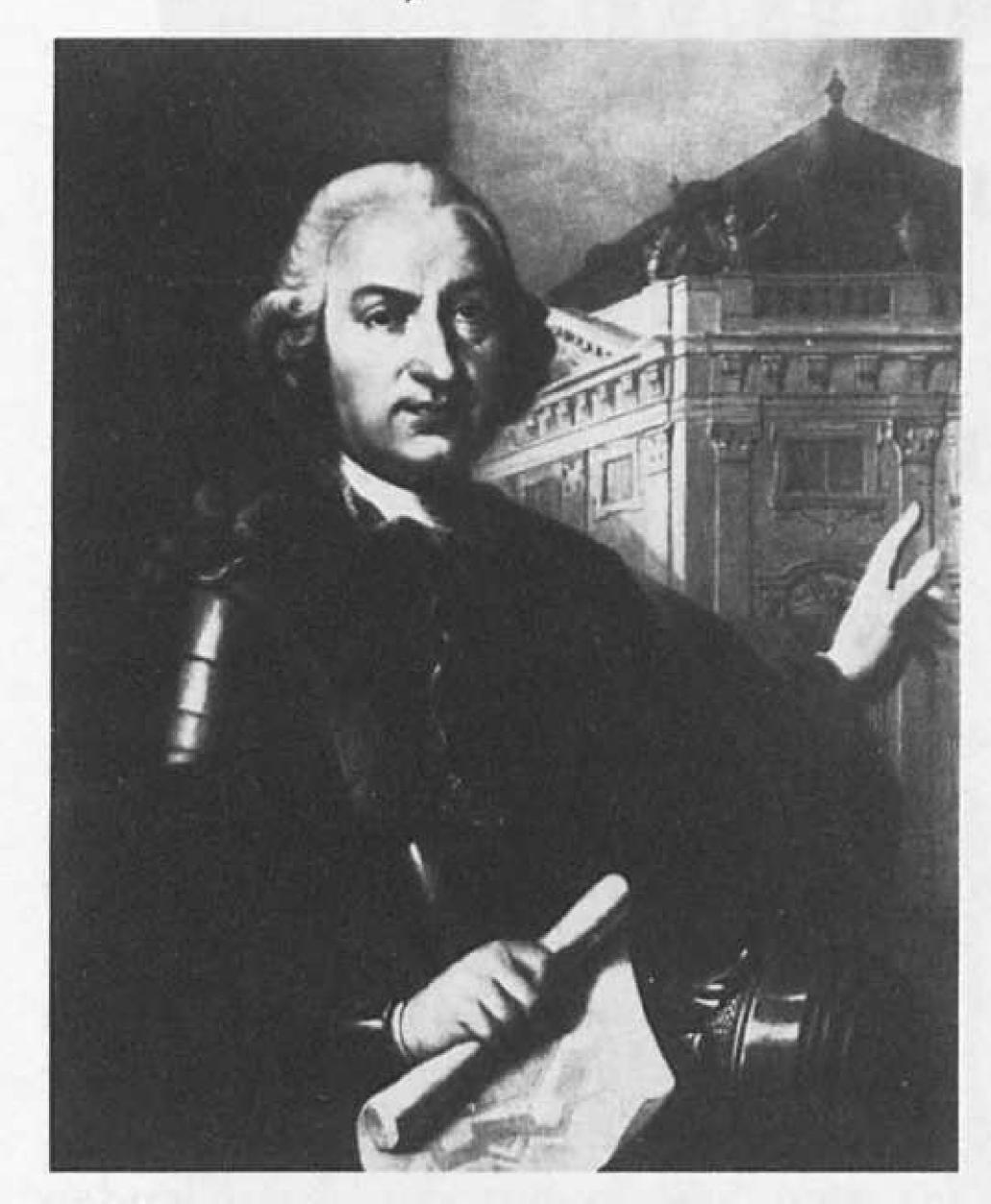


Kitzingen-Etwashausen, Pfarrkirche. Schrägblick in die Vierung. (Foto: I. Limmer)

Bei den aus Neumanns Zeichenbüro hervorgegangenen Rissen handelt es sich in der Regel um aufeinander bezogene Grundrisse und Aufrißquerschnitte. Man nimmt heute an, daß es sich bei den Zeichnungen um Präsentationsrisse für den Bauherren handelte. Daß diese Blätter vom Standpunkt der darstellenden Geometrie oft fehlerhaft gezeichnet worden waren, ist seit langem bekannt. So wurden beispielsweise die Verkürzungen von schräg zur Zeichenebene verlaufenden, räumlich gekrümmten Gewölbegurten im Grundriß nicht berücksichtigt. Im Aufrißquerschnitt wurden die Durchdringungslinien der Gewölbe und die Gewölbegurte freihändig gezeichnet. Zur Erzielung größerer Anschaulichkeit wurden Orthogonalprojektion und isometrische Ansicht dabei häufig miteinander vermischt.

Aber solche Beobachtungen galten in der deutschen Kunstwissenschaft bisher als nicht sehr belangvoll. So schrieb Richard Teufel, daß bestimmte Ovale und Kreise in den aus Neumanns Zeichenbüro stammenden Grundrissen keine zeichnerische Darstellung der Gewölbe im mathematischen Sinne sind, sondern nur etwas "bedeuten". Bei allen Baumeistern des 18. Jahrhunderts trat nach Teufel das Verstandesmäßige, auch in der Darstellung, weit zurück gegenüber dem "Anschaulichen" und gegenüber dem Praktischen der Ausführung. Neumanns Entwurfsskizzen, die wir mühsam lesen, haben ihm und seinen Mitarbeitern offenbar vollkommen als Darstellung seiner großartigen Raumgedanken genügt. Unsere kalte technische Mathematik wurde erst im 19. Jahrhundert entwickelt und ist somit ein wissenschaftliches Werkzeug, mit dem man die Baukunst des 18. Jahrhunderts kaum fassen kann.

KUNST OHNE WISSENSCHAFT



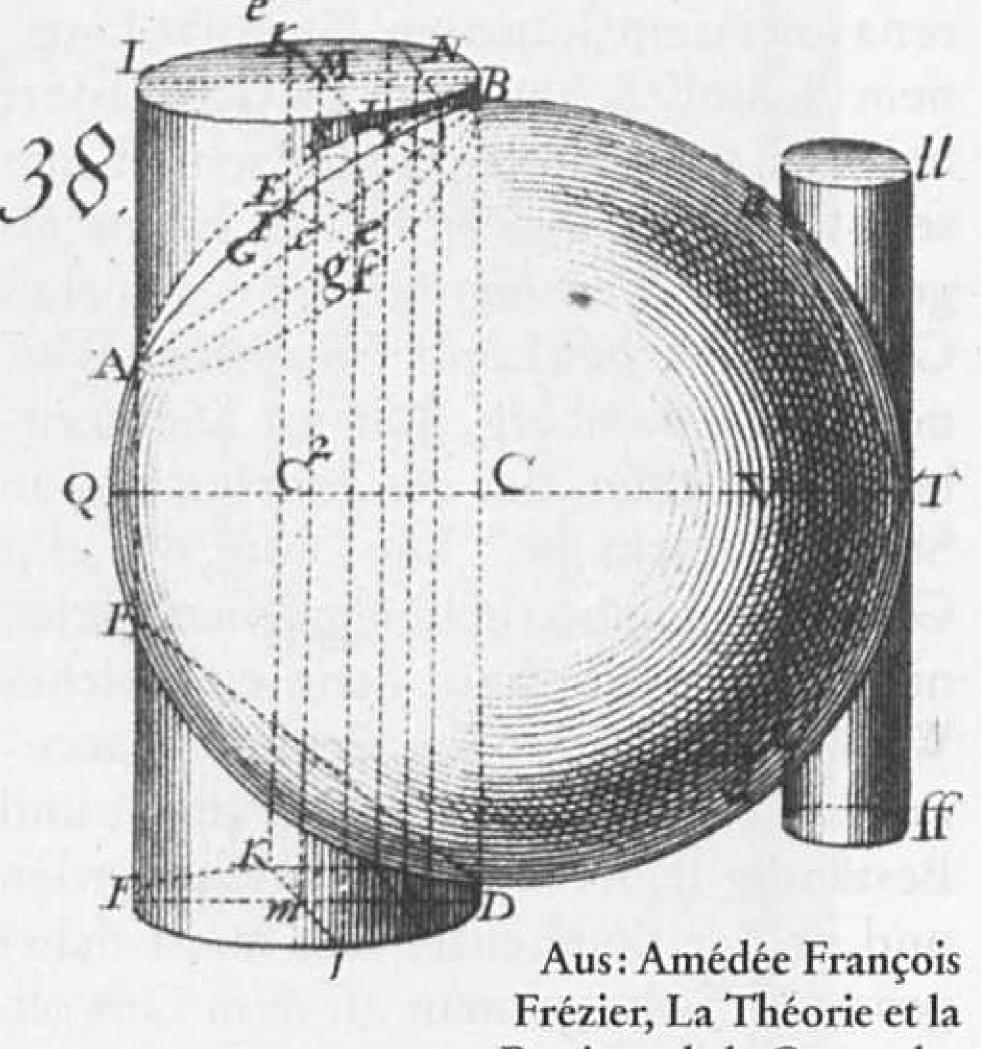
Ist die darstellende Geometrie amusisch?

Eine Steigerung erfuhren solche emotional gefärbten Aussagen noch durch Edgar Wedepohl. Er machte für den Zusammenbruch der Baukunst zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine Reihe von Ereignissen verantwortlich, zu denen namentlich zwei zählen: Zum einen die Einführung des abstrakten, dekadischen metrischen Systems anstelle der konkret auf den menschlichen Körper bezogenen Zoll-, Fuß- und Ellen-Maßeinheiten. Und zum anderen die Entwicklung eines abstrakt-wissenschaftlichen Systems der darstellenden Geometrie durch den Gründer der Ecole Polytechnique' in Paris, Gaspard Monge (1746-1818). Dessen, géométrie descriptive hat durch ihren völlig amusischen Charakter die Entwürfe seitdem von jeder Bindung an figural geometrische Zusammenhänge gelöst.

Es bleibt zu fragen, inwieweit diese Behauptungen einer näheren Betrachtung standhalten. Jedenfalls hatten sich schon, lange bevor die darstellende Geometrie durch Gaspard Monge in den Rang einer selbständigen Wissenschaft erhoben wurde, einige ihrer Anwendungsgebiete zu beträchtlicher Höhe entwickelt, darunter neben der Perspektive und der Lehre von den Sonnenuhren (Gnomonik) vor allem die Lehre vom Steinschnitt (Stereotomie). Schon Anfang des 17. Jahrhunderts mußte jeder Pariser Steinmetzmeister nachweisen, daß er die

Schablonen für die Flächen sorgfältig behauener Werksteine eines Gewölbes oder Bogens nach den modernen, während der Renaissance entwickelten Verfahren ,par panneaux' anfertigen konnte. Girard Desargues, den man den Monge seines Jahrhunderts genannt hat, führte Perspektive, Gnomonik und bestimmte Standardaufgaben der Stereotomie auf ein gemeinsames konstruktives Prinzip zurück. Selbst ein Architekt des 19. Jahrhunderts konnte ohne wesentliche Einschränkung von dem 1737 bis 1739 erschienenen, dreibändigen Werk ,La Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et des Bois' des französischen Ingenieuroffiziers Amédée François Frézier Gebrauch machen. Nach dessen Methoden wären selbst die kompliziertesten Entwürfe Neumanns aus exakt geformten Werksteinen zu verwirklichen gewesen. Gegen diese Möglichkeit sprachen allerdings nicht nur Kostengründe, sondern auch das Theoriedefizit der deutschen Baumeister.

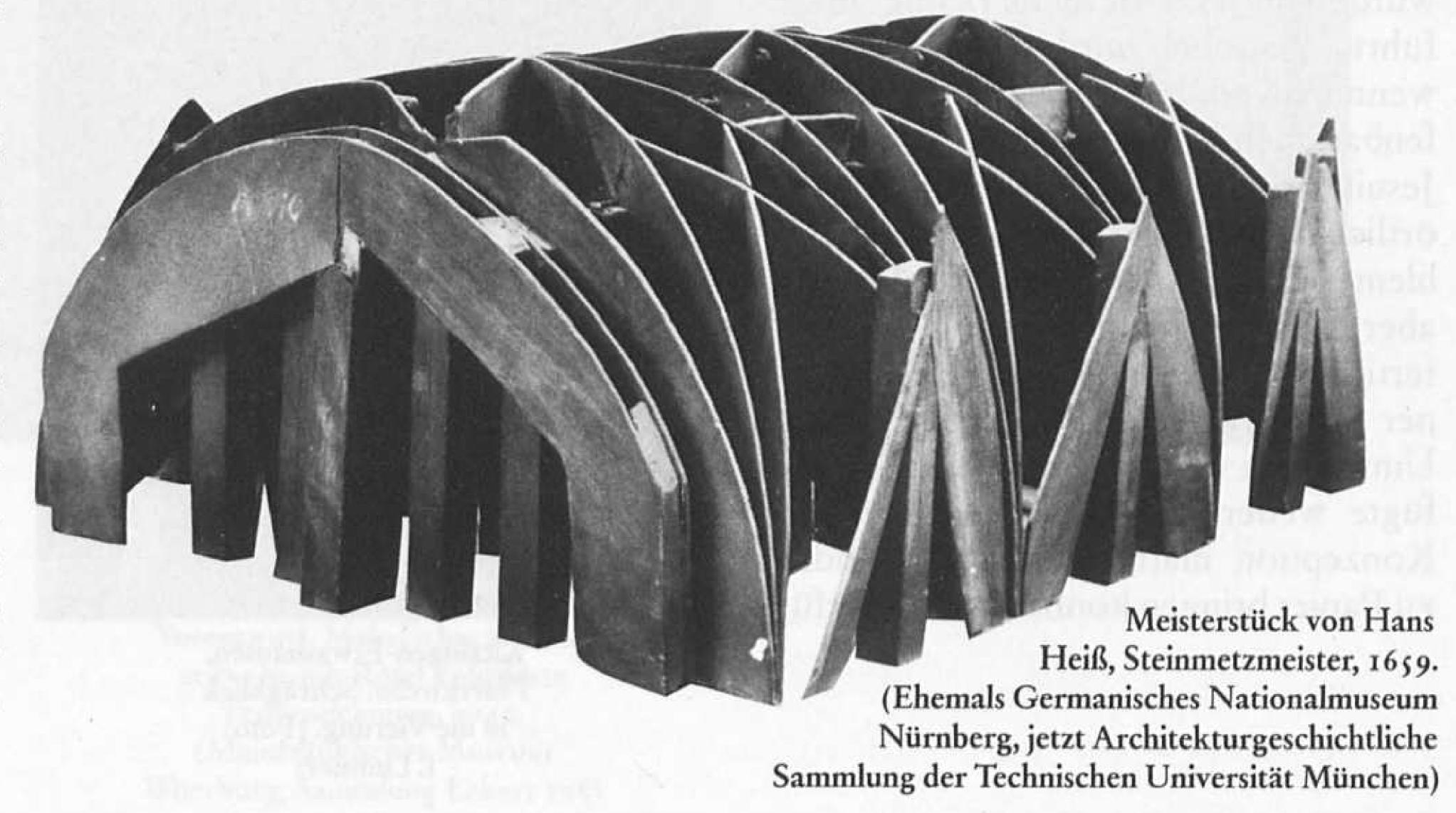
Frézier hat in seinem Lehrbuch zwar die Schnittkurven von Ellipsoiden mit Kuoogn und Zylindern behandelt, die Untersuchung der Schnittkurven, die sich bei der gegenseitigen Durchdringung von Ellipsoiden mit verschiedenen Achsenverhältnissen ergeben, überließ er jedoch dem Leser. Wäre Neumann in der Lage gewesen, eine solche Aufgabe zu lösen? Zu diesem Zweck hätte er zunächst eine Reihe von Schnitten durch zwei abgeflachte, liegende Halbellipsoide konstruieren müssen, um diese Schnitte dann durch Projektion zueinander in Beziehung setzen zu können. Aber selbst nachdem er die gesuchte Schnittlinie auf geometrischem Wege bestimmt hatte, war die Aufgabe für ihn noch nicht gelöst, denn nun galt es, die Werkzeichnungen für ein entsprechendes Lehrgerüst anzufertigen, mit dem die gefundene Kurve zu realisieren war. Bedenkt man, daß es Neumann mit Bauhandwerkern zu tun hatte, die von ihrem Ausbildungsstand her noch stark in spätgotischen Traditionen verwurzelt waren, kann man sich ein unzweckmäßigeres Verfahren als das geschilderte kaum vorstellen.



Frézier, La Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres, Bd. I, Tafel 3, Ausschnitt.

In spätgotischer Tradition verharrend: Bauhandwerker um Balthasar Neumann

Bekanntlich gehörten, solange Nürnberg freie Reichsstadt war, also noch an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert, zu den Meisterstücken, die dort von den



Applaus für die Technik?

Bitte senden Sie mir detaillierte Informationen über die ShowTech ☐ für Aussteller ☐ für Besucher Name, Vorname _____ Funktion _____ Straße _____ Wohnort _____ AMK Berlin Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH Messedamm 22 - D-1000 Berlin 19 Telefon: (030) 30 38-0 · Telex: 1 82 908 amkb d : Teletex: 308 711 = amkb d FAX: (030) 30 38-2325

Licht und Ton sind Basis einer gelungenen Veranstaltung - feine Filter, behutsame Beschallung und erlesene Effekte führen zu einem harmonischen Erim Rampenlicht - vor, hin- uns einfach den Coupon. ter, über, unter der Bühne. Und auf der SHOWTECH Berlin, Europas größtem

Treffpunkt der Veranstaltungsbranche. Vom 8.-10. Mai 1990 mit einer Messe von Rang und Namen und dem Fachkongreß für professionellen Erfahrungslebnis. Die Technik steht austausch. Schicken Sie Ihr SHOWTECH-Infopaket kommt postwendend. -Wir sehen uns in Berlin.



Internationale Messe und Kongress -Veranstaltungstechnik, Bühnentechnik, Ausstattung, Organisation Berlin, 8.–10. Mai, 1990

MAMK Berlin

DAMK Berlin

AMK Berlin Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH · Messedamm 22 · D-1000 Berlin 19 Telefon: (030) 30 38-0 · Telex: 1 82 908 amkb d · Teletex: 308 711 = amkb d · FAX: (030) 30 38-2325

Ideelle Träger:



DTHG

Fördernde Verbände:











Mitglieder-Information

Ab 1. Januar 1990 werden die Beiträge pro Kalenderjahr für die Mitglieder im Deutschen Museum wie folgt erhöht:

Privatpersonen DM 58,-Schüler/Studenten DM 34,-(Firmen/Institutionen wie bisher DM 200,-)

Dies ist die erste Beitragserhöhung für Privatpersonen seit dem 1. Januar 1982 und für Schüler/Studenten seit dem 1. April 1986. Leider war diese Erhöhung aufgrund unserer gestiegenen Kosten unumgänglich geworden.

Ihre Vorteile als Mitglied bleiben davon natürlich unberührt. Weiterhin genießen Sie:

- freien Eintritt in die Sammlungen (einschließlich Planetarium) mit einer Begleitperson;
- den kostenlosen Bezug der Museumszeitschrift "Kultur & Technik".

Wir bitten Sie um Verständnis für diese Beitragserhöhung und wünschen uns, Sie auch weiterhin zu unseren Mitgliedern zählen zu dürfen. Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Deutsches Museum

Postfach 260102 · 8000 München 26 · Telefon (089) 2179-310





Steinmetzen verlangt wurden, nicht nur Zeichnungen, sondern auch Lehrbogenmodelle für einen gotischen Kirchenchor. Das Nürnberger Meisterstück von Hans Heiß aus dem Jahre 1659 hat sich, wenn auch in etwas beschädigter Form, bis heute erhalten. Sehr schöne Zeichnungen von solchen Standardlehrstükken gehören zum Nachlaß des Nürnberger Ratsbaumeisters Wolf Jacob Stromer (1561–1614).

Wählen wir ein Beispiel mit doppelt gekrümmten Rippen, auch Schlingrippen genannt. Man ist versucht, die beiden einander zugeordneten Zeichnungen so aufzufassen, wie wir es heute in den Bänden unserer Kunsttopographien gewohnt sind, nämlich als Grundriß mit zu-

gehörigem Aufrißquerschnitt. Aber diese Interpretation ist falsch. Denn es handelt sich bei der Gewölbewiedergabe um keine Orthogonalprojektion. Alle ebenen Rippenbögen sind unverkürzt wiedergegeben, indem man sie quasi um die Höhen der Rippenkreuzungen wie um Scharniere in die Zeichenebene hineingeklappt hat. Mit den Schlingrippen verfuhr man entsprechend, nur mußte man sie vorher durch ,Abwicklung' in ebene Rippen überführen. Dieses uns heute ungewohnte Darstellungsverfahren hängt eng mit der gotischen Fertigungstechnik zusammen. Sie bestand, etwas verkürzt ausgedrückt, darin, für architektonische Zierformen möglichst große Serien an standardisierten Werksteinen auf Vorrat

zu produzieren, um sie dann nach einem Montageplan gerüstartig zusammenzusetzen. In diesem Zusammenhang ist vor allem auf die wichtigen Untersuchungen von Dieter Kimpel zur französischen Kathedralgotik hinzuweisen.
Das, was auf den ersten Blick als Gewölbequerschnitt erscheinen kann, ist eine
sogenannte Bogenaustragung. Ihr ist der
Radius zu entnehmen, nach dem alle
Rippenstücke präfabriziert werden sollen. Und sie stellt gleichzeitig auf kürzeste und direkteste Weise den Montageplan vor, nach dem das Fachwerk des
Rippensystems zu errichten ist.

