

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

1/1991

23 736 1/1

R

ERFINDER
Einsteins
Ideen
zum Kreisel-
kompaß



FORSCHUNG
Niedrige
Strahlung -
hohes Risiko

DENKMAL
Die
Schwebefähre
von Osten



TECHNIKGESCHICHTE
Auf der Suche
nach Rechenmaschinen

BMW Motoren schreiben Geschichte



Seit 50 Jahren ist sie flugtüchtig, und eine Reise in dieser Maschine ist noch immer ein großes Erlebnis. Drei BMW Sternmotoren geben der JU 52 Kraft zum Fliegen – seit einem halben Jahrhundert.

In der BMW Rolls Royce GmbH knüpft die BMW AG gemeinsam mit dem britischen Unternehmen für Flugantriebe an die Flugmotoren-Tradition an. Seit Mitte 1990 arbeitet diese neue Gesellschaft in Oberursel bei Frankfurt am Main. Sie wird auch neue Flugtriebwerke entwickeln.

Pioniere sind die BMW Motoren-Ingenieure immer gewesen: in der Luft wie zu Lande. Nicht nur Kontinente haben sie für die kühnen Männer in ihren fliegenden Kisten überwinden helfen. Mit einem der ersten serienmäßig hergestellten Strahltriebwerke der Welt leitete BMW 1944 auch das Jet-Zeitalter ein.

Wo der Flugpionier Zeno Diemer 1919 seinen Höhenweltrekord flog, liegt heute Münchens Olympiagelände. Hier ist BMW 1916 als Nachbar des Flugfelds entstanden. Die Sicherheit und Kraft der Flugmotoren, ihre Leichtigkeit und der technische Fortschritt der Maschinen hat BMW zeitgerecht für den Straßenverkehr übersetzt. Denn die Reife einer Marke erwächst aus der Tiefe ihrer Geschichte: Tradition ist die Basis für Zukunft. Seit den 20er Jahren hat BMW Maßstäbe im Flugmotorenbau gesetzt.

Heute setzt BMW Maßstäbe für Automobile. Der Beweis: Deutschlands erster Automobil-Zwölfzylinder-Motor seit einem halben Jahrhundert im BMW 7er und im 8er-Coupé.

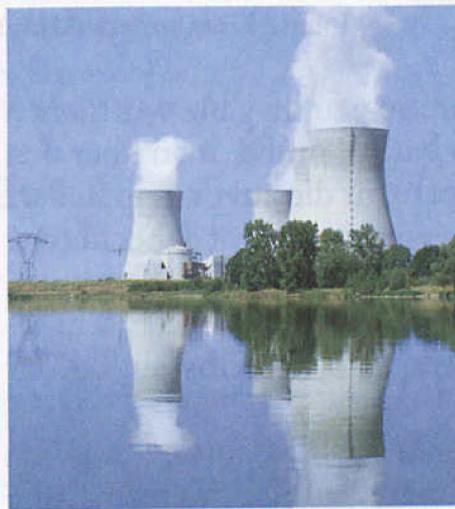


**Freude
am
Fahren**

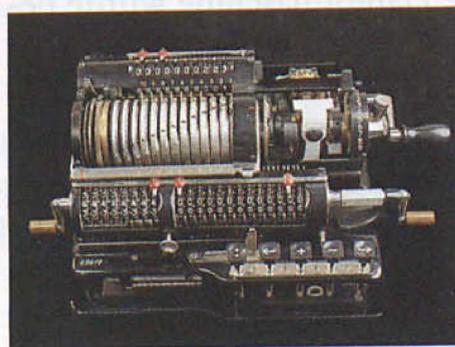
Titelbild: Abakus-Verkäufer. Foto: Sotheby's London

EDITORIAL	4	PRO + CONTRA	36
Kinder der Eisenzeit	<i>Dieter Beisel</i>	Kraftakt Kernenergie	<i>Klaus Barthelt und Ludwig Trautmann-Popp</i>
KULTUR & TECHNIK RUNDSCHAU	6	RECHENMASCHINEN	38
Nachricht und Information	<i>Hans-Liudger Dienel und Christiane Frische</i>	Ein Zeichen für das Nichts	<i>Peter Faulstich</i>
LESERFORUM	10	Die Automatisierung des Rechnens	
Stimmen zu <i>Kultur & Technik</i>		MUSEUMSPORTRÄT	46
BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE	12	Shoptech: Kunst und Konsum	<i>Maria Osietzki und Franz Ringelhan</i>
Fliegen fand im Saale statt	<i>Gerhard Filchner</i>	Das Londoner Design Museum	
Der erste verwendungsfähige Hubschrauber		ERFINDERPORTRÄT	50
TECHNIKGESCHICHTE	14	„Die Kultur geht so gänzlich flöten bei der Technik“	<i>Jobst Broelmann</i>
Moderne Stahl-Kocher	<i>Ulrich Wengenroth</i>	Herman Anschütz-Kaempfe und Albert Einstein	
In 20 Jahren vom Handwerk zur Industrie		GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT	60
KUNSTHANDWERK	24	Technik und Gesellschaft	<i>Helmuth Albrecht</i>
Kanonen und Kreuzifixe	<i>Helmut Lindner</i>	Mitgliederversammlung 1990	
Eine Medaille erzählt Geschichte		DEUTSCHES MUSEUM	62
KULTURERBE	26	Nachrichten und Veranstaltungen	<i>Rolf Gutmann</i>
Schwebend über dem Wasser	<i>Hartmut Sellin</i>	KALENDER	65
Die Schwebefähre bei Osten		Der „Hundertjährige“, der keiner war	<i>Kurt-R. Biermann</i>
STRAHLENSCHÄDEN	30	VORSCHAU / IMPRESSUM	66
Tödliche Täuschung	<i>Jens Scheer</i>		
Gefahren radioaktiver Niedrigstrahlung			