Die ästhetische Beurteilung der Gotik während des 18. Jahrhunderts ist zwiespältig. Man lobte die elegante Leichtig-

KUNST OHNE WISSENSCHAFT



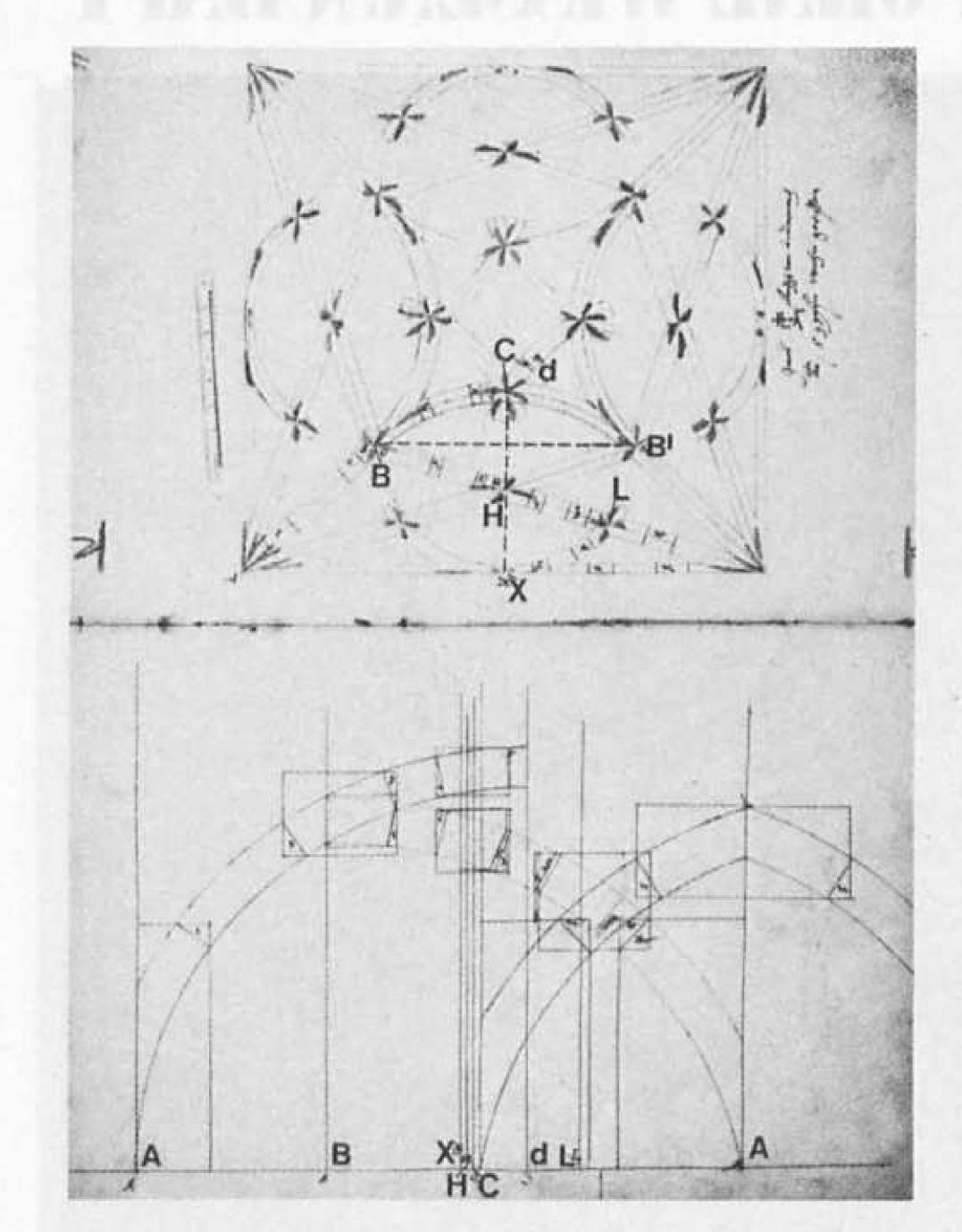
keit und Durchsichtigkeit mancher gotischen Kirchenräume, tadelte aber die unmögliche Proportionierung ihrer Gliederung. Für uns ist besonders interessant, was Frézier im 18. Jahrhundert zur Fertigungstechnik der Gotik zu sagen wußte. Als Ingenieur waren ihm die konstruktiven Vorteile gotischer Gewölbe durchaus bewußt. Im typischen Kreuzgewölbe erlaubt die starke Biegung der Gewölbefläche extrem leichte und dünne Gewölbeschalen, so daß entsprechend wenig Material benötigt wurde. Das Gewölbe ließ sich rasch und ohne Schwierigkeiten errichten, denn seine Teile waren so klein, daß man sie leicht transportieren und handhaben konnte. Daraus folgt auch, daß sowohl die Mate-

rialkosten als auch die Lohnsummen niedrig lagen. Der Aufwand für die Bearbeitung der Gewölbesteine war sehr gering, denn bei den kleinen und flachen Steinen für die Gewölbeschalen brauchte man nur die Stoßflächen etwas zuzurichten; im übrigen wurde die Aufgabe des Steinschnitts von dem auf der Rückseite und der Leibung aufgetragenen Mörtel übernommen. Die Hauptaufgabe des Steinschnitts bestand in der Bearbeitung der Werksteine für die Rippen. Zu den genannten Vorteilen kam noch ein weiterer. Die leichten und stark gebogenen Gewölbekappen bewirkten, daß der auf die Mauer ausgeübte Schub gering war, so daß man mit einer entsprechend verminderten Mauerstärke auskam, ein

Umstand, der abermals zur Kostenersparnis beitrug. Die Langlebigkeit der Gotik ist deshalb nach Frézier nicht verwunderlich: Man hätte damals die große Anzahl von Kirchen, Klöstern und weltlichen Bauten gar nicht errichten können, wenn die Bauverfahren so kostspielig gewesen wären wie zu seiner Zeit. So betrachtet bedeutet der Übergang von der Gotik zur Renaissanse und zum Ba-

der Gotik zur Renaissance und zum Barock in fertigungstechnischer und ökonomischer Hinsicht zunächst einen
Rückschritt, und es ist nicht verwunderlich, daß im Kirchenbau, soweit er noch
Massivbau war und nicht auf ein mit
Mörtel und Gips verkleidetes Lattenwerk auswich, die Fertigung noch zu einem guten Teil auf spätgotischer Tradi-

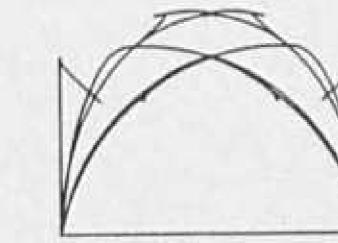
KUNST OHNE WISSENSCHAFT

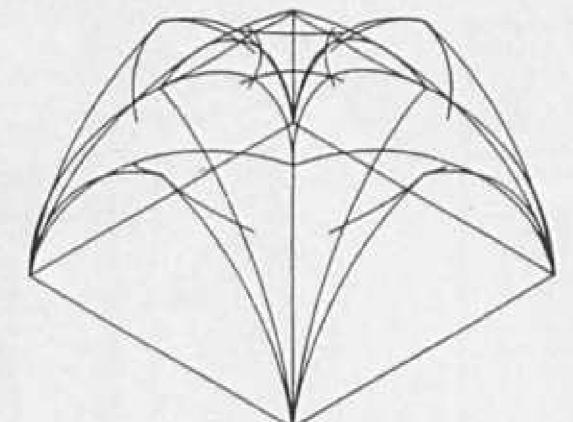


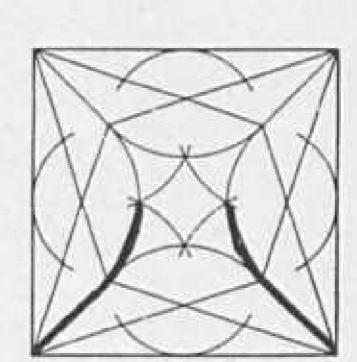
Historisches Archiv der Stadt Köln, Manuskript W 276*, fol. 10' und 11'. Ehemals Bibliothek Wallraf.

Veranschaulichung des aus der nebenstehenden Konstruktionsanweisung resultierenden Rippensystems. Grundriß, Aufrißquerschnitt und isometrische Ansicht. Hergestellt mit Hilfe eines computergesteuerten

Plotters von W. Müller, K. Haenisch u. C. Michalzik.







tion beruhte. Wie sollte man aber die Realisierung moderner Formen im Gewölbebereich mit Hilfe von Montageplänen der alten Art bewerkstelligen? Da in Franken keine Gewölbe aus exakt gefugten Werksteinen errichtet wurden, kann sich diese Frage nur auf das Lehrgerüst für die Bögen beziehen, an denen die Gewölbekappen zusammenstoßen. Diese Bögen könnten in zweifacher Hinsicht der alten Art entsprechen: Einmal, indem sie nicht als Durchdringungslinien vorgegebener geometrischer Körper konstruiert wurden, sondern als selbständige Bögen, an die die aneinanderstoßenden Gewölbekappen angepaßt wurden. Dann konnte man sie zudem so konstruieren, wie man früher die Lehrgerüste für die sogenannten Schlingrippen konstruiert hatte.

Das Anpassen der Gewölbekappen an ein vorgegebenes Gerüst flächenbegrenzender Bögen mag man als stereotomischen Illusionismus bezeichnen, aber man wird den damaligen Baumeistern kaum unterstellen können, daß sie dem Betrachter mathematische Kenntnisse vorzutäuschen versucht haben, die sie gar nicht besaßen. Jedenfalls hatte das Verfahren für die Praxis, selbst wenn man nicht so vorging wie bei den oben erwähnten Schlingrippen, große Vorteile, denn man konnte auf diese Weise ja die Durchdringungslinie eines Ellipsoids mit einem Zylinder vereinfachend durch die Durchdringung eines stehenden mit einem liegenden Zylinder ersetzen.

Mit der Schlingrippenkonstruktion könnte in einzelnen Fällen das Auftreten einer merkwürdigen Form in den aus

Neumanns Zeichenbüro hervorgegangenen Rissen zusammenhängen, einer Form, deren Herkunft bisher nur als Vermischung von Orthogonalprojektion und Isometrie erklärt worden ist. Man trifft dort in den Aufrißquerschnitten immer wieder dreidimensional gekrümmte Gurtbögen an, die eine S-Form zeigen. Da bei Durchdringung der betreffenden geometrischen Körper aber nur solche Orthogonalprojektionen dieser Kurven auftreten, die einsinnig gekrümmt sind, muß man sich fragen, ob diese Kurven wirklich durch Projektionen gewonnen wurden. Vielleicht hatten sie nur ,zeichenhafte' Bedeutung. Sollten sie jedoch wirklich durch Projektion gewonnen sein, wenn möglicherweise auch nur in wenigen Fällen, die man dann ohne Überprüfung auf andere übertrug, dann wäre die S-Form bei bestimmten Schlingrippen in der Tat möglich gewesen. Das zeigen manche Rippenzüge in dem mit Hilfe eines Computers gewonnenen Aufrißquerschnitt eines spätgotischen Gewölbemusters. Man könnte die beiden hervorgehobenen Rippenzüge so zusammenschieben, daß sie zur Begrenzungslinie einer Stichkappe würden, auf der dann sphäroidale Gewölbekappen aufsitzen.

Vom Unterschied zwischen Ausführung und Idee

Die Behauptung, Neumanns Entwurfsskizzen, die wir mühsam lesen, hätten ihm und seinen Mitarbeitern offenbar vollkommen als Darstellung seiner Raumgedanken genügt, mag man glauben oder nicht. Zur Anleitung für die Übertragung des Gedankens in gebaute Form waren sie jedenfalls ungeeignet. Dort, wo Neumann selbst anwesend war, genügte es, wenn der Meister die eindeutige Festlegung mancher Einzelheiten in mündlich erläuterten Zeichnungen erst während der Ausführung entwickelte. Eindeutige Anweisungen allein durch Zeichnungen, die des erläuternden Wortes nicht bedurft hätten, waren offenbar nicht möglich. Das führte in vielen Fällen dazu, daß Planung und Produktion nicht in Einklang zu bringen waren.

Wie er selbst diese Problematik empfand, können wir nur vermuten. Bei Neumann handelte es sich um einen Künstler-Ingenieur, der im großen Umfang experimentell dachte. Seine Werke sind Bestandteile von Versuchsreihen. Was von ihnen verwirklicht wurde und wie es verwirklicht wurde, folgte oft weniger aus der Anwendung ästhetischer Grundsätze als vielmehr aus dem Zusammenwirken von Kausalketten in der ihm vorgegebenen ökonomischen, technischen und sozialen Realität. Im Gegensatz zu seinem zeitweiligen Rivalen, Johann Lukas von Hildebrandt, bestand er, zumindest in seinen Kirchenbauten, offenbar kaum auf ästhetischen Prinzipien und paßte seine Entwürfe in einer für die geistige Haltung eines Ingenieurs typischen Weise den ihm auferlegten äußeren Bedingungen an. Wir wissen nicht einmal, ob er das im Einzelfall mit allzu großem Bedauern tat, vermutlich dachte er in solchen Fällen eher wie ein pragmatischer, Macher'. Womit Balthasar Neumann allerdings nicht als ,kalter Macher' denunziert werden soll, schließlich kann, Machen' auch zur Leidenschaft werden.

Hinweise zum Weiterlesen

Werner Müller: Kunstwerk, Kunstgeschichte und Computer. München 1987.

Ders.: Grundlagen gotischer Bautechnik. Ars sine scientia nihil est. Erscheint 1990 in München.

DER AUTOR

Werner Müller, Dr. rer. nat., geb. 1923, Studium der Chemie, war Mitarbeiter der BASF im Bereich Marketing. In zahlreichen Publikationen befaßte er sich im Rahmen der Architekturgeschichte vorwiegend mit dem Gewölbebau und Steinschnitt. Sein besonderes Interesse gilt dem Computereinsatz in der Kunstgeschichte.

MUSEOLOGIE-SEMINAR

vom 30. Oktober bis 4. November 1989 und vom 5. Februar bis 9. Februar 1990

im Deutschen Museum (Kerschensteiner Kolleg)

Themenauswahl:

Probleme der Lenkung eines großen Museums Etatprobleme eines Museums Finanzierungsprobleme von Ausstellungen Architektur und Museum Ausstellungsarchitektur Ausstellungsdesign Strategien beim Sammeln von Großobjekten Rekonstruktionen historischer Versuche und Geräte Probleme der Ausstellungstextgestaltung Strategien der Ausstellungsplanung Erfahrungen bei der Planungsberatung von anderen Museen Probleme der Restaurierung und Konservierung Bestandsverwaltung (Katalogisierung, Fachbereichseinteilung) Sammeln und Bewahren von Büchern Erwerb von handschriftlichen Nachlässen Archivierung

Sehr häufig in der Vergangenheit wurde das Deutsche Museum von Kollegen anderer Museen, aber auch von Sammlern und Museumsfreunden, gebeten darzulegen, wie – nach welchen Prinzipien, mit welchen Zielvorstellungen, mit welchen Techniken und Strategien gegenüber dem Besucherstrom – ein Haus wie das Deutsche Museum betrieben wird und welche Schwierigkeiten dabei zu überwinden sind.

Dieser Wunsch wurde so häufig geäußert, daß die Leitung des Deutschen Museums beschlossen hat, ein Seminar über Museologie anzubieten, in dem den Beteiligten Gelegenheit gegeben werden soll, mit den Mitarbeitern des Hauses aber auch untereinander zu diskutieren.

Kosten: Dм 680,- inkl. MwSt., Unterkunft und

Halbverpflegung.

Da nur eine begrenzte Anzahl von Plätzen zur

Verfügung steht, werden Sie gebeten,

Ihre Anmeldung möglichst frühzeitig vorzunehmen.

Leitung: Dr. Otto Krätz

Organisation und Auskunft: Nina Hildisch, Tel. (089) 2179-294



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

Die Mühle, Ort des Verbrechens und der Leichtlebigkeit? Vielfältige literarische Schilderungen und Überlieferungen nähren bis heute dieses Bild. Wie gerieten Müller und Müllerin vergangener Tage derart in Verruf?

Als Ludwig Achim von Ar-nim und Clemens Brentano Des Knaben Wunderhorn' zusammenfügten, da fanden sie auch ein altes Lied, das , Müllers Abschied' heißt und dessen zweite Strophe lautet:

"Da unten in jenem Thale, Da treibet das Wasser ein Rad, Da treibet nichts als Liebe, Vom Abend bis wieder an Tag; Das Rad das ist gebrochen, Die Liebe, die hat ein End, Und wenn zwey Liebende scheiden,

Sie reichen einander die Händ. "1 Die dritte und zugleich letzte Strophe gibt dann zu erkennen, daß besagter Müller seine Geliebte verloren, daß sie ihn verlassen hat.

Ein ähnliches Geschehen hat Brentano, einer der beiden Sammler, auch in einem eigenen Gedicht beschrieben: Die Geliebte, die ihre Liebhaber ohnehin schneller wechselt als diese es begreifen können, geht an einen Müller verloren:

"Nun lieber Müller, nun sage mir, Hast du mein Lieb gesehen? Ich gab ihr Korn, sie wollte hier Bei dir zur Mühle gehen. Treulieb, Treulieb ist verloren! Treulieb ist heut auf weichem Pfühl

In meinem Arm entschlafen; Es klang die Schelle, es klappte die Mühl,

Das Auffüllen hab ich verschlafen. Treulieb, Treulieb ist verloren!"2

Ahnliches geschieht wiederum in einem Gedicht des Joseph Freiherrn von Eichendorff, in weiteren des Adelbert von Chamisso und so fort.

Auch Goethes vier ,Romanzen von der Müllerin' erzählen die bekannte Geschichte von dem, der einer gefährlichen Bezauberung erliegt:

"Denn wer die artige Müllerin küßt,

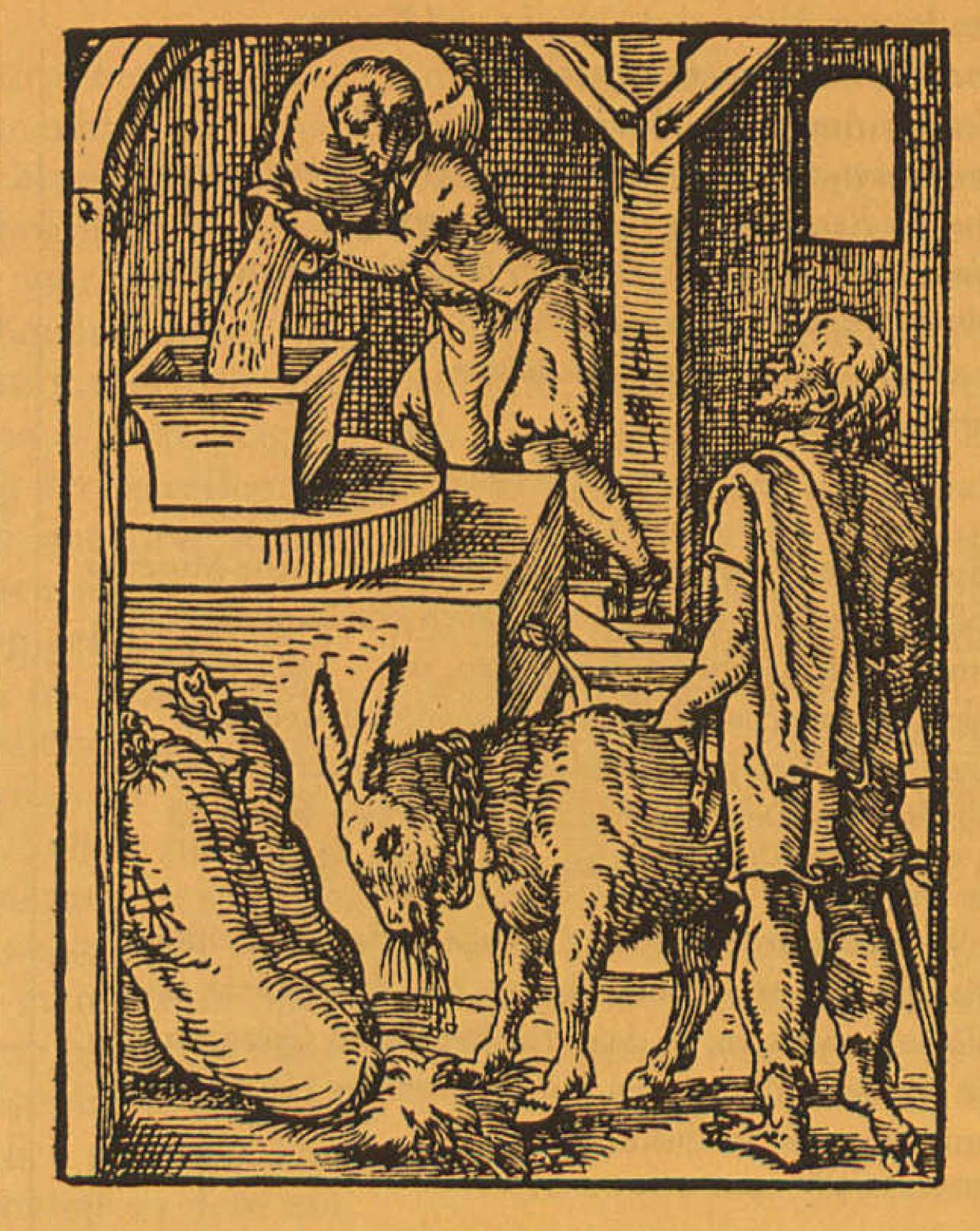
Auf der Stelle verraten ist. "3 An ihr nämlich bestäubt der Liebhaber sich mit Mehl und kann also nicht verbergen, woher er kommt; und am Morgen nach der Liebesnacht - so der , Müllerin Verrat', das dritte der vier Gedichte - liefert sie ihn ihrer Sippe aus. Ein anderes Gedicht Goethes erzählt dieselbe Geschichte, nur stark verkürzt:

"Im stillen Busch den Bach binab Treibt Amor seine Spiele. Und immer leise, dip, dip, dap, So schleicht er nach der Mühle. "4 Und wieder ist es die Geschichte von der, die den Männern den Kopf verdreht, sie in geheimnisvoller Weise berückt und bezwingt. Die Ausstrahlung, die der Müllerin nachgesagt wird, reicht bis ins Märchen hinein: In der Grimmschen Sammlung wird die berühmte "schöne Tochter" des öfteren dem Müller zugeschrieben;5 kaum, daß sich außer dem König ein anderer solcher Töchter rühmen darf.

Neben dem Volkslied und Volksmärchen glaubt auch das Volksbuch zu wissen, daß die Mühle ein Ort der Erotik sei, der ungeregelten und ungesetzlichen vor allem, und daß des Müllers Frau und Tochter dabei ihre Hände aber freilich nicht nur diese - im Spiel haben; so jedenfalls die Schwänke des späten Mittelalters. Noch Goethes dritte Romanze - mit den erbosten Anverwandten, die scharenweise in die Kammer drängen – ähnelt einem solchen Schwank. Michael Lindeners ,Rastbüchlein' erzählt von der Müllerin, die einem armen Studenten das Nachtlager verweigert, weil "sie den pfaffen vorhin bey ir het; so förchtet sie, wann sie den studenten einließ, unnd er sehe, wie sie mit dem pfaffen unnd der pfaff mit ir hendelt, das er solchs hernach dem müller saget, dardurch dann ire bubenstuck an tag kämen".6 Aber der Abgewiesene verschafft sich Bett, Speis und Trank, indem er sich als Zauberer aufspielt, worauf "der pfaff, student und die müllerin erst anfiengen zu zechen. Und eh die nacht vergien-

"Ich will einen Fluch über die Mühle Johannes Werner Sprechen!"

Der Müller.



Wer Korn vnd Weißzu malen hat/ Der bring mirs in die Mülherab/ Denn schütt iche zwischen den Mülstein And males sauber rein vnd klein/ Die Klenen gib ich treuwlich zu/ Hirsch/Erbeiß/ich auch neuwen thu/ Dergleichthuich auch Stockfisch bleuwn/ Würksstoß ich auch mit gankn treuwen. Der

> Der Müller. Holzschnitt aus Jost Ammans Ständebuch, 1568. (Foto: Deutsches Museum)

Ehemaliger
Wasserhammer am
Blautopf in Blaubeuren.
(Foto: M. Mende)



ge, ein yegklicher deß er begert von der müllerin gewehret wurden."⁷ Und andere Geschichten stehen dieser an Derbheit nicht nach.

"Ich hab die Nacht gemahlen"

Alle alten Kulturen stellten das Korn ins Zentrum von Vegetations- und Fruchtbarkeitsmythen, und vom Altertum bis zum Mittelalter hatte die Prostitution in der Mühle eine feste Stätte; und das, was die Müllerin mit ihren Gästen angeblich trieb, bezeichnete der Volksmund von jeher metaphorisch als "mahlen" – so eine der einst allgemein verbreiteten Umschreibungen: "Ich weiß mir eine Müllerin, Ein wunderschönes Weib. Wollt Gott ich sollt bei ihr mahlen,

Mein Körnlein zu ihr tragen, Das wär der Wille mein!"9 Diese Müllerin bleibt, als ihr Mann nach Hause kommt, im Bett liegen, denn:

"Ich hab die Nacht gemahlen Mit einem Reutersknaben, Daß ich so müde bin!"¹⁰

Und mit ihrem schlechten Ruf ist die Müllerin das rechte Pendant zum Müller, der, auf seine Weise, selbst keinen besseren hat. Das Grimmsche Wörterbuch führt denn auch eine Fülle entsprechender Sprüche und Sprichwörter an:

"Der müller mit der metzen, der weber mit der gretzen, der schneider mit der scheer, wo kommen die drei diebe her?" Müller, Schneider und Weber

Müller, Schneider und Weber werden nicht gehenkt, das Handwerk ginge sonst aus. Müller und Bäcker stehlen nicht, man

bringts ihnen. Für Müllers Henne, Bäckers Schwein und der Witwe Knecht soll man nicht sorgen.

"Die müller han die beste schwein, die inn dem ganzen Lande sein, sie mästens aus der bauren säcken."¹¹

Auf die alte Rätselfrage, warum der Storch nicht auf Mühlen baue, wird so auch geantwortet: Er hat Angst, daß ihm der Müller die Eier stiehlt. Schon Kinderreime sangen davon:

"Es ist – ein Dieb – in der Mühle. Wer ist er? Wer ist er? Wer ist er? Der Müller! Der Müller! Der Müller!"¹²

Und ein anderer:
"Wie machens denn die Müller?
Sie betens Vaterunser:
Das halbe Korn ist unser."

Ein altes Lexikon führt ein-

undzwanzig, ein anderes dreißig

Arten an, auf die die Müller ihre Kunden betrügen.14 Sie seien "vor der mülen, in der mülen und hinder der mülen dieb", 15 heißt es in Hans Wilhelm Kirchhofs ,Wendunmuth', einer weiteren Sammlung von Schwänken, von denen einer erzählt, wie ein verarmter Müller als Bettler bei einem Bäcker vorspricht: "Was hör ich da! sagt der becker, hastu sieben bauren zu deiner mülen gehörig gehabt und bettelst? du schendest alle müller und das gantze handtwerck! Ich war auch ein müller, hett mehr denn viertzig bauren und noch drüber, die bey mir malen mußten, ehe ich aber hett wöllen mangel leiden, solten sie all mit einander gebettelt haben".16 Ein altes Lied weiß genauer, wie das zugeht:

"Das Bäurlein in die Mühle schreit,

Müller hast mir das Mehl bereit? Du hast mirs halber gestolen. Du lügst, du lügst du grober Bauer, Ist mir in der Mühl verstoben. Das Bäurlein aus der Mühle trat, Das Annelein ihm die Wahrheit sagt,

Du hast der Kleie vergessen. Ach nein, ach nein, liebs Annelin, Des Müllers Schwein han's gessen. Der Müller hätt die fettsten Schwein,

Die in dem Lande mögen seyn, Er mästs aus Bauern Säcken. Da muß sich mancher arme Bauer Sein Mägd und Knecht früh wekken. "17

Dies ist wiederum ein Lied aus dem , Wunderhorn' - und weitere Belege ließen sich häufen. Schon aus dem 17. Jahrhundert ist ein Spottlied überliefert, das dem Müller den Vorwurf macht, er könne "so meisterlich tief/In die Säcke tasten"; während er "das beste Mehl" behalte, müsse der Bauer mit der Kleie vorlieb nehmen.¹⁸ Doch die angebliche Unredlichkeit kam auch hier daher, daß das Rohmaterial, das der Kunde übergab, zu einem Teil verschwand - hier, beim Müller, durch Reinigung, Verdunstung und Verstaubung; die Unsichtbarkeit des eigentlichen Mahlvorgangs machte das Miß- stillschweigend nach dem Staltrauen noch größer.

"Du Müller, du Mahler, du Mörder, du Dieb!"

Wie es also heißt, geht es in der Mühle keineswegs mit rechten Dingen zu; und zwar um so weniger, als der Müller angeblich nicht nur ein Dieb ist; ihm wird einfach alles zugetraut. "Du Müller, du Mahler, du Mörder, du Dieb!"19 schmäht ein Lied im , Wunderhorn' (, Müllertücke'), das von einem erzählt, der Frau und Kind für Geld ans Messer liefert.

Einen heimtückischen Mordanschlag unternimmt auch in Eichendorffs, Ahnung und Gegenwart' ein Müller, in dessen unheimliche Behausung es den Helden zu nächtlicher Stunde verschlägt: "Das Rauschen und Klappern einer Waldmühle bestimmte seine Richtung. Ein ungeheurer Hund empfing ihn dort an dem Hofe der Mühle. Friedrich und sein Pferd waren zu ermattet, um noch weiter zu reisen. Er pochte daher an die Haustüre. Eine rauhe Stimme antwortete von innen, bald darauf ging die Türe auf, und ein langer, hagerer Mann trat heraus. Er sah Friedrich, der ihn um Herberge bat, von oben bis unten an, nahm dann sein Pferd und führte es

In seinem sogenannten Peitschenmüller' hat Karl May der Titelfigur die erdenklichsten Verbrechen angedichtet und eine versuchte Geisterbeschwörung dazu. Brandstiftung, Brudermord und endlich Selbstmord begeht ein Müller in Alfred Kubins Roman Die andere Seite'.21 "Daß der Müller mit dem Teufel im Bunde war",22 weiß laut Ehm Welk (,Die Heiden von Kummerow') das ganze Dorf, und dazu passen die Geschichten, die man sich von ihm erzählt.

Überhaupt scheint es in der Mühle nicht ganz geheuer zu sein. Daher auch beginnt ein Gedicht von Nikolaus Lenau (,Der Raubschütz. Nach einer Sage') mit den Worten:

"Der alte Müller Jakob sitzt Allein beim Glase Wein.

Schwarzmitternacht, nur manchmal blitzt

Ein Wetterstrahl herein. Das Mühlrad saust, es braust der

Wind;

Doch schlafen ruhig Weib und Kind. "23

Dazu paßt dann, daß gleich ein Gespenst erscheint. Und nicht von ungefähr verweist das Gedicht in seinem Untertitel auf eine Sage als seine Quelle: Zahllose Sagen kennen nämlich die Mühle als den Ort, an dem die Geisterwelt ihr Unwesen treibt;24

auch erzählt ein Grimmsches Märchen von der Nixe, die im Mühlteich haust, und dem Müller, der mit ihr im Bunde ist.25 Zahllose weitere Beispiele könnten die Reihe ergänzen. Und selbst Wilhelm Busch wußte, wer Max und Moritz auf die beste oder vielmehr sicher schlimmste - Art zu Tode brächte:

"Max und Moritz wird es schwüle, Denn nun geht es nach der Mühle. -,Meister Müller, he, heran! Mahl'er das, so schnell er kann!' Her damit!!' Und in den Trichter Schüttelt er die Bösewichter. - "26 Und eine andere, weniger bekannte Bildergeschichte dieses Autors beginnt mit den Versen: "Es heult der Sturm, die Nacht ist

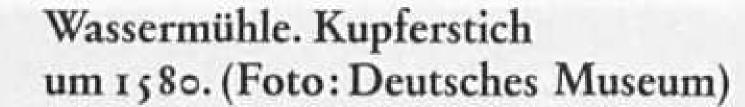
graus, Die Lampe schimmert im Müllerhaus. "27

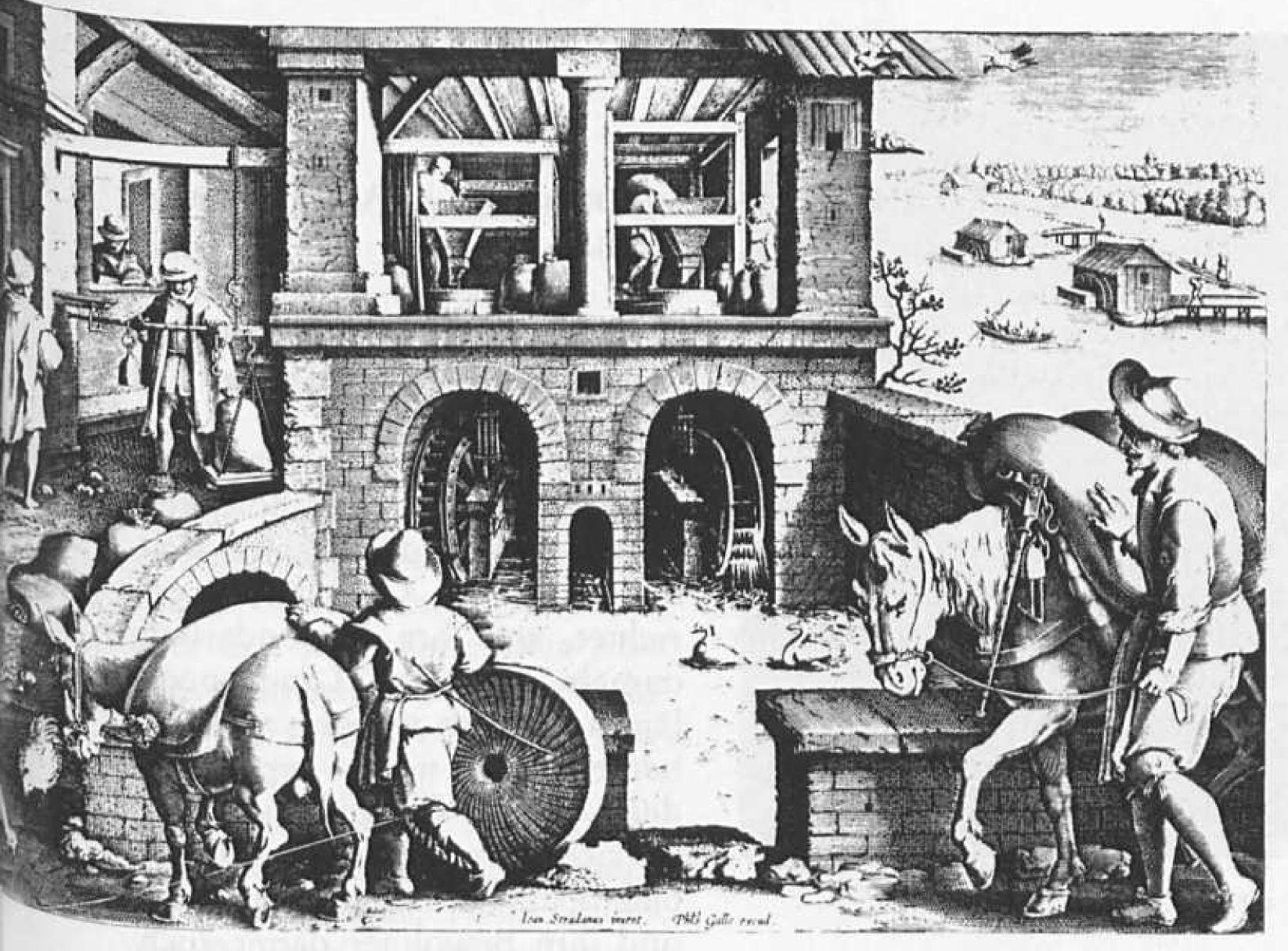
Dort im Müllerhaus wohnt und wacht ,Die kühne Müllerstochter', so der Titel, die drei Räuber auf nicht minder schlimme Weise zur Strecke bringt. Der schlechte Leumund des Müllers wird - wie es schon mit dem der Müllerin geschah - auf die Angehörigen übertragen; so entsann sich auch Friedrich Hebbel noch "des Eindrucks, den die Erzählung von der verruchten Müllerin, die sich nachts in eine Katze verwandelte, auf mich machte, und wie es mich beruhigte, daß sie für diesen schlechten Streich doch endlich die gebührende Strafe erhielt; der Katze wurde nämlich, als sie einmal den nächtlichen Spaziergang antrat, von dem Müllerburschen, dem sie verdächtig vorkam, eine Pfote abgehauen, und am nächsten Tag lag die Müllerin mit blutigem rechtem Arm ohne Hand im Bett".28

Und bis heute reicht die dunkle Tradition, die noch Otfried Preußler in seinem bekannten und beliebten Jugendbuch ,Krabat' aufgreift.29 Darin erzählt er, wie sein Titelheld, ein Betteljunge, von einem Traum in eine einsame, weit und breit geächtete Mühle geführt wird: "Da lag sie vor ihm, in den Schnee geduckt, dunkel, bedrohlich, ein mächtiges, böses Tier, das auf Beute lauerte."30 Sie scheint ausgestorben zu sein, bis er in ihrem hintersten Winkel einen Lichtschein sieht, der durch eine Ritze dringt; er

Mühlen lagen meist abseits der Ortschaften, was vielen Spekulationen Nahrung gab. Hier eine Mühle bei Tschirn. (Foto: I. Limmer)







späht hindurch. "Sein Blick fiel in eine schwarze, vom Schein einer einzigen Kerze erhellte Kammer. Die Kerze war rot. Sie klebte auf einem Totenschädel, der lag auf dem Tisch, der die Mitte des Raumes einnahm. Hinter dem Tisch saß ein massiger, dunkelgekleideter Mann, sehr bleich im Gesicht, wie mit Kalk bestrichen; ein schwarzes Pflaster bedeckte sein linkes Auge. Vor ihm auf dem Tisch lag ein dickes, in Leder eingebundenes Buch, das an einer Kette hing: darin las er."31 So sieht der Müller aus, der die dieser wiederum erscheint nur in den Vollmondnächten, um auf dem sonst stillgelegten siebten Mahlgang eine geheimnisvolle Müller selber verlängert sein Leben in jedem Jahr dadurch, daß er einen seiner Knappen zum Tode bestimmt, wobei der, den es trifft, an Silvester sein eigenes ein Lehrling eingestellt und schon am Ende desselben Jahres freigesprochen, weil in der Mühle alle schneller altern; unterrichtet wird er, wie die Gesellen auch, in allen Künsten der schwarzen Magie. Die Osternacht müssen alle, außer dem Müller, jeweils ist der Müller stets wach, zu zweit an einem unheimlichen klipp klapp!"33 Ort verbringen, tags darauf dann Aufgrund ihrer technischen Eidurch ein Joch gehen und genart, also ihrer Bauart, verunbedingten Gehorsam ge- langte die Mühle vom Müller, loben, und was dergleichen daß er dauernd - auch nachts -Bräuche mehr sind. Drei Jahre auf der Lauer lag, solange sie

braucht Krabat, um den Bann zu brechen; es gelingt ihm mit der Hilfe zweier Mitgesellen und vor allem eines Mädchens, das ihn liebt und diese Liebe in einer lebensgefährlichen Probe beweist.

"Bei Tag und bei Nacht ist der Müller stets wach"

Woher aber kommt der schlechte Ruf der Mühle und der Müllersleute? So unentrinnbar war dieser Ruf oder Verruf, daß er, Mühle mit zwölf Gesellen be- in welcher Form auch immer, treibt und noch einen gespensti- sogar bis in eine Literatur schen Machthaber über sich hat; drang, die von gesellschaftlichen Gegebenheiten ansonsten wenig Notiz nahm. In ihr wirkte die soziale Stigmatisierung einer ganzen Berufsgruppe nach, Materie mahlen zu lassen. Der deren Mitglieder ebenso tief gestellt wurden wie die anderen unehrlichen Leute', also etwa die Schäfer, Schinder und Hen-

Daß die Müller erst sozial, dann Grab schaufeln muß und auch literarisch in Verruf gerieten, bald stirbt, ohne daß man wüßte hat seinen Grund zunächst in wie. Deshalb wird in jedem Jahr ihrer Arbeitsweise, die sich zwangsläufig von allem unterschied, was sonst der Brauch

> "Es klappert die Mühle am rauschenden Bach, klipp klapp! Bei Tag und bei Nacht

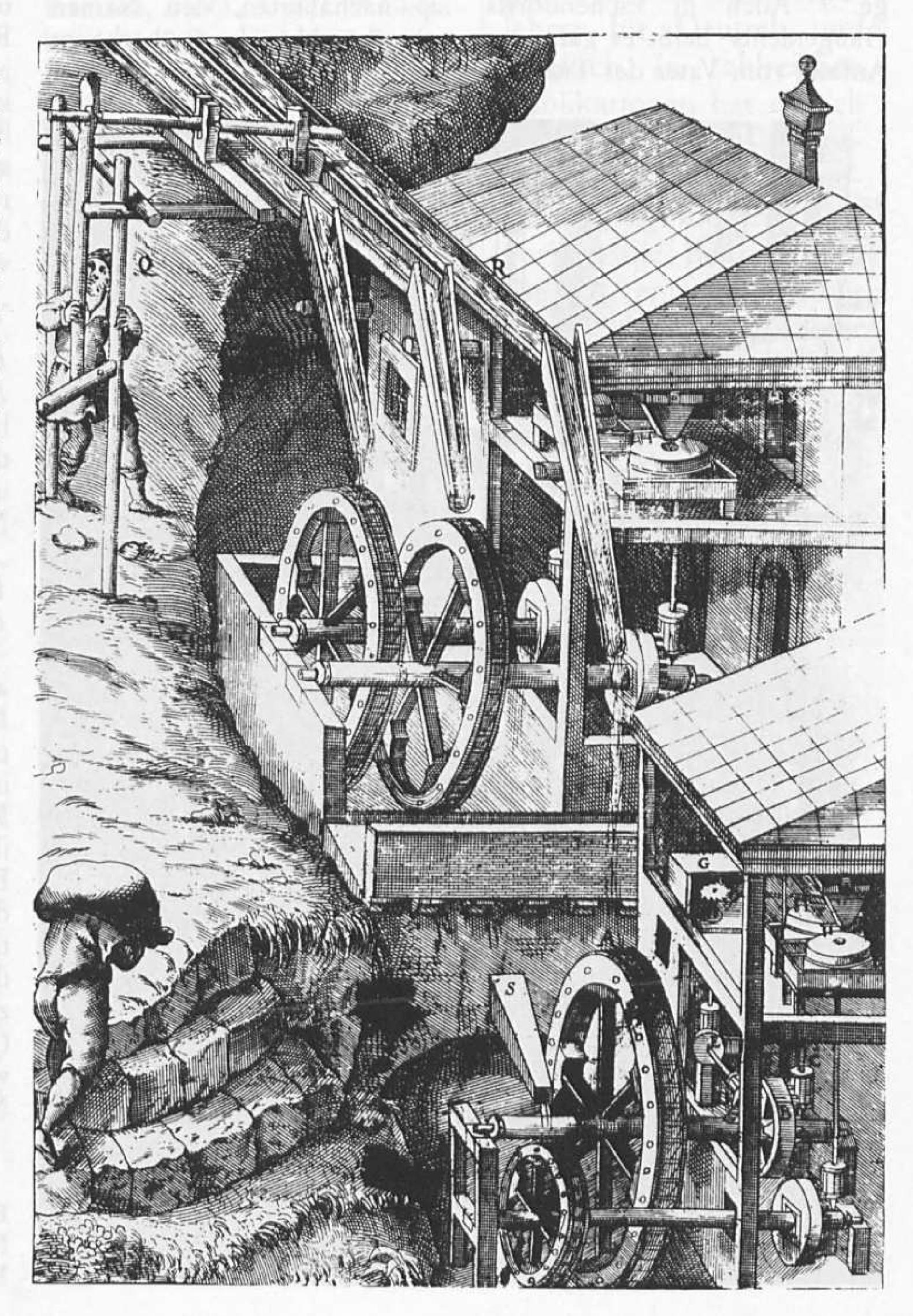
> > Die Mühle, deren Technik auf viele Zeitgenossen unheimlich wirkte. Kupferstich von 1607. (Foto: Deutsches Museum)

mahlte, so daß er neues Mahlgut nachschütten konnte, bevor sie etwa leer lief und dadurch Schaden nahm.

"Bei Tag und Nacht war im ganzen Hause vom Keller bis zum Speicher die klappernde Stimme der Mühle zu hören. Hatte die Mühle nichts mehr zu fressen, so schrie der Hahn. Er war aus Holz, saß auf dem Rand des Trichters und schaute mit dem Kopf tief gebückt auf Und es versteht sich, daß dieses das Korn, das unten langsam verschwand. Es kam mir seltsam vor, daß die Mühle, wenn sie nichts mehr zu fressen hatte, nicht selber schrie, sondern den Hahn dazu brauchte. ,Lüllüllüll-lüllülli' schrie er und warf sich mit aller Gewalt nach hinten und machte so lange Lärm, bis der Trichter wieder gefüllt war. In der Nacht, wenn ich schlecht geträumt hatte, wurde ich vom Mühlenhahn geweckt. Dann sah ich, wenn der Mond schien, wie der Vater mit beiden

Beinen aus dem Bett sprang und, ohne die Kerze anzumachen, in die Hose schlüpfte, die am Bettpfosten bereit hing, und durch die Hose hindurch in die Pantoffel, die er jeden Abend genau an denselben Platz stellte."34 So heißt es immerhin in dem autobiographischen Roman von Stefan Andres, dem Sohn eines Müllers aus dem Dhrontal bei Trier.

nächtliche Treiben den Müller verdächtig machen mußte, zumal damals, als jedermann am Tage arbeitete und in der Nacht schlief, welche ohnehin unheimlich war, weil in ihr, wie man sicher glaubte, die Dämonen umgingen. Während also alle ruhten, wachte der Müller, und nichts störte jene Ruhe außer dem eintönigen Klappern der Mühle, in der er wie ein weißgekleidetes Gespenst umging. Wiederum bei Stefan Andres heißt es von einem Müller, der



soeben noch, als Vermummter, ein Kind erschreckt und damit um den Verstand gebracht hat: "Nikla ging diese Nacht nicht mehr ins Bett. Er stieß einem großen, warmen Kleiensack den einen Zipfel in den andern und stülpte ihn als Kapuze über und einen zweiten breitete er sich über die Beine. So saß er gegen die schütternde Wand gelehnt. -Er ließ die Mühle bis zum Morgengrauen laufen, kehrte dazu noch die Schrotmühle an; und so ging er hin und her in dem bleichen, kalten Gemäuer, wo die Schatten an den Wänden schwankten, wo auf allen nach oben gerichteten Mauerkanten, Holzleisten und Vorsprüngen ein silberner Streif lag; und wenn der Wind seine breite Schleppe von der Tür zum Hahnengebälk pfeifend heraufzog, stäubten die Streifen herab, schleierhaft; und es regnete Mehlstaub überall hin: in die Augen, ins Haar, in die Lunge."35 Auch in Eichendorffs ,Taugenichts' heißt es ganz am Anfang vom Vater des Titelhel-

den, daß er "schon seit Tagesanbruch in der Mühle rumort und die Schlafmütze schief auf dem Kopfe"³⁶ hatte.

Die "elementarische Form aller Maschinerie"

Arbeitszeit und Arbeitstempo waren ungewöhnlich und wirkten deshalb diskriminierend; sie wurden dem Müller aufgezwungen von der Mühle, die er bediente, der er geradezu diente. Schon daß seine Tätigkeit mehr in solcher Bedienung und weniger in der Herstellung von Dingen bestand, unterschied ihn von den übrigen handwerklichen Berufen. Die Mühle ist, nach Marx, die "elementarische Form aller Maschinerie";37 sie war nicht nur lange Zeit die größte, sondern auch die erste Maschine, die es überhaupt gab – weshalb sie etwa den Schleif-, Säge- und Poliermühlen, die ihr technisches Prinzip nachahmten, den Namen gab, obwohl in ihnen überhaupt nichts mehr gemahlen wurde.

Wie ja überhaupt das englische Wort ,mill' alle Arten verarbeitender Maschinerie und Fabrik bezeichnet.

Eine Poliermühle wiederum schien dem jungen Kaiser Maximilian I., wie er selbst in seinem 'Teuerdank' berichtet, so faszinierend, daß er versuchte, seine langen Schnabelschuhe unter das Rad zu bringen und unversehrt wieder zurückzuziehen:

"Des kam er schir in Ungemach, Dann hett er nit so geschwind gezuckt

Den Fuß, das Rad hett in zerdruckt."38

Es liegt ein tiefer Sinn darin, daß Maximilian, ein in vielem völlig mittelalterlicher Mensch, hier gewissermaßen gegen die Maschine antrat, sie sozusagen herausforderte; daß er, als wäre er in einem Turnier, geschickter und gewandter zu sein versuchte und dem überlegenen Gegner dann doch nur zufällig nicht unterlag. Maximilian, der "letzte Ritter", erinnert so an Don Quijote, der gegen die Windmühlen kämpfte, weil er sie für Riesen hielt; sie waren auch welche, auf andere Weise. Und in der Tat waren es gewaltige Werke, die sich da bewegten, die man spürte und weithin hörte.

"Dann stürz ich auf die Räder mich Mit Brausen,

Und alle Schaufeln drehen sich Im Sausen"39

heißt es vom Mühlbach in einem der schon genannten Gedichte; und in einem anderen sagt der Müllerbursche:

"Und der Steine lustig Pfeifen, Und des Wasserrads Gebraus, Und der Werke emsig Klappern, 'S jagt mich fast zum Thor hinaus."⁴⁰

Mit einem geheimen Grauen betrachtete der Mensch des vorindustriellen Zeitalters die Mühle und somit den Müller, der ihr Herr und doch zugleich ihr Diener war, der sie als einziger durchschaute und doch ihr unterworfen war. Schon früh kündigte die Mühle das Industriezeitalter an und der Müller die Opfer, die es fordern sollte. Er war der Prototyp des neuen Menschen, den es hervorbringen

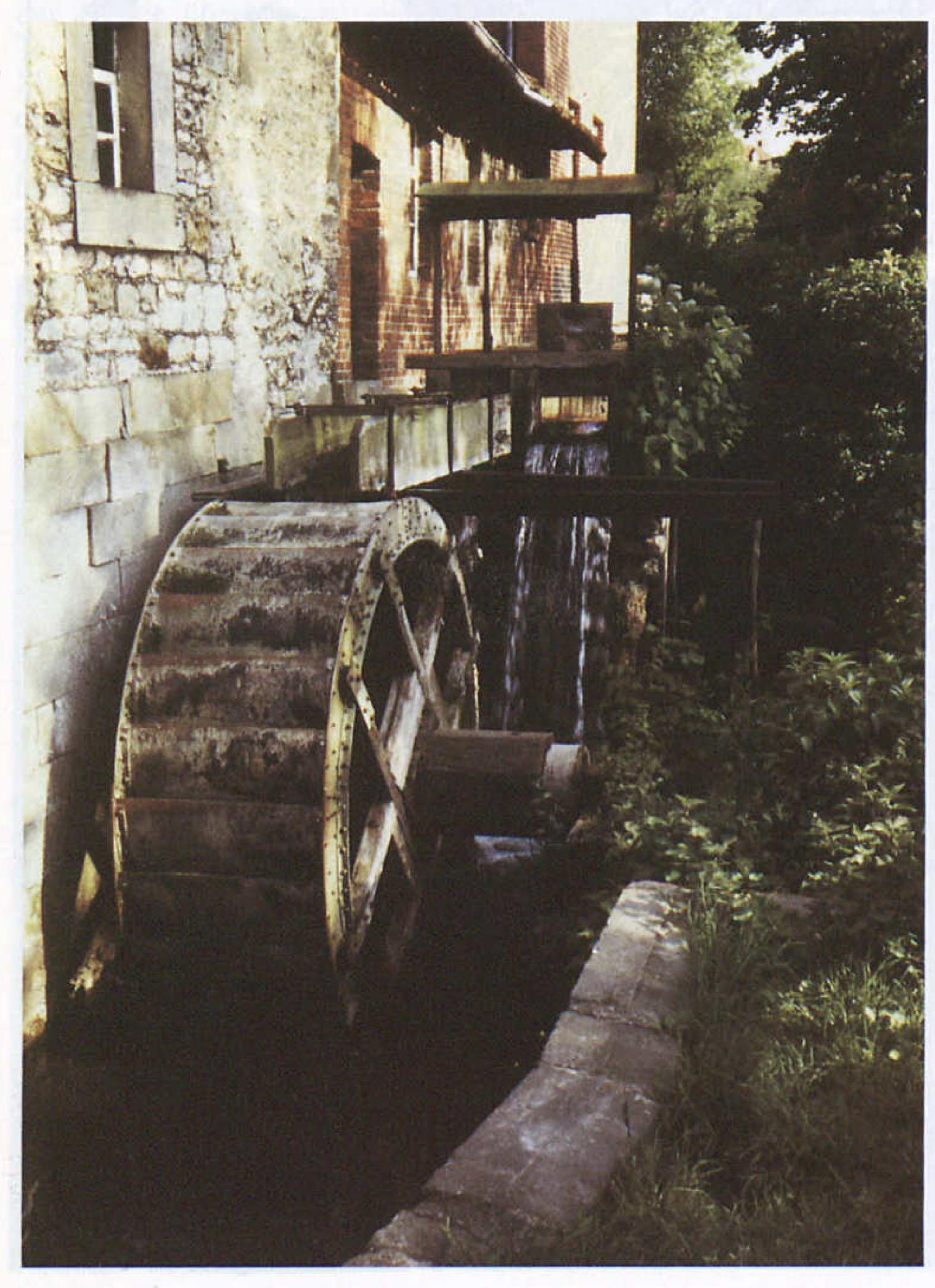
sollte – daher die Angst, die man hatte.

"Fern im Walde die Stimmen der Nacht"

Nicht zuletzt wegen ihres unaufhörlichen, unüberhörbaren Lärms wurden die Mühlen weit außerhalb der Ortschaften errichtet, was ihre Aussonderung damals, als das Land noch längst nicht so wegsam war wie heute, nur noch verstärkte; denn von der Gemeinschaft, wie sie sich im geschlossenen Ortsbild sichtbar kundtat, waren sie und ihre Bewohner damit auch äußerlich geschieden: "Wie die Mühle außerhalb des Dorfes stand, so stand der Müller außerhalb der dörflichen Pflichten und Rechte. Selbst wo er zunächst theoretisch an diesen Rechten teilhatte, konnte er sie doch praktisch nicht in Anspruch nehmen, und dies wirkte auf seine Rechtsstellung zurück."41

Es gehört, wie schon die hier angeführten Beispiele gezeigt haben, zum literarischen Bild von der Mühle als einem durchaus realistischen, daß sie in irgendeinem "kühlen Grunde", also an feuchtem, finsterem und meist abseitigem Ort lokalisiert wird und daß man nicht leicht zu ihr gelangen kann. "Aber Eduard, dem von seinen Jagdwanderungen her die Gegend bekannt war, drang mit Ottilien auf einem bewachsenen Pfade weiter vor, wohl wissend, daß die alte, zwischen Felsen versteckte Mühle nicht weit abliegen konnte. Allein der wenig betretene Pfad verlor sich bald, und sie fanden sich im dichten Gebüsch zwischen moosigem Gestein verirrt, doch nicht lange; denn das Rauschen der Räder verkündigte ihnen sogleich die Nähe des gesuchten Ortes."42 Endlich "sahen sie das alte, schwarze, wunderliche Holzgebäude im Grunde vor sich, von steilen Felsen sowie von hohen Bäumen umschattet"43 - und es fügt sich nicht schlecht, daß auch hier in den , Wahlverwandtschaften', übrigens auch im ,Wilhelm Mei-

technic Poter L. Limited



Ehemalige Wassermühle in Nettlingen bei Hildesheim. (Foto: M. Mende) ster',⁴⁴ die Mühle in der Folge zum Schauplatz einer erotischen Verwirrung wird, wozu sie sich aufgrund ihrer Abgeschiedenheit ja schon immer gut eignete.

In seiner einsam gelegenen Mühle wurde der Müller zwangsläufig zum gesellschaftlichen Außenseiter, dem keiner über den Weg traute, dem jeder alles zutraute; sozialgeschichtlich betrachtet, ein exemplarischer Fall.

Zwei letzte Belege: In Berthold Auerbachs ,Joseph im Schnee' wird die einsame Heidenmühle zum Schauplatz eines seltsamen nächtlichen Geschehens, während dessen sich der Heidenmüller zu Tode säuft45; und Wilhelm Raabes Erzählung, Die Innerste' handelt von einer Mühle an einem nicht ganz geheuren, ungebärdigen Bach, dem, um ihn zu besänftigen, der Müller von Zeit zu Zeit etwas Lebendes opfern muß – und von deren Gegenstück, einer anderen Mühle am selben Bach; diese liegt "in eine schluchtartige Windung des Tales gedrückt, umgeben vom dunklen Tannenhochwald",46 ist aber ganz verfallen und wird von einem gefährlichen und gesetzlosen Gesindel bewohnt, das denn auch am Galgen endet. Es ist daher auch kein Zufall, daß die Hauptfiguren von Wilhelm Raabes , Abu Telfan', nachdem sie mit der Gesellschaft gebrochen haben, von ihr ausgeschlossen und ausgestoßen sind, schließlich mitten im Wald, in der verlassenen "Katzenmühle", zusammenkommen und -bleiben: "Die Dämmerung schlich von allen Seiten immer kühler und kühler aus dem Walde heran gegen die Mühle. Der moosige Fels über dem Dache erhob sich schwärzlich gegen den reinen Himmel des Sommerabends, und die erste Fledermaus verließ ihren Schlupfwinkel und prüfte ihre Schwingen, indem sie einen unsichern Kreis um den morschen Schornstein ... beschrieb. Fern im Walde erhoben sich die Stimmen der Nacht, und der Spitzhund vor der Gartentür schlug leise an



Wassermühle in Nettlingen. (Foto: M. Mende)

und schritt in dem engen Wege bis zur Tür der Mühle auf und ab, gleich einem treuen Wächter, der sich rüstet, sein Amt in der Finsternis wohl zu versehen."⁴⁷

ANMERKUNGEN

Die Zitatnachweise werden hier verkürzt wiedergegeben. Vollständige Nachweise finden sich in der für Herbst angekündigten und unten angegebenen Publikation. Das Titelzitat ist dem Drama "Der Müller und sein Kind" von E. B. Raupach entnommen.

¹ L. A. v. Arnim, Clemens Brentano: Des Knaben Wunderhorn. 2 Clemens Brentano: Gedichte. 3 Johann Wolfgang Goethe: Romanzen von der Müllerin. 4 Johann Wolfgang Goethe: Sämtliche Gedichte. 5 Vgl. Das Mädchen ohne Hände', Der Räuberbräutigam', ,Rumpelstilzchen', Der Eisenofen' (Brüder Grimm: Kinder- und Hausmärchen). 6 Michael Lindener: Rastbüchlein und Katzipori. 7 Ebd. -Dem Grimmschen Märchen Das Bürle' liegt in seinem Mittelstück genau dieselbe Geschichte zugrunde. 8 Zahlreiche weitere, vor allem französische Belege bei: Werner Danckert: Unehrliche Leute. Die Berufe. Bern/Münvertemten chen 1963, S. 135-140. 9 Ludwig Erk, Franz M. Böhme: Deutscher Liederhort, Bd. 1. Leipzig 1893, S. 497-498; hier S. 497. 10 Ebd. - Als Ort der illegalen Erotik erscheint die Mühle auch anderweitig, etwa in den ,Canterbury Tales' oder im ,Lazarillo de Tormes'. Im Namen des Moulin Rouge' in Paris lebt diese Tradition noch immer fort. 11 Jacob Grimm, Wilhelm Grimm: Deutsches Wörter-

Bd. 6. Leipzig 1885, buch, Sp. 2654-2655. 12 Hans Magnus Enzensberger (Hrsg.): Allerleirauh. Viele schöne Kinderreime. Frankfurt a. M. 1962, S. 134. 13 Ebd. 14 Hermann Gleisberg: Beiträge zu einer Volkskunde des Müllers und der Mühle. In: Deutsches Jahrbuch für Volkskunde 1 (1955), S. 157-168; hier S. 165. 15 Hans Wilhelm Kirchhof: Wendunmuth. 16 Ebd. 17 Arnim, Brentano, a. a. O., S. 394 f. 18 Gleisberg, a. a. O., S. 166. 19 Arnim, Brentano, a. a. O., S. 220. 20 Joseph Freiherr von Eichendorff: Ahnung und Gegenwart. 21 Alfred Kubin: Die andere Seite. 22 Ehm Welk: Die Heiden von Kummerow. Roman. 23 Nikolaus Lenau: Der Raubschütz. 24 Vgl. Ernst Handrick (Hrsg.): Müllersagen. Leipzig 1928. 25 Brüder Grimm, a.a.O. ²⁶ Wilhelm Busch: Max und Moritz. 27 Wilhelm Busch: Die kühne Müllerstochter. 28 Friedrich Hebbel: Aufzeichnungen meinem Leben. Meine Kindheit. S. 17-48; hier S. 21. 29 Otfried Preußler: Krabat. 30 Preußler, a. a. O. 31 Ebd. 32 Gleisberg, a. a. O. 33 Anne Diekmann: Das große Liederbuch. 34 Stefan Andres: Der Knabe im Brunnen. fan Andres: Die Vermummten. a. a. O. 37 Karl 36 Eichendorff, Marx: Das Kapital. Kritik der politischen Okonomie, Bd. 1. In: Marx-Engels Werke, Bd. 23. Berlin 1973, S. 368. 38 Maximilian I.: Teuerdank. München o. J., S. 60. 39 Goethe: Romanzen. 40 Wilhelm Müller: Die schöne Müllerin. 41 Hermann Bausinger: Müller und Mühle im Denken des Volkes. In: Schwäbische Heimat 2 (1961), S. 73-76; hier S. 73. 42 Goe-Die Wahlverwandtschaften. 43 Ebd. 44 Goethe: Wilhelm

Meisters Lehrjahre. ⁴⁵ Berthold Auerbach: Joseph im Schnee. ⁴⁶ Wilhelm Raabe: Die Innerste. ⁴⁷ Wilhelm Raabe: Abu Telfan oder Die Heimkehr vom Mondgebirge.

DER AUTOR

Dr. phil. Johannes Werner, geb. 1947, ist Gymnasiallehrer für Deutsch und Englisch. In zahlreichen Publikationen hat er sich vor allem der Motivforschung und Literatursoziologie gewidmet. Der vorliegende Beitrag, hier gekürzt, entstammt einer Studie über Berufsbilder in der deutschen Literatur', die im Herbst 1989 unter dem Titel ,Du Müller, du Mahler, du Mörder, du Dieb!' im Verlag C. H. Beck erscheint.

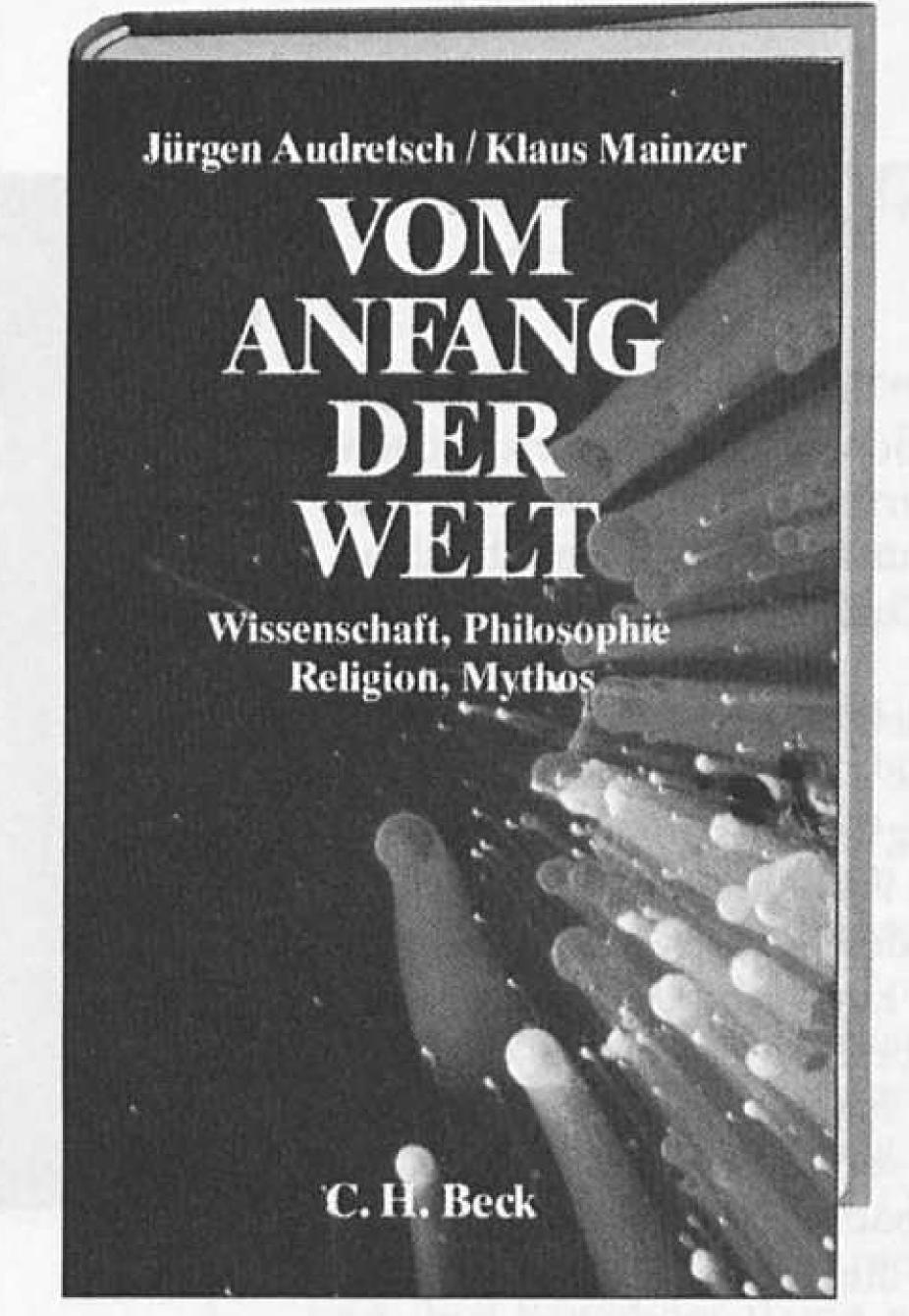
Michael Eckert Maria Osietzki

Kernforschung und Mikroelektronik in der Bundesrepublik Deutschland Verlag C.H. Beck

Die Autoren zeigen, wie Kernforschung und Mikroelektronik zunehmend von ökonomischen, militärischen und politischen Interessen bestimmt wurden. Eine hochbrisante und politische Studie, die, frei von aller Polemik, die jüngste Technologiegeschichte klar vor Augen führt. 1989. 265 S. Br. DM 39,80

Neu im Herbst

Verlag C. H. Beck



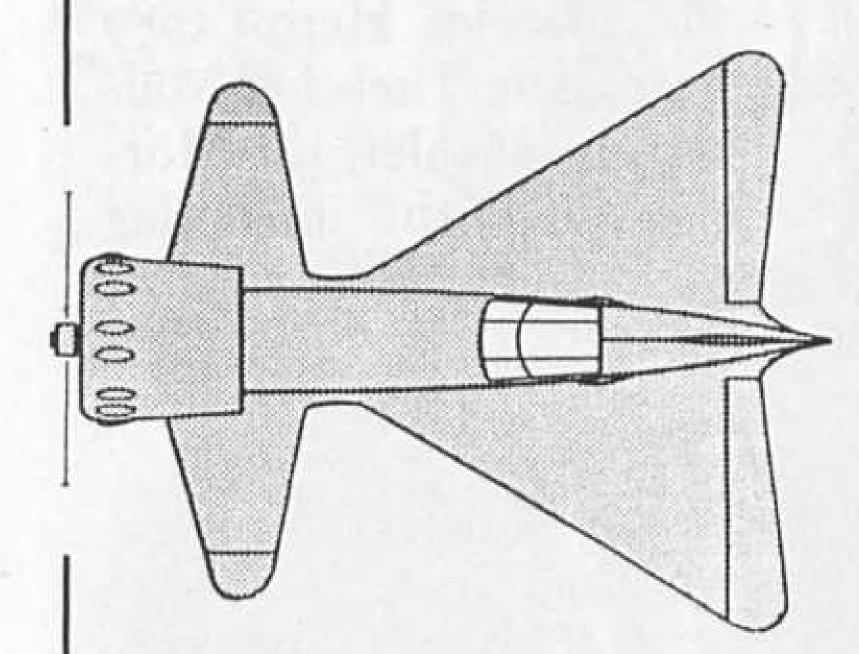
Astronomen, Physiker, Philosophen und Theologen diskutieren anschaulich und lebendig aktuelle und neueste Forschungsergebnisse zum Thema der physikalischen Weltentstehung und konfrontieren sie mit Fragen der weltanschaulichen und religiösen Deutung.

1989. 234 S., 52 Abb. Geb. DM 39,80

Ferdinand C. W. Käsmann

Weltrekordflugzeuge

Die schnellsten Propellerflugzeuge von 1903 bis heute



1989. 228 Seiten, zahlreiche Bilder, DM 33,-ISBN 3-486-26146-0

Herausgeber: Deutsches Museum, München

Das Buch schildert detailliert die interessante und oft dramatische Geschichte der "FAI-Klasse C-1, Gruppe I", also der schnellsten Landflugzeuge mit Kolbenmotor und Propeller, vom Jahre 1903 bis zur Gegenwart.

R. Oldenbourg Verlag Rosenheimer Straße 145 · 8000 München 80

WELTRAUMKALENDER 1990

Unsere neue Kollektion liegt bereits jetzt für alle "Kultur & Technik-Leser" bereit! Farbige Wandkalender mit faszinierenden Motiven aus Astronomie &

Raumfahrt:

 NASA Space Shuttle 1990 $(20 \times 26 \text{ cm})$ 30,00 DM Wonders of the Universe 1990 $(28 \times 57 \text{ cm})$ 25,00 DM Exploring the Universe 1990 (28 × 36 cm) 25,00 DM (50 × 25 cm) 29,00 DM Cosmos 1990 Mondphasen-Poster 1990 $(42 \times 95 \text{ cm})$ 29,00 DM Das Himmelsjahr 1990 (Jahrbuch) 16,80 DM

und aus unserer Luftfahrt-Kollektion:

Warbird Classics Aircraft WWII 1990

Warbird Classics - Jets 1990

(44 × 57 cm) 49,00 DM (44 × 57 cm) 49,00 DM

Bestellen Sie bereits jetzt Ihre Kalender für 1990. Lieferung erfolgt gegen Rechnung (zzgl. DM 3,00) oder Vorkasse (./.3%). Unser neuer Katalog "Faszination Weltraum II/89" liegt jetzt kostenlos für Sie bereit. Gleich zusammen mit Ihrer Bestellung anfordern.

ALB-Geschäftsstelle, Danziger Straße 4, 7928 Giengen/Brenz

Das berühmteste Goldsiegel der Welt

Original Archiv-Replikat der berühmten Goldenen Bulle von Kaiser Karl IV., 1356

größe: Ø 60 mm

Limitierte Exclusiv-Ausgabe zur großen Goldsiegel Ausstellung des Vatikans in Deutschland

Metallguß, 120 g schwer! 24karätig vergoldet 58,-



Ein Meisterwerk mittelalterlicher Goldschmiedekunst

7800 FREIBURG I.BR.

TEL. 0761 / 54821

Bestell-Coupon

Dr. Nietfeld I. D. WEIHERMATTEN 13

Ja, senden Sie mir das Goldsiegel von HISTORIA VERLAG Kaiser Karl IV. für DM 58.gegen Rechnung

Name/Vorname

Straße

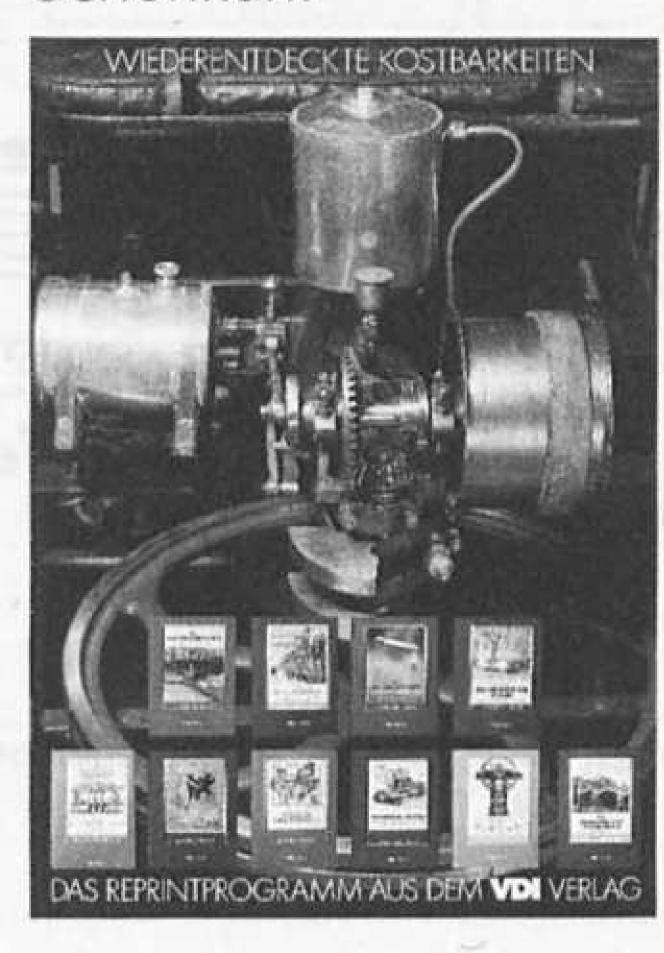
PLZ/Ort

HÖHEPUNKTE DER TECHNIKGESCHICHTE

Klassiker der Technik, eine Fundgrube für jeden, der Interesse und Freude an Pioniertaten aus der Welt der Technik hat.

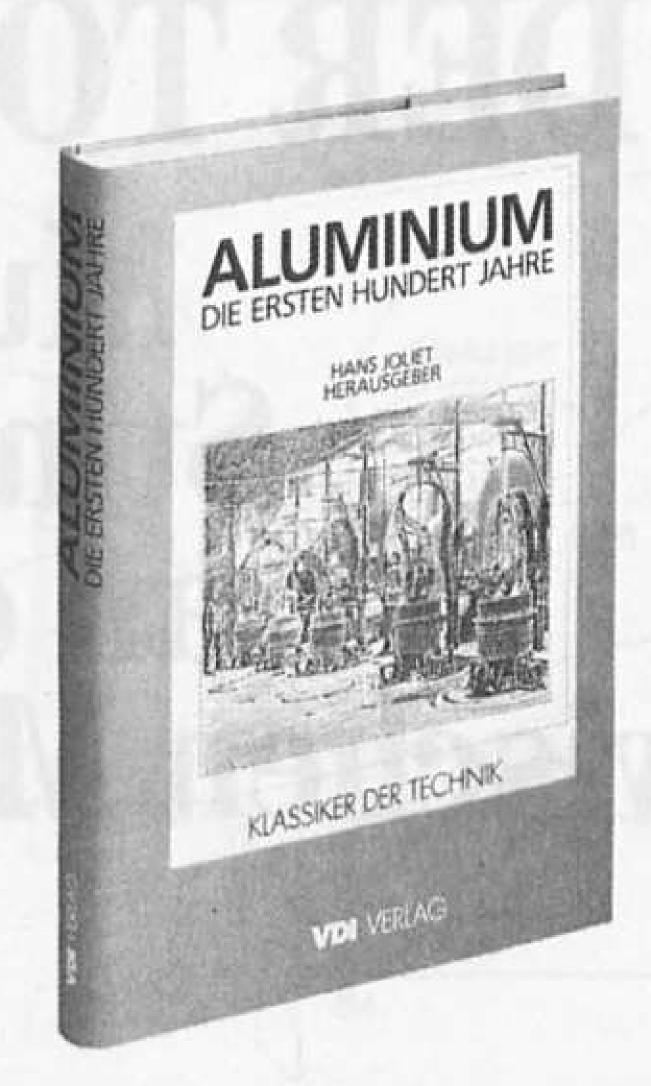
Diese kostbare
Büchersammlung
reicht von den bedeutenden Ereignissen
der Technikgeschichte
bis hin zu Lebensberichten und
Biographien der Ingenieure, die Geschichte
machten.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der Lektüre – und beim Schenken.



Wir stellen Ihnen hier eine Auswahl der 46 "Klassiker der Techniker" vor. Weitere Informationen zu dieser bibliophilen Buchreihe senden wir Ihnen gerne zu. Fordern Sie unseren Gesamtkatalog an: Tel.: 02 11/6188-161, Eva-Maria Block.

VDI VERLAG Postfach 82 28 4000 Düsseldorf 1



Herausgeber: Hans Joliet. 1988. 342 Seiten, 450 Abbildungen. Format DIN A4. Leinen mit Schutzumschlag. DM 128,– ISBN 3-18-400802-9

Die große historische Dokumentation mit vielen nie zuvor veröffentlichten Aufnahmen. Vorwiegend wieder aufgelegte Originaltexte und Dokumente lassen die Geschichte des Aluminiums lebendig werden.



Bearbeitet von Wilhelm Berdrow. Erstmaliger Reprint aus dem Jahre 1901. Einführung: Prof. Dr. Ulrich Troitzsch. 1985. 745 Seiten. 705 Abb., 8 z.T. mehrfarbige Tafeln. Format DIN A4. Leinen, DM 178,– ISBN 3-18-400675-1

Ein reich illustriertes Werk, das die gesamte Erfindergeschichte bis zu den ersten Automobilen und Flugzeugen erschließt.



Erstmaliges Faksimile von 1932. Einführung: Prof. Dr. Wolfgang König und Dr. Rainer Slotta. 2. Auflage 1988. 159 Seiten, 266 Abb. Format DIN A4. Leinen, DM 78,-ISBN 3-18-400852-5

Ein Streifzug durch die Jahrhunderte: vom mittelalterlichen Viadukt bis zur Kettenbrücke, vom Leuchtturm bis zum Großbahnhof, vom Kupferhammer bis zum Förderturm.



Prof. Dr. Peter Kleinheins (Hrsg.). 1985. 240 Seiten, 290 Abb., 2 Falttafeln. Format DIN A4. Leinen, DM 98,– ISBN 3-18-400687-5

Eine umfassende Darstellung über die Ära der Luftschiffkonstruktionen, die das technische Geschehen in Gegenwart und Zukunft maßgeblich beeinflußt hat.



Herausgegeben von Hans C. Graf von Seherr-Thoss. 2. Auflage 1988. 480 Seiten, 310 Abbildungen, 233 technische Zeichnungen, 73 Dokumente. 2 Farbtafeln. Format DIN A4. Leinen DM 128,– ISBN 3-18-400851-7 Leder DM 198,– ISBN 3-18-400646-8

Eine wohl einzigartige Dokumentensammlung, die einen tiefen Einblick in die Entwicklungszeit des Automobils vermittelt.



Erstmaliger Reprint der Ausgabe von 1925. Einführung: Prof. Dr. Wolfang König, VDI. 1985. 330 Seiten. 106 Bildnisse von Julius C. Turner. Format DIN A4. Leinen, DM 88,– ISBN 3-18-400662-X

Ein Werk, das international bedeutende Erfinder, Forscher und Ingenieure mit ihren Lebensdaten und bibliographischen Angaben präsentiert: 850 Kurzbiographien. Was verraten die geteilten Obertasten eines italienischen Virginal-Spinetts aus dem 17. Jahrhundert oder Harmonium-konstruktionen mit mehr als zwölf Tasten pro Oktave über die Musik ihrer Zeit? Und was haben Synthesizer unserer Tage mit Renaissanceklängen gemeinsam? Temperaturen und Stimmungslagen musikalischer Instrumente stehen als Phänomene der physikalischen Akustik seit jeher an der Grenze zwischen Mathematik und Physik.

erfolgt man die Entwicklung der abendländischen Musik seit dem frühen Mittelalter, so läßt sich eine Entwicklung vom einstimmigen Solo- oder Chorgesang über frühe Formen der Mehrstimmigkeit bis hin zur komplexen Harmonik etwa einer Symphonie von Gustav Mahler oder bis zu den Klangwelten der Zwölftontechnik erkennen. Nimmt man nun die bei jedem akustisch erzeugten Ton mitschwingende Obertonreihe (Prim, Oktave, Quinte, Quarte, große und kleine Terz, große und kleine Sekunde) als Zeitleiste, so ergibt sich bezogen auf die Geschichte der Mehrstimmigkeit in Europa - eine übereinstimmende Fortentwicklung:

Grundton (1). Der Grundton entspricht dem einstimmigen Choralgesang des Gregorianischen Chorals (frühes Mittelalter).

Oktave und Quinte (1:2, 2:3). Einstimmige Melodien wurden durch beständig liegende Quinten und Oktaven begleitet (Bordunpfeifen beziehungsweise -saiten bei Dudelsack und Drehleier).

Quarte (3:4). Seit dem 9. Jahrhundert sind im sogenannten Quint- und Quart- organum parallel zur Hauptmelodie geführte Quinten und Quarten belegt.

Große und kleine Terz (4:5, 5:6). Im Laufe des 14. Jahrhunderts wurden im Zuge der damals so genannten Ars nova die Terz und die Sexte als konsonierende Intervalle anerkannt.

Die weitere Entwicklung ist gekenn-

PSYCHE DER TONARTEN

Musikalische Stimmsysteme an der Grenze zwischen Mathematik und Musik

Egino Klepper

Partial- und Obertonreihe. (Quelle: dtv-Atlas zur Musik) Grundton Obertöne Partialtöne Intervallproportionen (Saitenlängen des Monochordes) an den Partial-Quinte tönen ablesbar: Quarte Bei Oktaven 1:2, 2:4, 4:8 usw., große Terz auch 3:6, 6:12. Bei Quinten 2:3, kleine Terz -4:6, 8:12 usw., auch 6:9, 10:15 kleine Septe Ganzton -

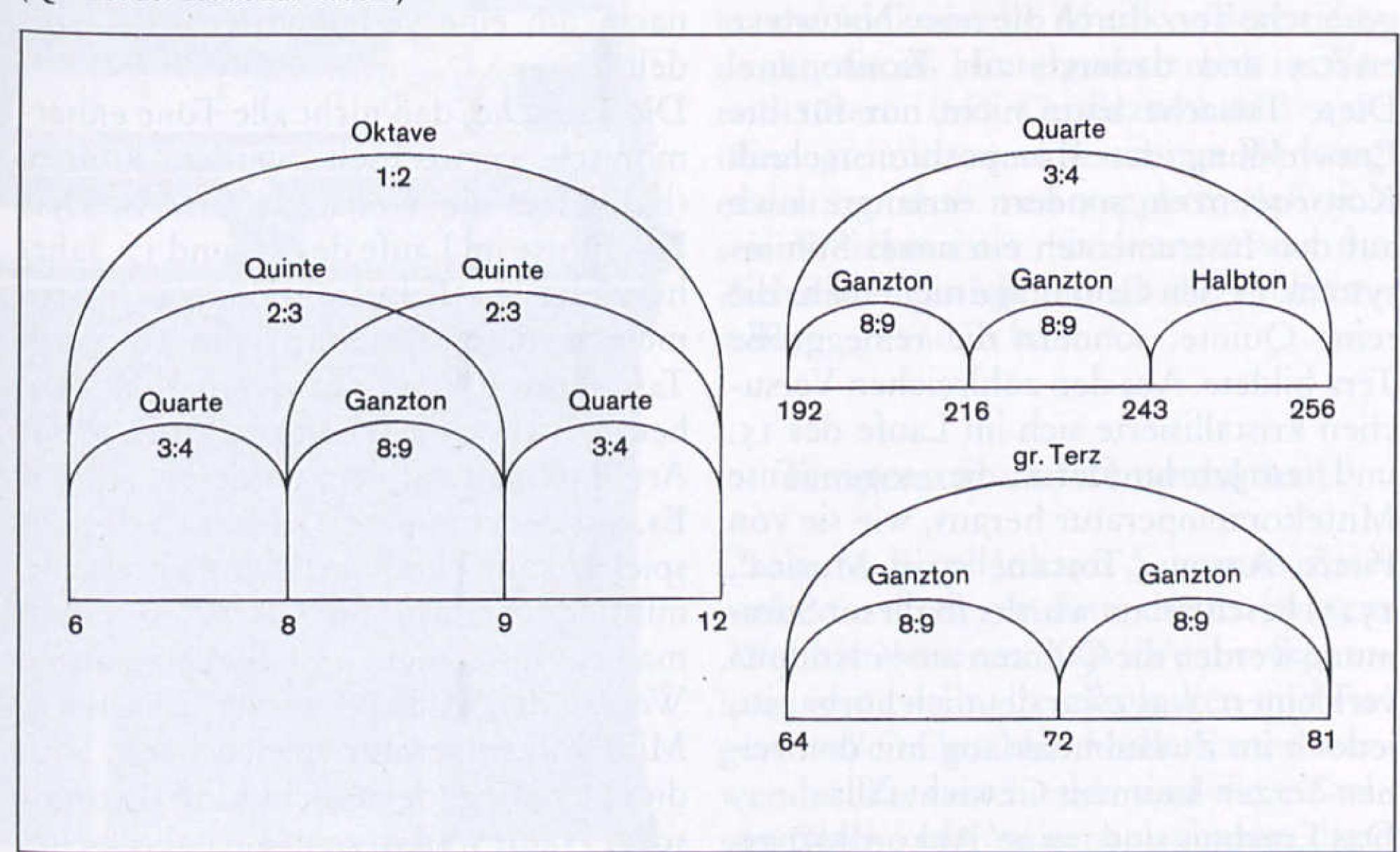
zeichnet von einer Verfeinerung der bisher entstandenen Formen mehrstimmigen Musizierens während der Renaissance und einer darauf folgenden Hinwendung zu barocker Harmoniebildung im sogenannten Generalbaßzeitalter, in der auch die Intervalle Sekunde und Septime als Spannungsklänge ihren Platz fanden.

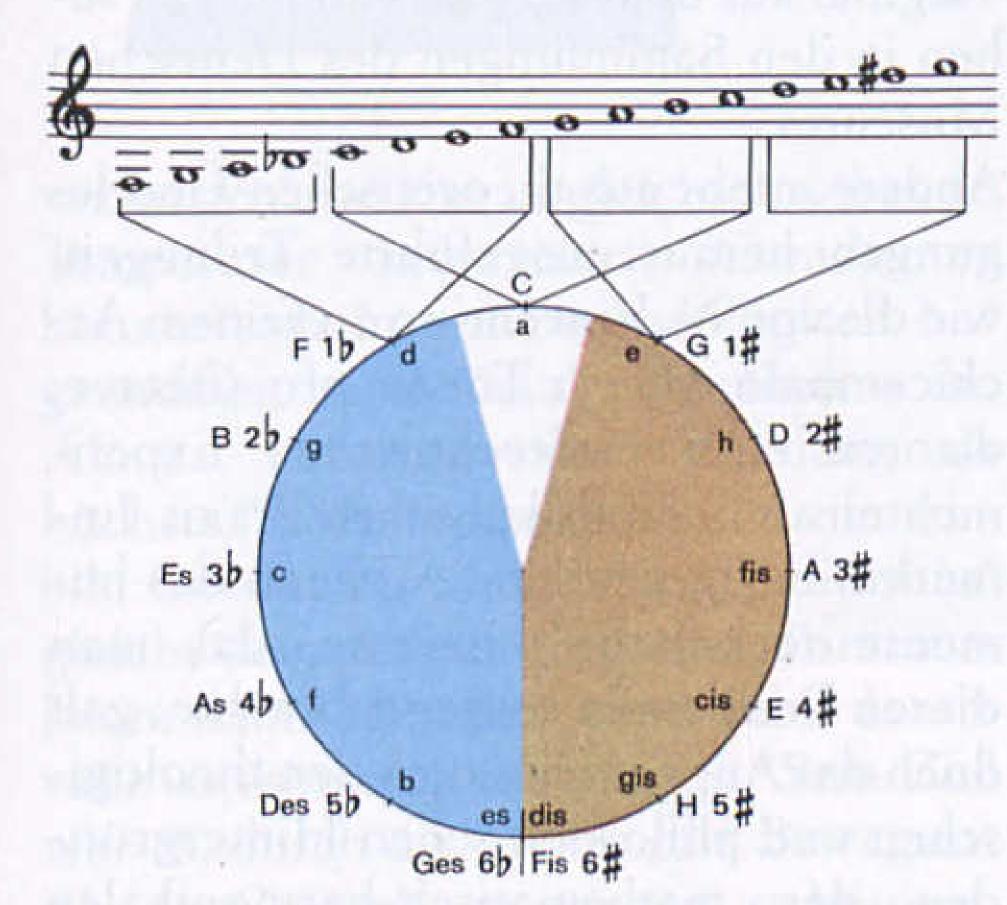
Zu all diesen Zeiten spielten Musikinstrumente – sei es zur Begleitung oder im Solospiel – eine wesentliche Rolle. Da nun bei allen Melodieinstrumenten mit Hilfe von Grifflöchern, Tasten oder einzelnen Saiten die Möglichkeit besteht, Töne in verschiedenen Tonhöhen zu er-

zeugen, kommt beim Zusammenspiel zweier oder mehrerer Instrumente der gemeinsamen Grundstimmung und damit dem genauen Abstand der Töne eines Intervalls eine besondere Bedeutung zu. Naturgemäß wählte man eine Stimmung, die die zur jeweiligen Zeit bevorzugten Intervalle möglichst rein darstellen konnte. Hier ein Überblick über die Entwicklung des abendländischen Tonsystems, beginnend in der griechischen Antike.

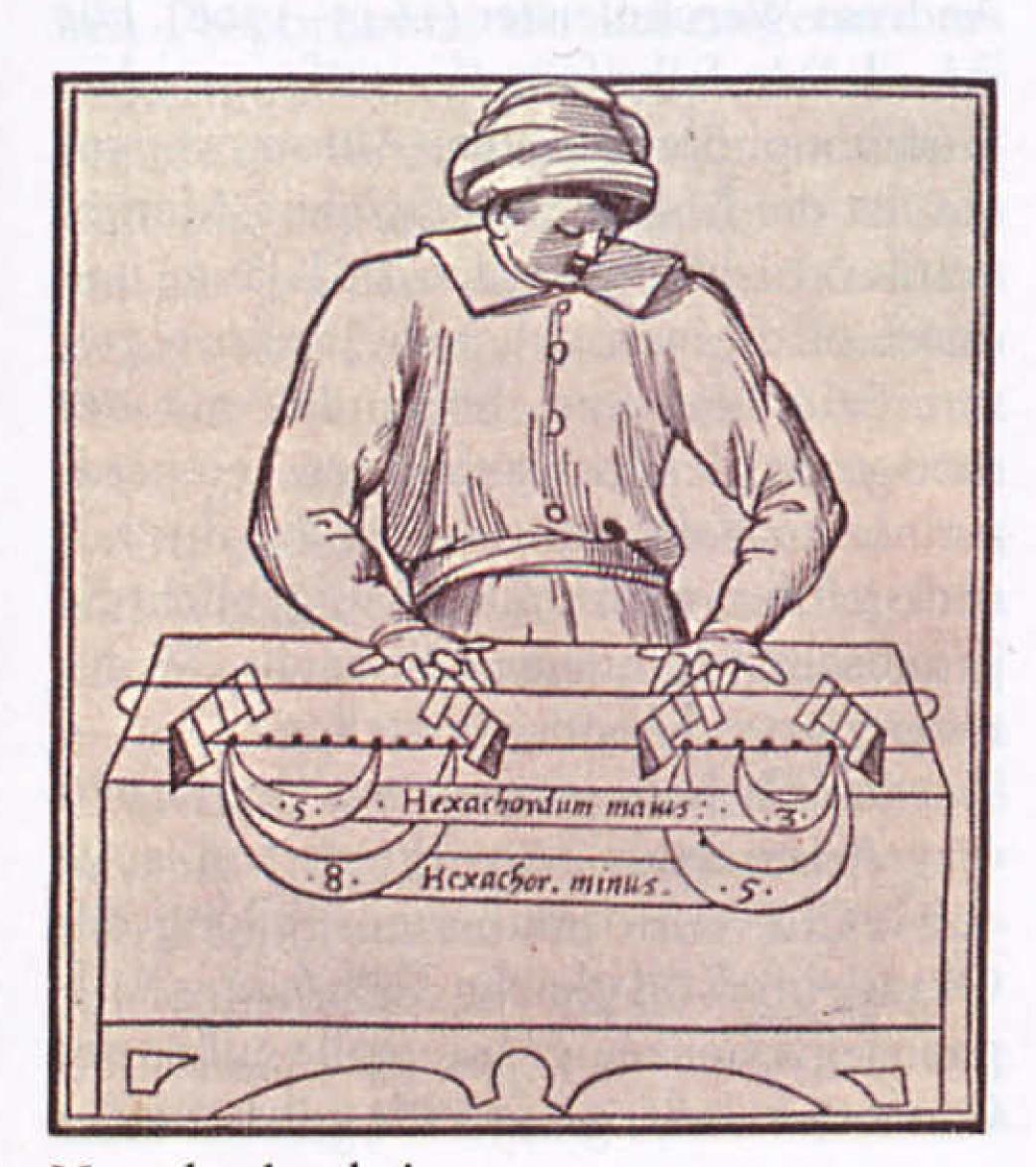
Pythagoras und die Musik

Nach der Lehre des griechischen Philosophen und Mathematikers Pythagoras Die Zahlenproportionen der antiken Intervalltheorie. (Quelle: dtv-Atlas zur Musik)





Der Quintenzirkel. (Quelle: dtv-Atlas zur Musik)



Monochord nach einem Holzschnitt in Lodovico Fogliano, Musica theorica, Venedig 1529.

von Samos (582-496 v. Chr.) beruhen musikalische Harmonien ebenso wie die die von C ausgehenden und durch die Bewegungen der Gestirne auf einfachen Zahlenverhältnissen. Diese und andere Beobachtungen zum Teil geometrischer Phänomene führten zu der Annahme, daß das Wesen aller Dinge in der Zahl bestehe.

und Praxis altägyptischer Mathematik stellt man fest, daß es in dieser Weise und Geometrie bewandert, soll nach An- nicht funktioniert, denn zwölf reine gaben seiner Schüler ein akustisches Meßinstrument, das Monochord, erfunden haben. Dieses aus einem Resonanzkasten mit darübergespannter Saite bestehende Instrument wird bis in unsere Tage zur Darstellung der Intervallverhältnisse benutzt, wobei die Saitenlänge mit beweglichen Stegen auf einer mathematisch angeordneten Skala abgeteilt werden kann.

Auf diesem Gerät demonstrierte nun Pythagoras, daß bei Teilung der Saite in der Mitte die beiden Hälften das Intervall der Oktave zum Ton der ungeteilten Saite bilden, wenn man diese mit einem Federkiel anzupft. Bei einer Teilung von 1/3 der Saite erklingt die reine Quinte über der Oktave, bei ¼ die reine Quarte usw. Nimmt man nun die entsprechenden Zahlenverhältnisse (ohne die dazwischenliegenden Töne), wie 2:3 für die Quinte, 3:4 für die Quarte und 4:5 für die Terz, so lassen sich auf diese Weise die instrumente mit Löchern, Harfe), die lo-

reinen Intervalle der sogenannten Naturtonreihe darstellen, aus deren Zusammensetzung Pythagoras die Grundlage unserer Tonleiter bildete.

Der Quintenzirkel

Etwa seit dem frühen 17. Jahrhundert bemühten sich die Musiktheoretiker - oft auch gleichzeitig Mathematiker wie die in pythagoräischer Harmonik wohlbewanderten Johannes Kepler und Gottfried Wilhelm Leibniz - um eine Systematisierung des bisherigen Tonmaterials. Ausgehend von der Oktave als Ausgangs- und Endpunkt jeder Tonleiter, versuchte man, alle vorhandenen Töne in einen Kreis gleicher Intervalle einzubauen. An der Nahtstelle eines in Quintenabständen konstruierten Zirkels treffen sich Kreuz- und B-Tonarten wandernden Halbkreise bei Fis-Ges, bei Tönen also, die im heutigen Stimmsystem identisch klingen.

Versucht man nun, die Zahlenverhältnisse der pythagoreischen Temperatur in Pythagoras, vermutlich in der Theorie dieses praktische System zu führen, so Quinten sind größer als sieben Oktaven. Beim Gang beispielsweise vom C aus durch den Quintenzirkel, der die Tonarten aller zwölf Halbtöne enthält, kommt man mit reinen Quinten bei einem Ton an, der etwas höher liegt als das C. Diesen Unterschied nennt man pythagoreisches Komma. Ebenso bilden drei aufeinanderfolgende große Terzen keine genaue Oktave, sondern lassen einen Ton entstehen, der etwas tiefer liegt als der Oktavton (das syntonische Komma). Zwei aufeinandergesetzte reine Quinten ergeben eine pythagoreische Terz, die so groß ist, daß sie in der Musik nicht brauchbar erschien, ja gar als Dissonanz bezeichnet wurde.

Diese Phänomene bilden bis heute die Hauptproblematik beim Stimmen von Instrumenten mit einer konstruktionsbedingt festliegenden Skala von Tönen (zum Beispiel: Tasteninstrumente, Blas-

gischerweise einem in sich geschlossenen Stimmsystem folgen müssen. Übrigens wurden in der islamischen Musik Tonleitern entwickelt, die, ebenfalls von den Theorien des Pythagoras ausgehend, solche ,zu tiefen' oder ,zu hohen' Töne auch verwenden. Beim Hören traditioneller arabischer Musik kann jeder diese für unsere Ohren ungewohnten Intervalle deutlich wahrnehmen.

Die Temperaturen

Wie aus den oben angeführten Bemerkungen über die zeitliche Entwicklung der Mehrstimmigkeit zu entnehmen ist, bevorzugte man, gemäß den einfachen pythagoreischen Proportionen, zunächst nur Oktave, Quinte und Quarte. Tatsächlich stimmte man in dieser Zeit beispielsweise Tasteninstrumente – wie Clavichord, frühe Orgeln und Cembali - in reinen Quinten und nahm eine unbrauchbare Quinte (meist Es/As) als , Wolfsquinte' in Kauf.

Stimmt man heute ein Instrument für die Musik jener Epoche nach der pythagoreischen Temperatur, so gewinnen die darauf interpretierten Werke gegenüber der modernen Stimmung erheblich an Farbe und Lebendigkeit. Werke späterer Epochen jedoch sind auf einem derart gestimmten Instrument nicht spielbar, da nicht alle heutigen Tonarten darauf auszuführen sind.

Im Laufe des 14. Jahrhunderts, schriftlich überliefert von dem englischen Mathematiker und Musiktheoretiker Walter Odington, wurde die dissonante pytha-

goreische Terz durch die reine Naturterz ersetzt und dadurch zur Konsonanz. Diese Tatsache hatte nicht nur für die Entwicklung der Kompositionstechnik Konsequenzen, sondern verlangte auch auf den Instrumenten ein neues Stimmsystem, dessen Grundlage nicht mehr die reine Quinte, sondern die reine große Terz bildete. Aus den zahlreichen Versuchen kristallisierte sich im Laufe des 15. und 16. Jahrhunderts die sogenannte Mitteltontemperatur heraus, wie sie von Pietro Aaron (, Toscanello in Musica', 1523) beschrieben wurde. In dieser Stimmung werden die Quinten um 1/4 Komma verkleinert, was zwar deutlich hörbar ist, jedoch im Zusammenklang mit den reinen Terzen kaum ins Gewicht fällt.

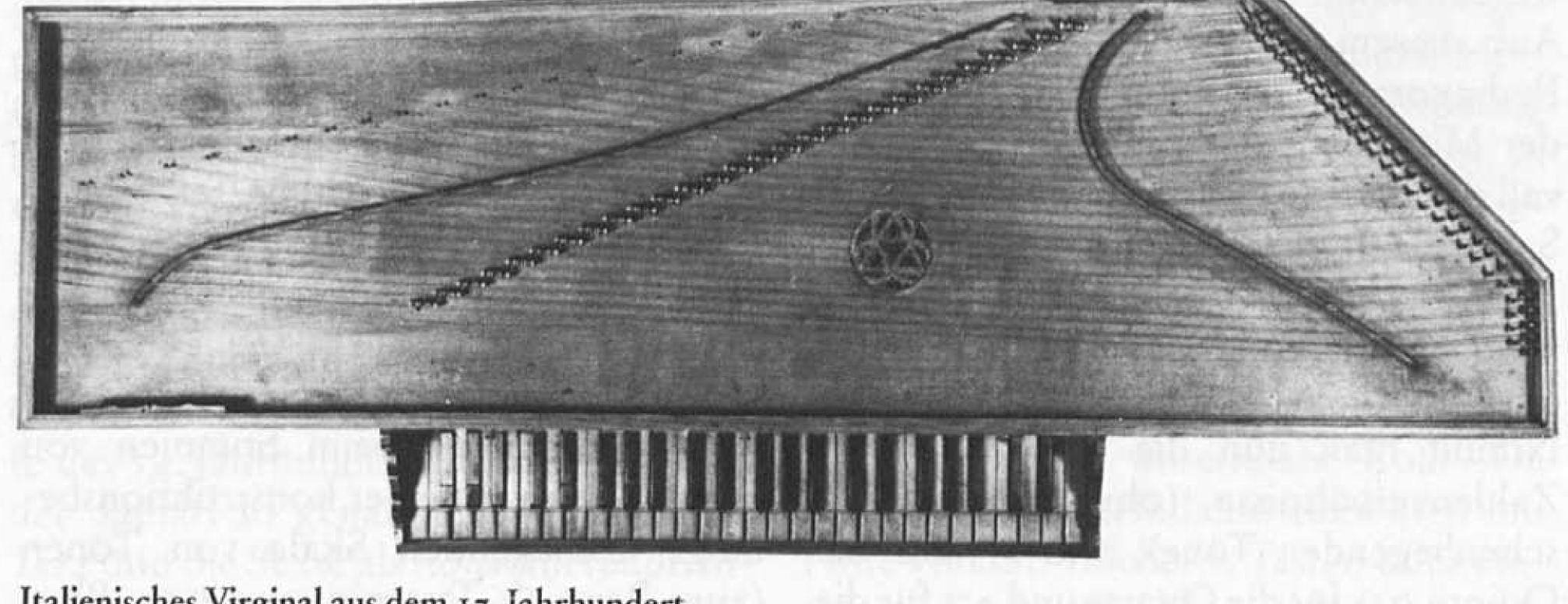
Das Ergebnis sind ,reine' Akkordklänge, die jetzt als Spielmaterial vor allem auf den Tasteninstrumenten (Virginal, Cembalo, Clavichord, Orgel), aber auch auf Lauten und Harfen in schier unendlicher Variationsfreudigkeit verwendet wurden. Aufgrund physikalischer Phänomene wie der Übereinstimmung der Obertöne bei reinen Intervallen beziehungsweise dem Zusammenfallen von (hier nicht näher zu erläuternden) Kombinationstönen mit tatsächlich gespielten mense technische Interesse, das man Baßtönen klingen diese mitteltönig gestimmten Instrumente auch dunkler und voller als in der modernen Temperatur. Jedoch hatte auch diese in ganz Europa fast zur Norm gewordene Temperatur entscheidende Nachteile. So blieb, sozusagen als Abfall, eine viel zu große , Wolfsquinte' zwischen Gis und Es, wobei es sich ja eigentlich, den Stammtönen

nach, um eine verminderte Sexte han-

Die Tatsache, daß nicht alle Töne enharmonisch verwechselt werden können (besonders die Wolfstöne Gis/As, Dis/ Es), führte im Laufe des 16. und 17. Jahrhunderts zur Konstruktion von Instrumenten, deren Tastatur mehr als zwölf Tasten pro Oktave aufwiesen. Teilt man beispielsweise die Obertaste für Es in der Art, daß man auf dem vorderen Teil das Es, auf dem hinteren Teil jedoch das Dis spielen kann, und verfährt man ebenso mit der Obertaste für Gis/As, so erhält man ein Instrument, mit dem man durch Wegfall der Wolfsquinte alle Tonarten in Mitteltontemperatur spielen kann. Daß diese Überlegungen nicht bloß theoretischer Natur waren, zeigt ein italienisches Virginal aus dem 17. Jahrhundert, zu sehen in den Sammlungen des Deutschen Museums.

Andere, mehr aus theoretischen Überlegungen heraus ausgeführte Teilungen, wie die von N. Vincentino an seinem Archicembalo mit 31 Tönen pro Oktave, dienten eher meßtechnischen Experimenten als der musikalischen Praxis. Immerhin belegen solche Arbeiten das imdiesen Problemen entgegenbrachte; galt doch das Augenmerk auch den theologischen und philosophischen Hintergründen der mathematisch-harmonikalen Techniken. Ein berühmtes Beispiel dafür ist der Organist und Musiktheoretiker Andreas Werckmeister (1645–1706). Für ihn, dessen Schriften ein umfangreiches Studium philosophischer Autoren verraten, ist die Musik eine ,Scientia Mathematika', in der die Zahlen die Klänge und durch sie die menschlichen Affekte regieren. Sein Name ist verbunden mit der modernen gleichschwebenden Temperatur, deren Konstruktion oft auf ihn zurückgeführt wird und die angeblich die praktische Grundlage für Bachs , Wohltemperiertes Klavier' darstellte.

Tatsächlich hatte er sich mit der bereits von Aristoxenos von Tarent um etwa 300 v. Chr. vorformulierten Teilung der Oktave in zwölf gleiche Teile (unter Aufgabe jeglicher reiner Intervalle außer der Oktave) befaßt, sie jedoch selbst wieder



Italienisches Virginal aus dem 17. Jahrhundert. Deutlich zu erkennen sind die gebrochenen Obertasten Dis/Es und Gis/As. Die geteilten Tasten im Baß (Fis/D und Gis/E) gehören zur gebrochenen Oktave, das heißt, man erweiterte den Tonraum nach unten durch die Teilung dieser Baßtasten. (Foto: Deutsches Museum)



Harmonium mit 19stufiger Oktave. G. F. Steinmeyer und M. Sachs, um 1900. (Foto: Deutsches Museum)

PSYCHE DER TONARTEN

an die funktionelle Musik unserer Zeit denkt, die als Hintergrundmusik in Warenhäusern und Großraumbüros eine überlegte und zweckbestimmte Wirkung erzielt, so muß man zugeben, daß sich seit Werckmeister bis heute zwar die Zielrichtung, nicht jedoch die Problemstellung geändert hat.

Temperatur und Temperament

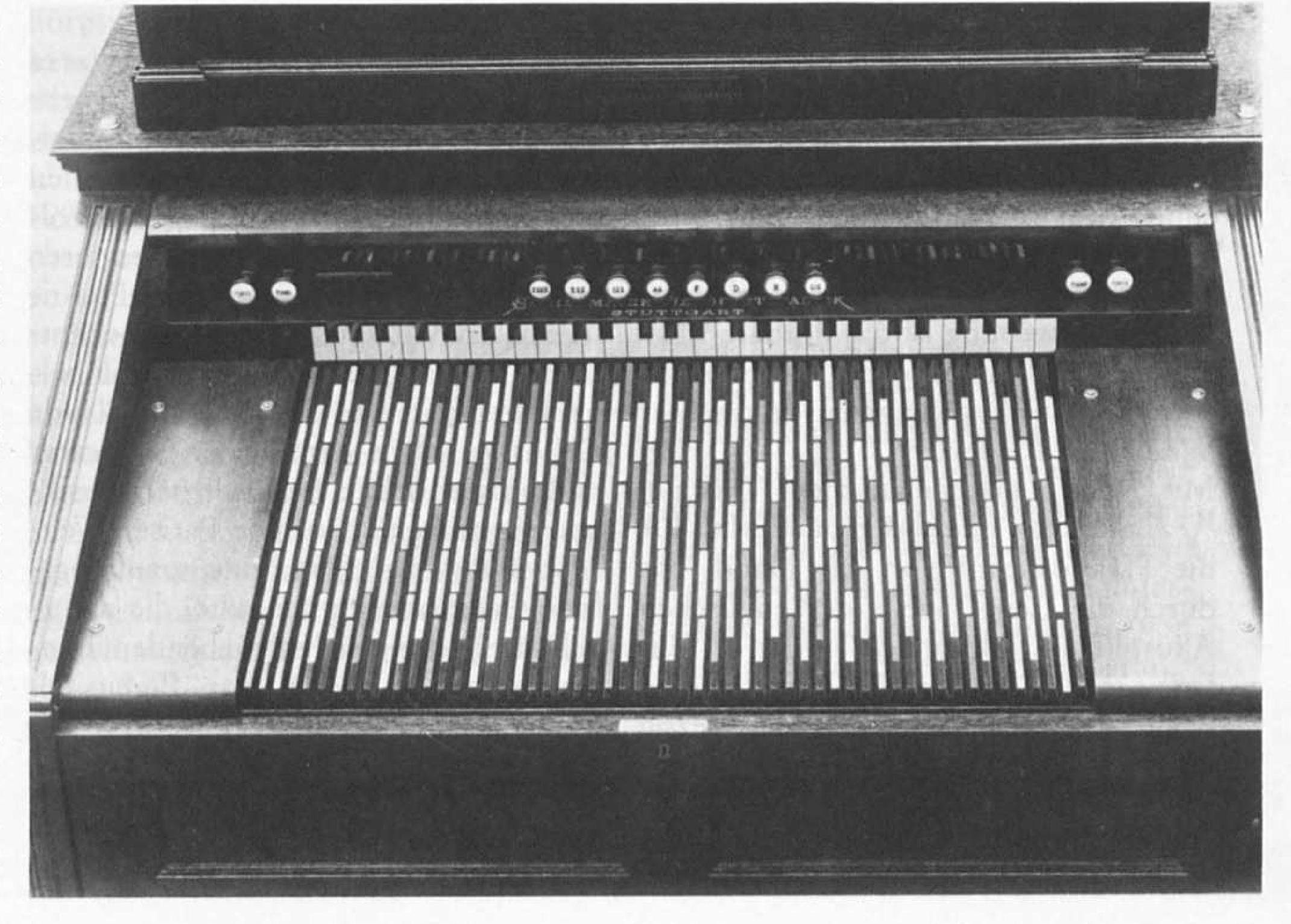
Übrigens hatte Johann Sebastian Bach nicht die moderne Temperatur für sein , Wohltemperiertes Klavier', die Sammlung von zweimal 24 Präludien und Fugen in allen Dur- und Molltonarten, verwendet. Zu verschieden sind die einzelnen Stücke und zu genau stimmen diese zu den "Charakteren der Tonarten", wie sie im 18. Jahrhundert von maßgeblichen Musikern und Theoretikern formuliert wurden. Der Begriff, Temperatur' für eine bestimmte Art zu stimmen wurde auf diese Weise zum doppeldeutigen Begriff, der sich auch auf das ,Temperament', also auf die seelische ,Stimmungs'-lage bezieht, und noch Beethoven sprach von der "Psyche der Tonarten".

Grundlage hierfür war ein Stimmsystem, in dem zwar, wie nun gefordert, alle Tonarten ohne "gebrochene Tasten" spielbar waren, die einzelnen Tonarten jedoch ihre eigene, charakteristische Färbung behalten sollten. Möglich ist das nur, wenn eben nicht alle Halbtonschritte und Intervalle gleich groß sind, sondern wenn typische Unterschiede bestehen, die eine Tonart, wie zum Beispiel Cis-Dur, durch eine sehr große Terz spritzig und spannend, C-Dur eher glatt und ruhig, f-Moll aber äußerst melancholisch erscheinen lassen.

Der Dichter und Musiker Christian Friedrich Daniel Schubart (1739-1791) hatte so auch in seinen ,Ideen zu einer Asthetik der Tonkunst', die er im Kerker der Festung Hohenasperg zu Papier brachte, die Charaktere der verschiedenen Tonarten in einer für heutige Ohren etwas blumigen Sprache beschrieben. C-Dur ist für ihn "ganz rein. Sein Charakter heißt: Unschuld, Einfalt, Naivetät, Kindersprache". E-Dur dagegen "lautes Aufjauchzen, lachende Freude, und noch nicht ganzer, voller Genuß liegt in E dur". Und bei f-Moll empfindet er "tiefe Schwermuth, Leichenklage, Jammergeächz, und grabverlangende Sehnsucht". Als einer der wichtigsten Konstrukteure einer solchen Temperatur gilt der Musiker, Musiktheoretiker und Bach-Schüler Johann Philipp Kirnberger (1721-1783), dessen möglicherweise von

verworfen und eine ungleichschwebende Temperatur konstruiert. Gerade er konnte sich in seinem theologisch begründeten harmonikalen Denken - die 'Unitas' entspricht dem Einklang als höchste Vollkommenheitsstufe, ein Abbild Gottes; der Dreiklang, Triunisonus' gleicht dem Abbild göttlicher Trinität kaum damit abfinden, ohne reine Intervalle auskommen zu müssen. Sein Ziel war es, durch die Musik "die Bewegungen des Gemüths zu erregen, zu bessern, zu ändern und zu stillen". Prinzipiell gilt für ihn, daß die der "Unitas" nahegelegenen Proportionen die Lebensgeister erweitern und musikalisch den Affekt der Freude entstehen lassen, während Intervalle mit entfernteren Zahlenverhältnissen die "spiritus animales" zusammenziehen; sie "erregen traurige affectus". Wie der Naturphilosoph und Alchimist des 17. Jahrhunderts die verborgenen Kräfte in der Natur zu entdecken suchte, war Werckmeister darauf aus, Ursachen der magischen "Krafft und Würckung" in der Musik zu ergründen. Er sah diese Ursachen, wie vor ihm etwa Athanasius Kircher (1650), in den zugrundeliegenden Proportionen. An zahlreichen Beispielen von Einzelklängen und Akkordkombinationen zeigte er deren traurige oder freudige Wirkung. Und wenn man

> Reinharmonium von Schiedmayer und Carl Eitz, 1911. (Foto: Deutsches Museum)



Johann Sebastian Bach angeregte Temperaturkonstruktion die Musiker bis ins 19. Jahrhundert hinein beeinflußt hat. In Heinrich Christoph Kochs musikalischem Lexikon, 1802 in Frankfurt am Main erschienen, ziehen die neueren Theoretiker die Kirnbergische ungleichschwebende Temperatur der gleichschwebenden vor, "weil bei der gleichschwebenden Temperatur alle Verschiedenheit des Charakters der zwölf harten und weichen Tonarten aufhört, in den ungleichschwebenden hingegen erhalten wird, so daß jede besondere harte oder weiche Tonart durch die verschiedenen Verhältnisse der Töne ihrer Tonleiter eine sehr merkliche verschiedene Modifikation bekömmt. Dieses ist auch zugleich die Ursache, warum ich mich in diesem Werk der Kirnbergerschen Temperatur ausschließlich bedient habe."

Der Siegeszug der gleichschwebenden Temperatur...

Im Laufe des 19. Jahrhunderts wandelte sich der musikalische Geschmack wiederum. Die Komponisten der Romantik benutzten mehr und mehr alle Tonarten gleichberechtigt, die Modulationen, also die Übergänge von einer in die andere Tonart, wurden kühner. Es entstand die Forderung nach einer Temperatur, die in allen Tonarten die gleichen Spannungsverhältnisse bereithält. Die Reinheit der Intervalle trat hinter den neuen Ausdruckswillen zurück, zumal sich Theoretiker mit dem "Zurechthören" nicht ganz reiner Intervalle befaßten und feststellten, daß eine lediglich geringe Abweichung vom Ohr durchaus toleriert wird. In dieser Stimmung sind alle Quinten etwas zu klein und schweben in gleicher Weise: Schwebung ist das hörbare Phänomen von Interferenzen, das Schwingen zweier nicht ganz genau gestimmter Saiten oder Pfeifen.

Mit der mathematischen Formel durch das Erlebnis fernöstlicher Musik
½ hatte man nun das genaue Maß für die Halbtonschritte in der Hand, das durch die Cent-Tabelle des englischen Akustikers Alexander John Ellis lich nur in der gleichschwebenden Tem
(1814–1890) mit einem praktikablen Meßraster versehen wurde. Ellis bezog Student hatte er eine Lehre von der



sich auf die reine Oktave, die er in 1200 Cent einteilte. Bei zwölf Halbtonschritten ergibt das für einen Halbton 100 Cent, für eine temperierte Quinte 700 Cent (reine Quinte 702 Cent).

Mit Hilfe dieses Instrumentariums war es möglich, im Rahmen der mehr und mehr auf Interesse stoßenden musikethnologischen Forschungen musikalische Reihen und Tonsysteme außereuropäischer Völker zu untersuchen, zu dokumentieren und eventuell zu rekonstruieren. Praktische Auswirkungen hatte die neuentfachte Lust an musikalischer Exotik beispielsweise in der Musik von Claude Debussy (1862–1918), der, angeregt durch das Erlebnis fernöstlicher Musikund Kunstwelten auf der Pariser Weltausstellung von 1889, eine spannungsfreie Ganztonleiter benutzte, die natürlich nur in der gleichschwebenden Temperatur zu realisieren war. Bereits als Student hatte er eine Lehre von der

Gleichstellung aller chromatischen Halbtöne (also aller Halbtöne innerhalb der Oktave) entwickelt, wenn auch in anderer Weise als sein um zwölf Jahre jüngerer Kollege Arnold Schönberg.

... und ihre Kritiker

Es scheint also, daß bezüglich fest eingestimmter Instrumente die gleichschwebende Temperatur das Maß aller Dinge geworden war; und doch regte sich aus nicht minder berufenen Kreisen Widerstand gegen die Preisgabe der Intervallreinheit. Schon der Mediziner und Naturforscher Hermann von Helmholtz (1821–1894) analysierte mit Hilfe neukonstruierter Geräte – unter anderem mit einem Vorläufer unseres modernen Oszilloskops – die Natur reiner Klänge und ihre Wirkung auf das menschliche Hören. Aufgrund seiner Untersuchungen an antiken und außereuropäischen

PSYCHE DER TONARTEN

Tonleitern kam er in dem grundlegenden Werk 'Die Lehre von den Tonempfindungen', erschienen 1863 in Braunschweig, zu dem Schluß, die gleichschwebende Temperatur als Notlösung anzusehen und reine Skalen auch für Instrumente mit festen Tönen als erstrebenswert zu fordern. Er ließ nach seinen Angaben sogar ein Harmonium bauen, das durch Mehrfachbesetzung der Einzeltöne ein Musizieren in reiner Stimmung und in allen Tonarten erlaubte.

Ferruccio Busoni (1866–1924), berühmt als Pianist und Komponist, entwickelte ein Dritteltonsystem und ließ ebenfalls ein entsprechendes Harmonium bauen. Der Volksschullehrer und Akustiker Carl Eitz (1848–1924) erfand im Jahre 1890 aus hörpädagogischen Gesichtspunkten ein Tonwortsystem, welches, ähnlich wie bei dem Spanier Ramis de Pareja aus dem 15. Jahrhundert, eine Leittonbeziehung im Schriftbild der Tonbuchstaben zu fixieren versuchte, bei dem auch der Kommaunterschied bei enharmonischer Verwechslung berücksichtigt wird. Dieses System brachte er mit der reinen Stimmung in Beziehung, wodurch er sich natürlich in der Gehörbildung von der nivellierenden Gleichstufigkeit der modernen Temperatur absetzte und zu genauerem Hören befähigte. Auch er baute zusammen mit der Stuttgarter Firma Schiedmayer 1911 ein Reinharmonium, um in der Gehör- und Gesangsausbildung nicht auf ein Instrument mit gleichschwebender Temperatur angewiesen zu sein.

Weitere Versuche mit einer verfeinerten Unterteilung der zwölf Halbtöne führten zu Vierteltoninstrumenten wie dem 1930 gebauten Vierteltonharmonium von Förster, das aber nicht aus Gründen der Darstellung reiner Stimmungen entstand, sondern lediglich die vorhandene gleichstufige Halbtonleiter noch einmal unterteilte.

Ausblick

Seit mittlerweile etwa zwanzig Jahren befaßt man sich im Institut für musikalische Grundlagenforschung am Mozarteum in Salzburg mit dem Vermessen verschiedener Tonsysteme. Für die Praxis wurden Materialien erarbeitet, die eine Oktave in 72 Teile unterteilen. Aus diesen Forschungen ging die sogenannte ekmelische Musik (ekmelisch, also außer der Reihe) hervor, die zum Beispiel in Orchesterwerken als Basis sechs Harfen verwendet, deren Stimmung um jeweils ¼ Halbton differieren. Mit ihren verfügbaren zwölf Halbtönen bilden sie damit ein Grundgerüst von 72 Tonstufen, dem sich die Streicher gehörmäßig und die Bläser durch verschiedene, sonst nicht gebrauchte Griffkombinationen anpassen können.

Die neueste Überwindung der gleichschwebenden Temperatur kommt aus der Welt der computergesteuerten Synthesizer. Auf der Musica-Messe in Hamburg 1987 wurde der Prototyp eines, Tonalizer' genannten Tasteninstrumentes vorgestellt, das alle gespielten Akkorde in reiner Stimmung erklingen läßt. Durch einen tonalen Sensor wird das Tastenspiel überwacht, analysiert und ausgewertet. Auf diese Weise erkennt der Sensor jede gespielte Tonart und sogar Modulationen in andere Tonarten. Mit diesen Daten wird ein Synthesizer gesteuert, der die Möglichkeit eines , Micro-Tuning', einer in feinsten Schritten erfolgenden Tonhöhenänderung, besitzt. Dadurch entsteht die von der Mitteltontemperatur der Renaissance her bekannte ,harmonische Brillanz', deren hörpsychologische Wirkung auch für heutige Anwendungen, zum Beispiel in der Filmmusik, von großem Interesse

Unter den Musikern, die sich heute von Berufs wegen mit der Musik älterer Epochen befassen, ist es schon seit etwa 20 Jahren üblich, die verwendeten Instrumente in einer den Werken entsprechenden Temperatur zu stimmen. Auch interessierten musikalischen Laien wird heute mit elektronischen Stimmgeräten eine Hilfe angeboten, das eigene Spinett in einer 'historischen' Stimmung erklingen zu lassen. So wird also durch die heutigen technischen Möglichkeiten die Frage der musikalischen Stimmung zu einer Frage der historischen Nähe und unmittelbaren musikalischen Wirksamkeit.

Hinweise zum Weiterlesen

- C. P. E. Bach: Versuch über die wahre Art, das Clavier zu spielen. 1762, Nachdruck Wiesbaden 1957.
- F. Busoni: Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst. Triest 1907.
- H. v. Helmholtz: Die Lehre von den Tonempfindungen. Braunschweig 1863, Nachdruck 1913.
- H. Kelletat: Zur musikalischen Temperatur, Bd. 1 u. 2. Kassel 1981/1982.
- J. Ph. Kirnberger: Die Kunst des reinen Satzes.
 Berlin 1771–1779.
- H. Chr. Koch: Versuch einer Anleitung zur Composition. Leipzig 1782-1793.
- F. W. Marpurg: Versuch über die musikalische Temperatur. Breslau 1776.
- Ders.: Neue Methode allerley Arthen von Temperaturen dem Claviere mitzutheilen. 1790, Nachdruck Hildesheim 1970.
- J. Mattheson: Das Neu-eröffnete Orchestre. Hamburg 1713.
- J. F. Reichardt: Briefe eines aufmerksamen Reisenden. Frankfurt/M. und Leipzig 1774–1776.
- A. Schlick: Spiegel der Orgelmacher und Organisten. 1511, Nachdruck Mainz 1959.
- C. F. D. Schubart: Ideen zur Ästhetik der Tonkunst. Wien 1806.
- R. Schumann: Gesammelte Schriften. Leipzig 1854.
- J. G. Sulzer: Allgemeine Theorie der schönen Künste. Leipzig 1771–1774.
- Studio-Magazin. Fachzeitschrift für professionelle Audiotechnik. Heft 11/1987.
- D. G. Türk: Klavierschule. 1789, Nachdruck Kassel 1962.
- G. J. Vogler: Gründliche Anleitung zum Klavierstimmen. Stuttgart 1807.
- J. G. Walther: Musicalisches Lexicon. Leipzig 1732.
- A. Werckmeister: Musicalische Temperatur. Frankfurt/M. und Leipzig 1686/1687 und 1691.

DER AUTOR

Egino Klepperstudierte im Fach Cembalo an der Staatlichen Musikhochschule München (Meisterklassendiplom) und Aufführungspraxis alter Musik am Mozarteum in Salzburg. Er leitet heute die Cembaloklasse an der Staatlichen Hochschule für Musik in Heidelberg/Mannheim und unterrichtet dort auch das Stimmen von Cembali in verschiedenen Temperaturen.

9. 1. 1965

Nachdem eine Bildtelegraphen-Verbindung zwischen Berlin und Tokio sich bereits 1940 bestens bewährt hatte, werden Moskau und Wladiwostok durch einen Bildtelegraphen verbunden.

11.1.1840

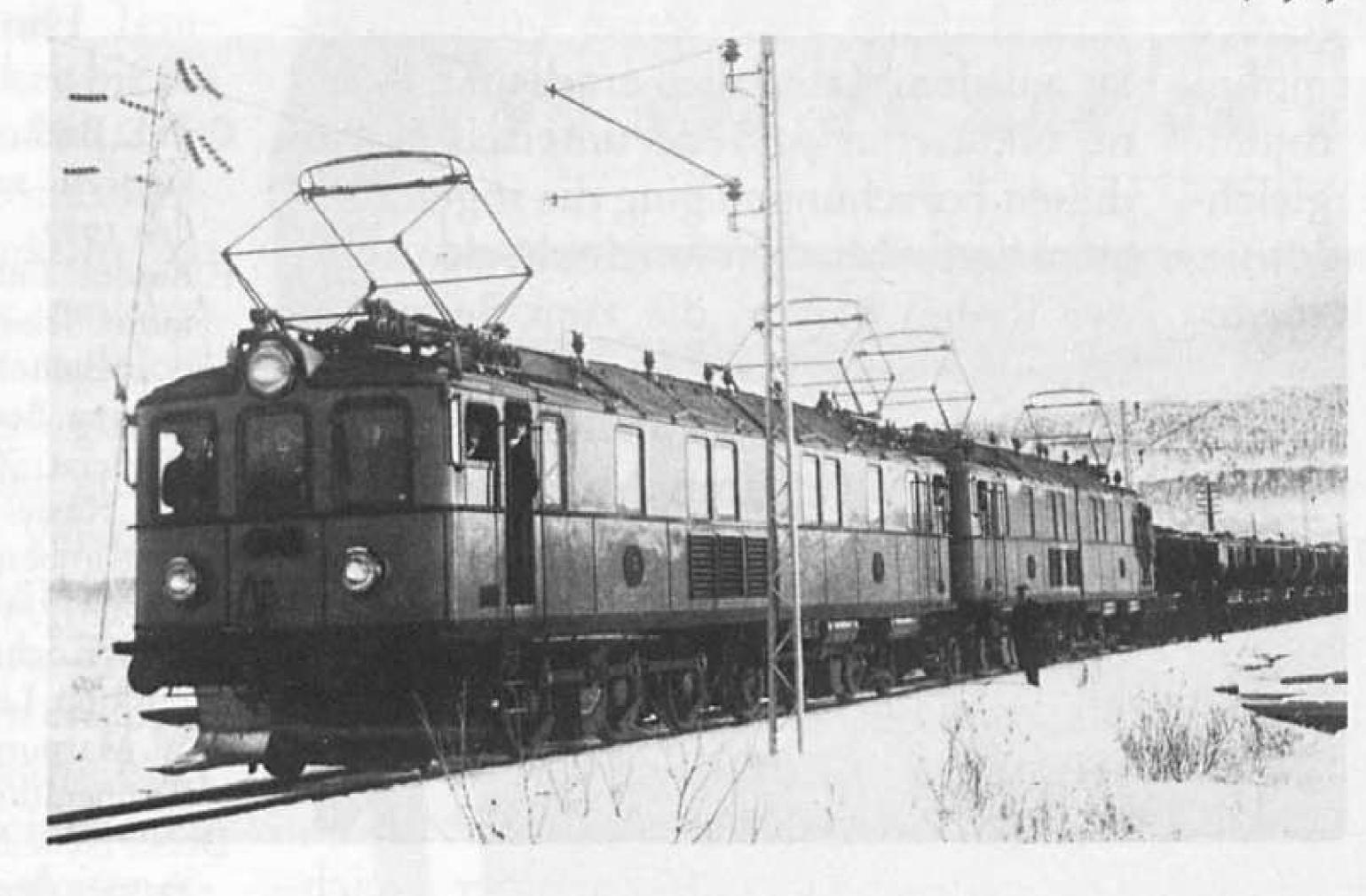
Nordheim/Württemberg wird Wilhelm Heinrich Uhland geboren. Nach praktischer und technischer Arbeit und Studium am Stuttgarter Polytechnikum betätigte er sich als Patentanwalt und technischer Schriftsteller. Als Ingenieur hatte er sich besonders mit der Einrichtung von Mühlenwerken beschäftigt. Besonders erinnerungswürdig aber ist seine Gründung der ersten technischen Privatschule Deutschlands in Mittweida 1865. 1868 initiierte er außerdem das Technikum in Frankenberg bei Chemnitz. Vielen technischen Fachzeitschriften und auch der ,Technischen Rundschau' gab Uhland Form und Gestalt.

18. 1. 1865

fast 73jährig der Hüttentechniker James Beaumont Neilson. Aus bescheidensten Verhältnissen stammend, beschäftigte er sich schon als junger Mann mit der Gasbeleuchtung, zu der er den Schwalbenschwanz-Brenner beitrug. Dann widmete er sich besonders der Eisenhüttentechnik. 1828 erhielt er auf seine Erfindung, die Frischluft vor dem Einblasen in Öfen und Schmieden zu erhitzen, ein Patent. Diese Technik der Winderhitzung hat die Hüttentechnik wesentlich gefördert und ihrem Urheber Mittel geliefert, die er zum großen Teil Arbeiterbildungsstätten selbstlos zuführte.

19. 1. 1915

Die für den Erztransport in Nordschweden seit 1911 erbaute Riksgränsen-Bahn zwischen Kiruna und Narvik nimmt den Betrieb mit bei Siemens-Schuckert in Berlin entwickelten schweren Elektro-Lokomotiven auf. Zuglasten von 1500 Tonnen werden mit 30 km/h über verschneite und vereiste Rampen gefahren. Der Betrieb liefert ein Beispiel für



die überlegene Leistungsfähigkeit des elektrischen gegenüber dem dampfgezogenen Bahnbetriebes, zumal im Gebirge.

21. 1. 1815

In Berlin wird Julius Pintsch geboren. Nach Erlernen des Klempnerhandwerks gründete er 1851 ein Unternehmen zur Herstellung von Gasmessern. Um 1867 entwickelte er mit seinen Söhnen Julius und Richard Eisenbahn-Olgasbeleuchdie In Queenshill/Schottland stirbt tung, die sich seit 1871 erfolgreich einführte und seinen Namen in Berlin und darüber hinaus in der Fachwelt bekannt mach-



H. E. Albers-Schönberg (1865-1921).

21. 1. 1865 In Hamburg wird Heinrich Ernst Albers-Schönberg geboren. Nach medizinischem Studium

ließ er sich in seiner Vaterstadt

nieder und gründete 1897 ein Institut zur Anwendung der Röntgenstrahlen. Durch eigene experimentelle Arbeiten förderte er die junge Röntgen-Diagnostik und richtete 1914/15 im Hamburger St. Georgs-Hospital Deutschlands erste Röntgenklinik ein. 1921 verstarb Albers-Schönberg als Opfer der Strahlen, um deren segensreiche Anwendung in der Medizin er sich größte Verdienste erworben hat-

22. 1. 1865

In Schwerin wird Friedrich Paschen geboren. Er bildete sich zum Physiker und fand experimentelle Anordnungen in der Spektroskopie, die unsere Kenntnisse in der Atomphysik und Quantenmechanik wesentlich bereicherten. 1924 bis 1933 hatte er in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin das Präsidium inne.

23. 1. 1840

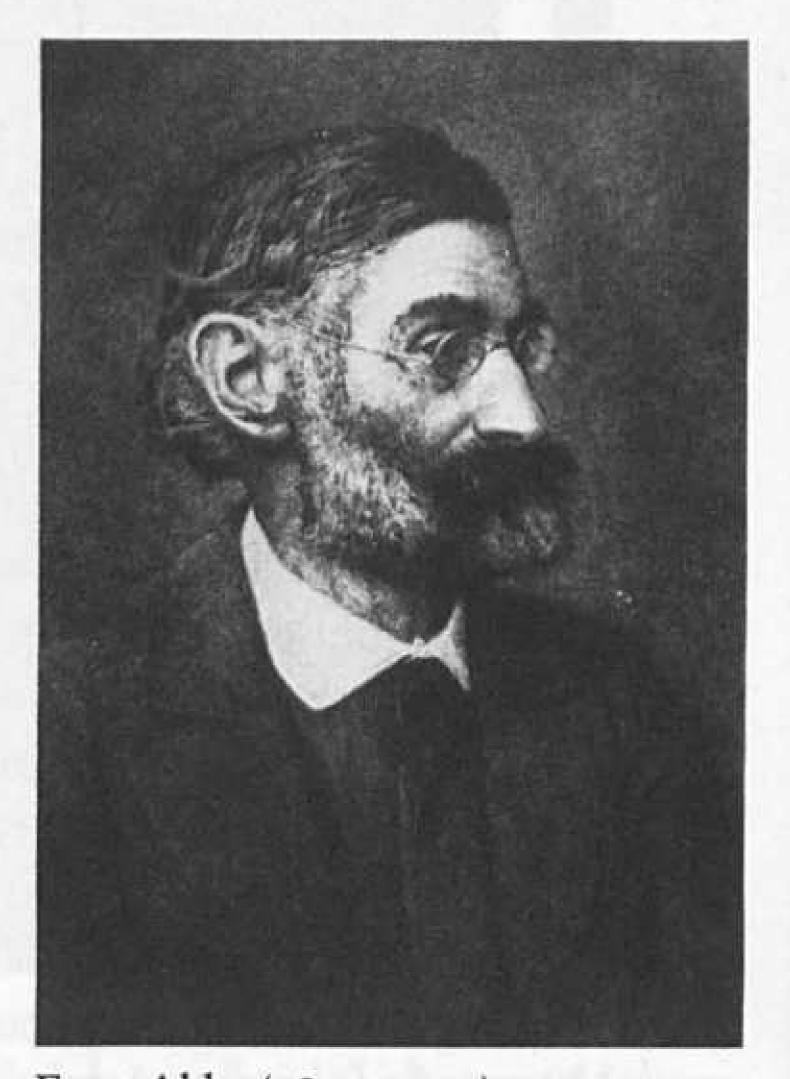
In Eisenach wird Ernst Abbe geboren. Mit großem Erfolg betätigte er sich als Erfinder und Konstrukteur in der Mikroskopie. So wurde er Mitarbeiter,

Beilagenhinweis

Dieser Auflage liegen folgende Prospekte bei:

"Technik erleben - Technik verstehen" vom top special Verlag GmbH, - hobby magazin der technik, Hamburg sowie "Buchreihe - Computer verstehen" von Time Life Books B.V., Amsterdam, sowie eine Teilbeilage vom Deutschen Museum.

dann Teilhaber der optisch-mechanischen Werkstätten von Carl Zeiss (1816–1888) in Jena. Nach dem Tode des Gründers wurde Abbe Alleinbesitzer des Unternehmens, das er 1889 in die neu gegründete Carl-Zeiss-Stiftung einbrachte, der er zwei Jahre später auch seine persönlichen Besitzrechte übertrug. Die Reinerträge der Stiftung dienten fortan sozialpolitischen Zwecken wie auch der Universität Jena.



Ernst Abbe (1840-1905).

25. 1. 1915

Die 5400 km lange transkontinentale Fernsprechverbindung zwischen New York und San Franzisko wird offiziell in Betrieb genommen.

28. 1. 1540

In Hildesheim wird Ludolf van Ceulen geboren. Er bildete sich zum Mathematiker und wirkte als Lehrer in Livland, Antwerpen, Delft und Leiden. Die nach ihm benannte Ludolf'sche Zahl des Kreisumfangs berechnete er 1596 auf 35 Dezimalstellen genau.

1. 2. 1865

In Grevenburg bei Höxter stirbt 70jährig Karl August Freiherr von Oeynhausen. 1812 begann er seine Berufslaufbahn, die ihn bis zum Berghauptmann führte, als Bergeleve. In Schlesien und Westfalen hatte er sich als Grubenbau-Fachmann profiliert; 1834 erfand er die nach ihm benannte Rutschschere. Seine Mit-



G. della Porta (1538–1615).

wirkung bei der Erschließung der Heilquellen bei Rehne führte 1848 zur Gründung des Bades Oeynhausen.

4. 2. 1615

İn Neapel stirbt etwa 77jährig Giambattista della Porta. Als vielseitiger Forscher und Experimentator beschäftigte er sich mit Optik, Magnetismus, Hydraulik und Meteorologie. In einer 1589 erschienenen Auflage seiner zuerst 1558 erschienenen "Magia Naturalis" gab er zum ersten Mal die mit einer Convexlinie ausgestattete Camera obscura an, mit der man vergrößernd Lichtbilder projizieren kann.

S. 2. 1840
Bei Dreghorn/Ayrshire, Schottland, kommt John Boyd Dunlop



John B. Dunlop (1840–1921).

Zahnarzt. Sein Name wurde weltbekannt durch das ihm im Juli 1888 zuerkannte Patent auf die Luftbereifung für Verkehrsfahrzeuge, insbesondere Fahrräder, wie sie vor 100 Jahren im Aufwind waren. Es wurde damals übersehen, daß bereits 1845 dieselbe Erfindungsidee Dunlops Landsmann Robert W. Thomson (1822–1873) patentiert worden, aber dann wegen mangelnden Interesses in Vergessenheit geraten war.

10. 2. 1865

In Rom stirbt, kurz vor Vollendung seines 64. Lebensjahres, der baltische Physiker Heinrich Friedrich Emil Lenz. Seit 1834 Mitglied der St. Petersburger Akademie, arbeitete er neben Professor M. H. Jacobi als einer der ersten in Rußland auf elektro-physikalischem Gebiet. 1834 stellte er auch die nach ihm benannte Regel auf, nach der induzierter Strom so verläuft, daß Arbeit geleistet wird. 1835/38 entwickelte er die Formel, nach der der elektrische Widerstand temperaturabhängig ist.

13. 2. 1865

In Berg bei Stuttgart wird Theodor Kober geboren. Er studierte bei Professor von Bach Maschinenbau. 1892/94 berechnete und konstruierte er als Ingenieur und erster technischer Mitarbeiter des Grafen Zeppelin (1838–1917) dessen erstes Starr-Luftschiff, wie es dann 1900 auf dieser Konstruktionsgrundlage erbaut wurde.

17. 2. 1890

In Milwaukee/Wisconsin, USA, stirbt 71jährig Christopher Latham Sholes. In Zusammenarbeit mit Soule und Glidden hatte er 1868 die Grundform der Schreibmaschine geschaffen, die er dann noch bis 1873 in einigen Bauelementen verbesserte und ergänzte, um sie dann dem Industriellen Philo Remington (1816–1889) zur Massenfertigung und weltweiten Einführung abzutreten.

18. 2. 1915

In New York stirbt der Elektro-Industrielle Harry Ward Leonard im 55. Lebensjahr. Nach Ingenieurausbildung am MIT (Massachusetts Institute of Technology) wurde er Mitarbeiter Edisons, machte sich dann selbständig und gründete 1889 ein Unternehmen zum Bau von Kraftwerken und elektrischen Bahnen, schließlich auch zur Fabrikation elektrischer Geräte. Unter den mehr als 100 von ihm patentierten Erfindungen wurde sein System der Bremsung mit Energie-Rückgewinnung (Leonard-Schaltung) besonders bedeutungsvoll.

24. 2. 1815

In New York stirbt im 50. Lebensjahr Robert Fulton, der Erbauer des ersten erfolgreichen Dampfschiffes. Von Hause aus Kunstmaler, hat er sich auch technischen Aufgaben gestellt. So schuf er Seilereimaschinen, Marmorsägen, ein Tauchboot und mehrere erfolgreiche Kanalbauten. Aber Weltberühmtheit erlangte er durch sein Schaufelrad-Dampfschiff, das zwischen New York und Albany im Jahre 1807 den Verkehr auf dem Hudson aufnahm.

2. 3. 1890

In Everett/Massachusetts, USA, wird Vannevar Bush geboren. Er bildete sich zum Physiker und wandte sich danach spezifisch elektrotechnischen Aufgaben zu. 1939 übernahm er das Präsidium der Carnegie-Stiftung. 1942 schuf er am MIT in Cambridge eine elektromechanische Integrieranlage mit 20000 Röhren. Ihre Fortentwicklung führte 1943–1946 zur Großrechenanlage ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer).

4.3.1790

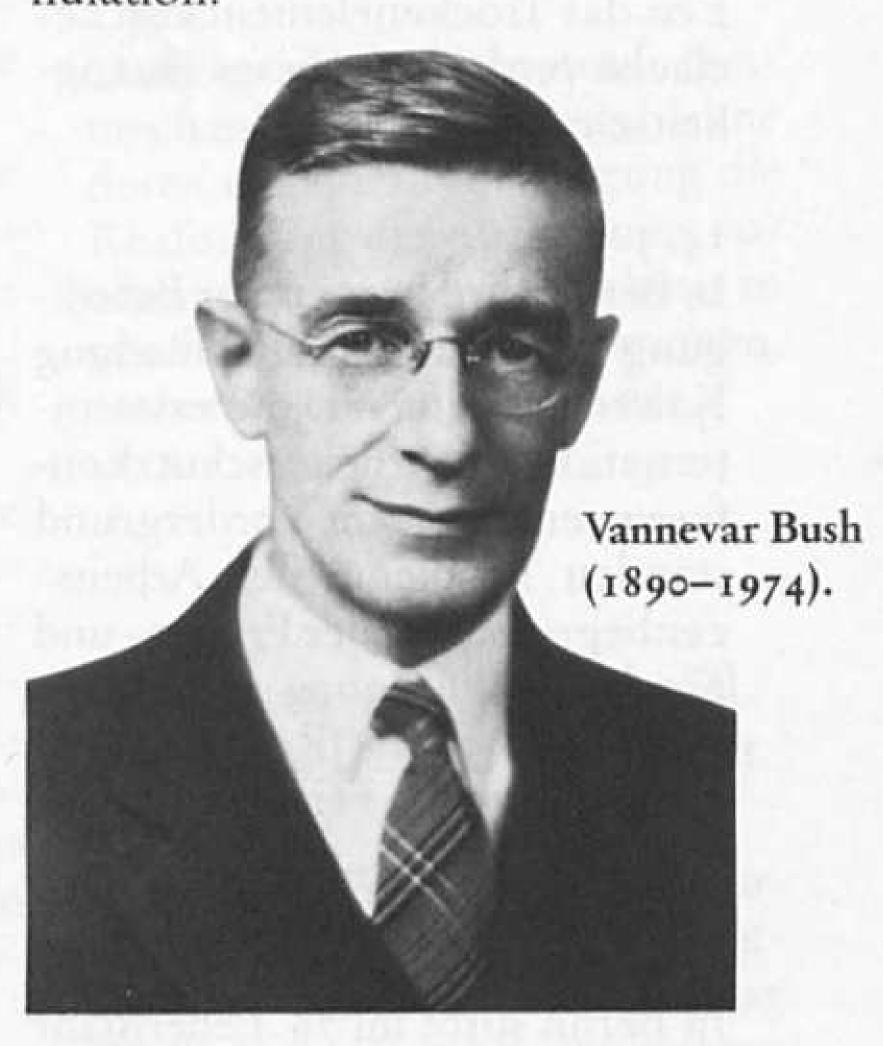
In Mülheim/Ruhr wird Matthias Stinnes geboren. Zunächst einfacher Schiffer, wurde er schrittweise Besitzer von Kohlengruben. In der Kombination von Bergbau, Kohlenhandel und Schiffstransport hat er seine Lebensarbeit als Unternehmer gestaltet und damit einen grundlegenden Beitrag zur Industrialisierung des Ruhrgebietes geleistet.

4. 3. 1890

In Queensferry/Schottland findet die feierliche Einweihung der in siebenjähriger Bauzeit errichteten Riesenbrücke über den Firth of Forth statt. Bei einer Gesamtlänge von 2500 m messen die zwei Hauptspannweiten jeweils 520 m.

5. 3. 1865

In Halberstadt wird Hermann Passow geboren. Nach dem Chemiestudium widmete er sich intensiv experimentellen Arbeiten zur Herstellung von Zement aus Hochofenschlacke. Zur Verwertung seiner Erfindung gründete er 1901 im Westerwald eine eigene Fabrik. Bei einschlägigen Labor-Untersuchungen gelangte Passow dann auch zur Erzeugung von Zement durch Luftgranulation.



7.3.1790 In Chalon sur Saône/Frankreich wird Joseph Nicéphore Niépce geboren. Zunächst Soldat, wandte er sich bald technischen Erfindungsideen zu. Seit 1822 bemühte er sich intensiv um die Fixierung von Bildern, die er mit der Camera obscura erhielt. 1829 verband er sich vertraglich mit Louis J. M. Daguerre (1787-1851) zur Vervollkommnung der mit chemischen Mitteln verfolgten Erfindung. Nach Niépces 1833 erfolgtem Tode gelang es Daguerre diese unter dem Namen ,Photographie' bis 1839 zu vervollständigen. Am 19. August 1839 wurde die neue Kunst in einer Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften der Welt vorgestellt.

12.3.1790 In London wird John Frederic Daniell geboren. Zunächst arbeitete er in einer Zuckerraffinerie, aber bald wandte er sich chemischen und naturwissenschaftlichen Problemstellungen zu, die ihn befähigten, schon 1814 zum Mitglied der Royal Society gewählt zu werden und ab 1931 eine chemische Professur am Kings College in London wahrzunehmen. 1836 erfand er das nach ihm benannte Daniellsche Element, das bei Stromentnahme in seiner Leistung relativ lange

gleichbleibt und bei der jungen

elektrischen Telegraphie daher

mit Nutzen angewandt wurde.

Erst das Trockenelement von Le-

claché verdrängte dieses Flüssig-

15.3.1890

keitselement.

In Berlin wird unter reger Beteiligung (15 Staaten) auf Einladung Kaiser Wilhelms II. die erste internationale Arbeiterschutzkonferenz eröffnet. Im Vordergrundstanden Probleme der Arbeitszeitbegrenzung, der Frauen- und Kinderbeschäftigung in der Industrie sowie die Regelung der Nacht- und Feiertagsschichten.

18. 3. 1890

In Berlin stirbt im 76. Lebensjahr Johann Georg Halske, der Mitbegründer der Elektrofirma, Siemens & Halske', die 1847 entstand. Anfänglich Feinmechaniker, war er als Compagnon von Werner Siemens (1816–1892) vielseitig in leitender Funktion, namentlich als Chef der Werkstatt, Konstruktion und Fabrikation. Ab 1867 widmete er sich der Ausgestaltung des Berliner Kunstgewerbemuseums (heute: Gropius-Bau).



Leonow im Weltraum, 1965.

18. 3. 1965

Das sowjetische Raumschiff ,Woshod II' unter dem Kommando des Kosmonauten Pawl Beljajew startet von Baikonur in der UdSSR zu 17 Erdumkreisungen in 26 Stunden. Als Besonderheit bei dieser Raumfahrt unternimmt der Kopilot Alexej Leonow einen ersten Weltraum-Spaziergang, indem er 30 Minuten nach dem Start für 10 Minuten die Einstiegsluke des Raumschiffs verläßt und – nur gehalten von einer Leine – sich frei im All bewegt. Ohne Komplikationen gelingt dieses Unternehmen, und bei Perm, westlich des Uralgebirges, kommt das Raumschiff wieder auf die Erde.

21. 3. 1915

Am Tage nach seinem 67. Geburtstag stirbt in Philadelphia Frederic Winslow Taylor. Unsterblich wurde sein Name durch die von ihm begründete wissenschaftliche Betriebsführung (Taylorismus). Daneben sind aber auch seine technischen Arbeiten, insbesondere über die Drehbank, von Bedeutung. Mit M. White erfand er 1900 den Schnelldrehstahl und 1906 den Vanadiumstahl.

23.3.1915

In Berlin stirbt 62 jährig der Chemiker Otto Nikolaus Witt. Nach mehrjähriger praktischer Tätigkeit in der Farbenindustrie, die er nach seinem Studium leistete, wurde er 1888 Dozent und 1891 ordentlicher Professor an der TH Berlin-Charlottenburg. Neben seinen zahlreichen fachwis-

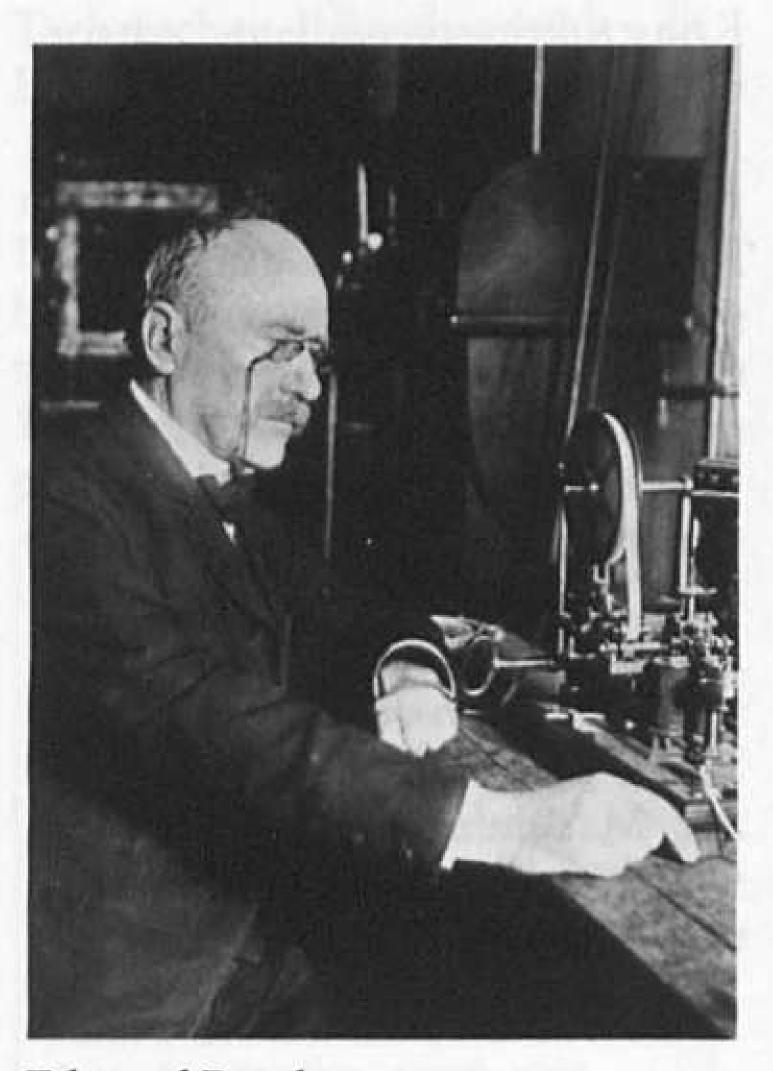
senschaftlichen Publikationen sei die von ihm gegründete und redigierte Zeitschrift "Prometheus" erwähnt, die besonders technische Probleme populärwissenschaftlich darzustellen bemüht war.

24. 3. 1865

In Wilsdruf/Sachsen wird Hans Lorenz geboren. Nach einem technischen Studium in Dresden war er 1890–94 als praktischer Ingenieur tätig. Danach gründete und redigierte er die "Zeitschrift für die gesamte Kältetechnik". 1896 wurde er Professor für Physik in Halle, dann in Göttingen und schließlich von 1904 bis 1934 in Danzig. Im Mittelpunkt seiner Arbeiten standen kältetechnische Probleme.

24. 3. 1940

In Paris stirbt im 96. Lebensjahr der französische Funkpionier Edouard Branly. Zunächst von Beruf Arzt, hatte er sich seit 1890 mit den Hertz'schen Wellen experimentierend beschäftigt und die bereits bekannte, dann aber in Vergessenheit geratene Fritterwirkung feiner Metallteilchen neu entdeckt und den "Kohärer" geschaffen, ein für die Versuche G. Marconis (1897) ganz wesentliches Element, das Branly bereits 1896 zum Patent angemeldet hatte. 1906 gelangen Branly mit Hilfe der drahtlosen Telegraphie auf der Reede von Antibes Fernlenkversuche mit Schiffen.



Edouard Branly (1844-1940).

26. 3. 1865

In Stock Newington/England stirbt der Gummi-Industrielle Thomas Hancock. 1820 erhielt er ein umfassendes Patent auf die Herstellung verschiedenartigster Gummiwaren erteilt, wenig später auch ein Patent auf seine Knetmaschine für geschwefelten Gummi (Mastikator). Zusammen mit seinem Bruder Walter förderte er um 1830 die Einrichtung von Dampf-Omnibuslinien in der Umgebung von London.

29. 3. 1940

In Dresden stirbt im 68. Lebensjahr Johannes Schütte. Seit 1904 lehrte er an der TH Danzig Schiffbau, und 1922 folgte er einem Rufe nach Berlin auf einen vergleichbaren Lehrstuhl an der TH Charlottenburg. 1909 gründete er mit einer Mannheimer Firma ein Unternehmen zum Bau von Starrluftschiffen (Schütte-Lanz), die ein Sperrholzgerippe besaßen und im übrigen den Luftschiffen des Grafen Zeppelin (mit Duralgerippe) entsprachen. Wertvoll waren Schüttes Beiträge zur Statik und Aerodynamik im Bau von Luftschiffen.

DER AUTOR

Dr. Sigfrid von Weiher, geb. 1920, Technik- und Industriehistoriker, war von 1951 bis 1983 Archivar der Siemens AG und von 1970 bis 1982 Lehrbeauftragter für Industriegeschichte an der Universität Erlangen-Nürnberg. Er ist Ehrenmitglied des VDI und Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Georg-Agricola-Gesellschaft.

Nachrichten aus dem Deutschen Museum

Rolf Gutmann

Abteilung zur Geschichte des Deutschen Museums

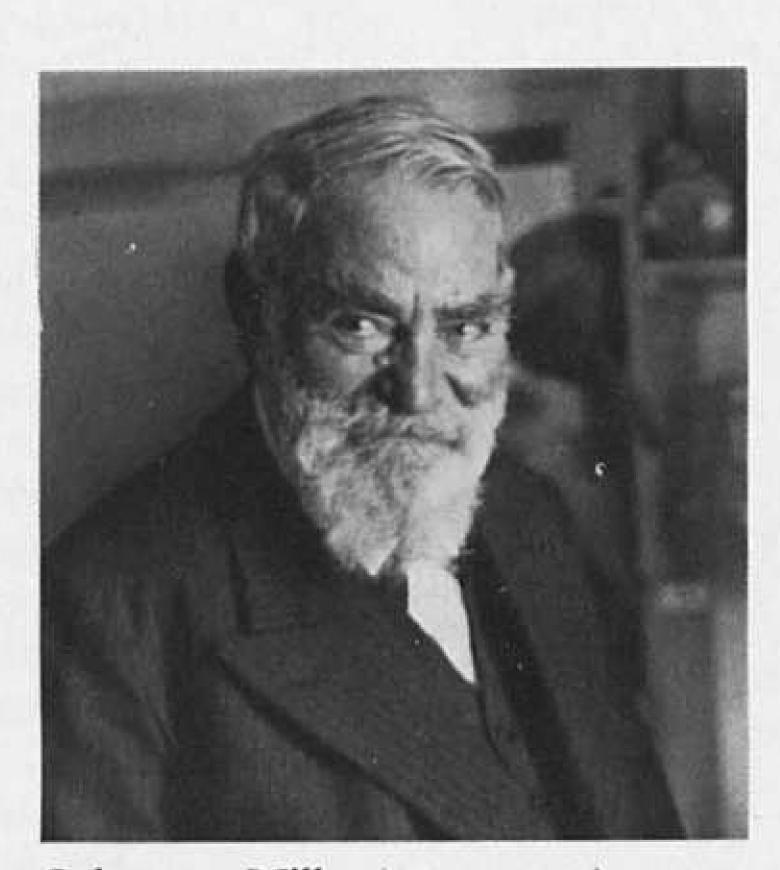
Am 9. Oktober öffnet die neue Ausstellung zur Geschichte unseres Museums ihre Pforten für die Besucher. Das Museum erfüllt damit den oft vorgetragenen Wunsch, innerhalb der Sammlungen einen Einblick in die Gründungs- und Entwicklungsgeschichte des Museums selbst zu geben.

Wer war an der Gründung beteiligt, wer waren die Förderer? Warum entstand das Deutsche Museum gerade in München, wie konnte es so groß werden? Diese und ähnliche Fragen will die neue Ausstellung beantworten. Der Besucher begleitet den noch jungen Ingenieur Oskar von Miller auf seinen Museumsreisen, erfährt von dessen Faszination und gleichzeitiger Enttäuschung über die "tote" Darbietung der Exponate, nimmt Teil am Wunsch Oskar von Millers nach einem wirklich lebendigen Museum, einer "technischen Spielwiese". Und endlich, im Sommer 1903, gründet sich auf der Hauptversammlung des VDI in München ein Verein zur Errichtung des Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und der Technik'.

Und schon drei Jahre später werden auf der Isarinsel der Grundstein für das Museumsgebäude gelegt und die ersten provisorischen Sammlungen im 'Alten Nationalmuseum' der Öffent-

lichkeit zugänglich gemacht. Dann folgen die entbehrungsreiche Zeit des 1. Weltkriegs und 1925 endlich die Eröffnung des Neubaues. Knapp 10 Jahre später kommen die umfangreiche Bibliothek und der Kongreßtrakt dazu, dessen Vollendung der Gründer und Museumsvater schon nicht mehr erlebt. Es folgen die Zeit des Nationalsozialismus, der Zusammenbruch und der mühsame Wiederaufbau bis in die 60er Jahre. Nun konnte sich das Museum neuen Aufgaben widmen. Das Forschungsinstitut zur Wissenschafts- und Technikgeschichte wurde gegründet, das Kerschensteiner Kolleg zur Erwachsenenbildung eröffnet.

Über all dies und mehr können die Besucher sich fortan in der Abteilung Museumsgeschichte informieren, täglich von 9.00 bis 17.00 im 1. Obergeschoß des Sammlungsgebäudes.



Oskar von Miller (1855-1934).



Festzug am 5. 5. 1925 anläßlich der Eröffnung des Deutschen Museums. Hier der Wagen der Maschinenbauer. (Foto: Deutsches Museum)

Kongreß für Geschichte der Wissenschaften

Vom 1. bis 9. August fand der XVIII. Internationale Kongreß für Geschichte der Wissenschaften statt, diesmal erstmalig in der Bundesrepublik Deutschland. Tagungsorte waren vom 1. bis 5. August das Congress Centrum Hamburg und vom 7. bis 9. August das Deutsche Museum in München. Über 1000 Wissenschaftler aus 48 Nationen nahmen an der Zusammenkunft teil, die unter dem Generalthema , Wissenschaft Staat' und stand.

Besonderes Gewicht lag auf folgenden Themengruppen: Nationale Wissenschafts- und Forschungspolitiken; internationale Beziehungen in Naturwissenschaft, Medizin und Technik; die Verantwortung des Wissenschaftlers und Ingenieurs gegenüber Staat und Gesellschaft; Frauen in Wissenschaft, Technik und Medizin.

Darüber hinaus galten mehrere Symposien den arabischen Wissenschaften sowie den Wissenschaften in Asien und dem pazifischen, süd- und mittelamerikanischen Raum. Ziel dieser Symposien war vor allem der Abbau des eurozentrischen Übergewichts in der wissenschaftlichen Forschung.

Nachtrag zu Kultur & Technik 3/1989

Bei dem Beitrag ,Zwei Aussteiger und eine Science-fiction' von Professor Dr. habil. Kurt-R. Biermann handelt es sich um eine Übernahme aus ,spectrum', der Zeitschrift der Akademie der Wissenschaften der DDR (Heft 12/1988, S. 19). Für den gleichen Beitrag ist nachzutragen, daß das auf S. 158 eingefügte Portrait nicht uneingeschränkt als Darstellung anerkannt wird, die Carl Friedrich Gauß zeigt. Der Autor legt Wert darauf, daß er den Abgebildeten nicht für C. F. Gauß hält. Darüber hinaus hätte die Schreibweise des Vornamens in der Bildunterschrift richtig ,Carl' heißen müssen.

Neueröffnung der Optik

Mit Eröffnung der Optik-Ausstellung am 30. November wird der Rundgang durch die Abteilung Physik geschlossen. Auf 350 qm Ausstellungsfläche sind dort zahlreiche Demonstrationen und wichtige Exponate aus der Instrumentensammlung des Museums zu sehen.

Die Ausstellung gliedert sich insgesamt in drei Bereiche: Im ersten Abschnitt sieht der Besucher interessante und wichtige Lichtexperimente, der zweite Abschnitt widmet sich dem Auge, der dritte präsentiert die Anwendung des physikalischen Phänomens Licht in der instrumentellen Optik.

Dank gebührt der optisch-feinmechanischen Industrie, ohne deren engagierte Beteiligung die Realisierung der Ausstellung, vor allem der von den Besuchern so geschätzten Demonstrationen, nicht möglich gewesen wäre.

Ein Lern- und Wissensspiel über das Deutsche Museum

Unter dem Titel 'Deutsches Museum. Das Erlebnis-Spiel' entwickelte der Stadt-Buch-Verlag Wolfgang Giesche zusammen mit dem Deutschen Museum und der Süddeutschen Zeitung ein spannendes Lern- und Wissensspiel für alle Freunde des Deutschen Museums ab 12 Jahren.

Die insgesamt 672 Frage- und Antwortkarten sorgen nicht nur für spannende Unterhaltung, die überlegte Spielmechanik unterstützt außerdem das taktische und strategische Vorgehen. Das Spiel ist auch als Lernspiel für den Schulunterricht geeignet. Spielautor war Studienrat Heinrich Giebhardt in Zusammenarbeit mit zahlreichen Experten aus dem Deutschen Museum.

Das Spiel, das im Ravensburger Spiele-Verlag produziert wird, ist ab November für DM 59,90 im Spielwaren- und Buchfachhandel erhältlich.

VERANSTALTUNGEN

Oktober · November · Dezember 1989

Eröffnungen

9. Oktober der Ausstellung »Geschichte des Deutschen Museums«

30. November der neuen Abteilung »Optik«

Sonderausstellungen

16. Februar bis »Mit Röntgenaugen in eine neue Welt«

Ende 1991 Von der V2-Rakete zum Röntgensatelliten ROSAT

15. Juli bis »Zur Frühgeschichte der Photographie«

15. Oktober Geräte und Bilder aus der Sammlung des Deutschen Museums

26. Juli bis »Walther Gerlach« Physiker - Lehrer - Organisator

29. November Sonderausstellung zum 100. Geburtstag (Katalog, 192 S., 123 Abb., DM 24.-)

26. August bis »50 Jahre Turbostrahlflug«

14. Januar 1990 Von den Anfängen bis zur Gegenwart

22. Oktober bis »Prix ars electronica«
31. Dezember Kunst aus dem Computer

Sonntagsmatineen und Orgelkonzerte in der

Musikinstrumentensammlung (1. Obergeschoß, Platzkarten an der Kasse)

14. Oktober
15.30 Uhr

*Münchner Organisten an den Barockorgeln des Deutschen Museums«:

Klemens Schnorr spielt Orgelmusik des 17. und 18. Jahrhunderts.

15. Oktober Matinee: Ensemble Sarband spielt Werke des Mittelalters

11.00 Uhr aus Orient und Okzident.

11. November »Münchner Organisten an den Barockorgeln des Deutschen Museums«:

15.30 Uhr Hedwig Bilgram spielt Orgelmusik der Barockzeit.

12. November Matinee: Das Barockorchester Heiligenberg bringt ein Geburtstags-

11.00 Uhr ständchen für Leopold von Österreich mit Komponisten

des Süddeutschen Raumes.

9. Dezember

»Münchner Organisten an den Barockorgeln des Deutschen Museums«:

Roland Muhr spielt Werke von Georg Muffat, Johann Pachelbel,

Leopold Mozart u.a. Komponisten.

10. Dezember Matinee: Das Ensemble Estampie spielt Musik

11.00 Uhr des europäischen Mittelalters.

Beginn 16.30 Uhr Kolloquiums-Vorträge des Forschungsinstituts (Filmsaal, Bibliotheksbau)

16. Oktober Mathematische und astronomische Elemente an Bauwerken im antiken

Mittelasien – Professor Dr. M. Rozhanskaya, Moskau

30. Oktober Historische Stufen in der Beschreibung mathematischer Verfahren

Dr. Peter Schreiber Straleund

Dr. Peter Schreiber, Stralsund

13. November Von giftigen Dempfen und Reuchen - Die mittelalterliche Produktion

von Farbmitteln und deren Anwendung in der Buchmalerei

Dr. Robert Fuchs, Göttingen

27. November Adam Ries (1492–1559) und die Frühgeschichte der Algebra

Professor Dr. Hans Wußing, Leipzig

11. Dezember (stand bei Drucklegung noch nicht fest)

Beginn 19 Uhr Professor-Auer-Experimentalvorträge (Leibniz-Saal, Kongreßzentrum)

11. Oktober Holzverzuckerung (nach Scholler u.a.)

Dr. Dieter Osterroth, Direktor der Dynamit Nobel AG i.R.

11. Dezember Die Batterie der Parther und das Vergolden der Bagdader Goldschmiede

Professor Dr. Walter Jensen, Fachbereich Chemie, Universität Oldenburg

Vorträge des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte und

Beginn 19 Uhr des Deutschen Museums (Leibniz-Saal, Kongreßzentrum)

17. Oktober Anfänge der Luftfahrtaktivitäten im Hause Siemens (Lichtbildervortrag)

Dr. Helmut Mönke, Stein a.d. Traun

21. Oktober Busausflug nach Kempten Dieter Schmidt, München

Besichtigung von Wasserwirtschaftsanlagen und der Altstadtsanierung

7. November Der BMW IV - ein Flugmotor für Weltrekorde und Pionierflüge

Peter Pletschacher, Oberhaching (Lichtbildervortrag)

Bionik, die Brücke von der Biologie zur Technik (Lichtbildervortrag) Dr. Hermann Heywang, München

12. Dezember

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

IMPRESSUM

Kultur Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

13. Jahrgang,

Herausgeber: Deutsches Museum. Museumsinsel 1, D-8000 München 22,

Telefon (089) 2179-1

Verlag: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40,

Telefon: (089) 38189-1, Telex: 5215085 beck d,

Telefax: (089) 38 18 93 98,

Postgirokonto: München 62 29-802.

Schriftleitung:

Dr. Walter Bauer-Wabnegg (verantwortlich) und

Dr. Ernst-Peter Wieckenberg, Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40, Peter Kunze, Deutsches Museum

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

Dr. Jürgen Teichmann

Gestaltung: Uwe Göbel, D-8000 München Satz und Druck: Appl, Gutenbergstr. 3,

D-8853 Wemding

Bindearbeit und Versand: R. Oldenbourg,

D-8011 Kirchheim bei München Papier: BVS* holzfrei Bilderdruck

der Papierfabrik Scheufelen, D-7318 Lenningen

Anzeigenverwaltung:

Verlag C. H. Beck, Anzeigen-Abteilung,

Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1,

Postanschrift: Postfach 110241,

D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (069) 756091-0, Telex: 412472 beck f d. Telefax: (069) 748683.

Verantwortlich für den Anzeigenteil:

Fritz Lebherz.

Anzeigenpreis: 1/1 Seite Schwarz/Weiß DM 3000,-, für Seitenteile lt. Tarif. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 5.

Anzeigenschluß: ca. 6 Wochen vor Erscheinen. Die mit Autorennamen gezeichneten Artikel geben nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers und der Schriftleitung wieder.

Kultur & Technik ist gleichzeitig Publikationsorgan für die Georg-Agricola-Gesellschaft zur

Förderung der Geschichte der

Naturwissenschaften und der Technik, Tersteegenstr. 28, D-4000 Düsseldorf. Diese Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen

einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich

Bezugspreis 1989: 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 48.–, Schüler und Studenten DM 24.–)

Bestellungen für die Mitgliedschaft im Deutschen Museum: Museumsinsel 1, D-8000 München 22 bzw. für Abonnenten über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Jahresende

beim Verlag erfolgen.

Adressenänderungen: Bei Adressenänderung muß neben dem Titel der Zeitschrift die neue und alte Adresse angegeben werden.

ISSN 0344-5690