ERFINDER. Der Privatgelehrte und Unternehmer Hermann Anschütz-Kaempfe war ein tatkräftiger Förderer von Technik, Wissenschaft und Kunst. Zwar scheiterte er mit seinem Plan, ein U-Boot zu bauen, doch gelang es ihm, den ersten einsatzfähigen Kreiselkompaß zu konstruieren. Bisher unbekannt Briefe Albert Einsteins, die bei einem Forschungsprojekt des *Deutschen Museums* aufgefunden wurden, zeigen, daß Einstein daran beteiligt war, und sie illustrieren die Arbeitsweise Anschütz-Kaempfes. **SEITE 50**



STRAHLENSCHÄDEN. Bislang hatte man angenommen, daß radioaktive Strahlung um so unbedenklicher sei, je schwächer sie ist. Neue Forschungen in den USA belegen, daß dies nicht zutrifft: Im Vergleich zu stärkerer Strahlung treten bei Niedrigstrahlung überproportional häufig Gesundheitsschäden auf. *Kultur & Technik* berichtet über den Stand der Forschung. **SEITE 30**



RECHENMASCHINEN. Das Zählen haben die Menschen in der Eiszeit gelernt. Von da bis zu elektronischen Rechnern war es ein langer Weg. Von Leibniz bis hin zu Konrad Zuse wurden vielfältige Versuche unternommen, die „Arbeit des Rechnens“ zu ersparen. **SEITE 38**

KINDER DER EISENZEIT

Liebe Leserin, lieber Leser,

Kultur ist immer zugleich auch materielle Kultur. Stein, Bronze oder Keramik charakterisieren vorgeschichtliche Zeiträume. Offenbar hatten die Namensgeber jener Epochen den Werkzeugcharakter be- und verarbeiteter Stoffe im Blick. Materielle Kultur ist danach ganz offensichtlich die Aneignung und immer weiterentwickelte Beherrschung der unbelebten Natur.

Ein Material aber hat die materielle Kultur revolutioniert wie kein anderes zuvor: Der Rohstoff Eisen wurde zur materiellen Grundlage der Industriellen Revolution. Bis dahin war es ein mehr als 3000jähriger Weg. Von den Zentren der Eisengewinnung, die im zweiten vorchristlichen Jahrtausend im Hethiterreich lagen, wanderte die Kenntnis der Eisenverarbeitung östlich nach Indien und Nordchina, westlich über den ägäischen Raum, Italien und den Balkan nach Mittel- und Westeuropa. Im Verlauf der Eisenzeit wurde zwar die Kunst des Schmiedens verfeinert, fand der Werkstoff immer weitere Anwendungsgebiete: Doch das waren technische Verbesserungen ohne gesellschaftsverändernde Kraft.

In Großbritannien spürbar ab 1760 und deutlich ab 1820, in Deutschland unübersehbar ab Mitte des letzten Jahrhunderts: Die Industrielle Revolution löste – oft schmerzhaft – die uralten Gesellschaftsstrukturen ab, die sich bei vorwiegend agrarischen Produktionsweisen etabliert hatten. Möglich war das nur, weil die Eisenerzverhüttung und Eisenverarbeitung eine qualitativ neue Dimension erhielten. Und das war zugleich eine quantitativ neue Dimension.

Motor der Industriellen Revolution war im ganz wörtlichen Sinne die Dampfmaschine. Sie zu bauen, mußte man über den Werkstoff Eisen in Mengen verfügen, für die zuvor kein Bedarf vorhanden war. Die Industrielle Revolution meint daher nie nur eine neue Produktionsweise, sondern sie meint vor allem auch, daß mit Eisenerzverhüttung, Eisenverarbeitung und Eisenveredelung ein neuer Industriezweig entstand, der selbst ein Teil der Industriellen Revolution war.

Sofern die Industrielle Revolution die Massenfertigung von Gütern möglich machte, hatte das nur einen Sinn, wenn man die Güter auch verteilen konnte. Die Dampfmaschine wurde beweglich, die Eisenbahn wurde geboren. Ohne Unterbrechung führen heute Gleisstränge von Lissabon nach Wladiwostok oder via Peking nach Hongkong.

Hatte man sich in der vorindustriellen Zeit keine Gedanken darüber machen müssen, wie große Mengen Eisen und Stahl gewonnen werden können, so wurde genau dies zur ersten Herausforderung des industriellen Zeitalters. Ulrich Wengenroth beschreibt in eindrucksvoller Weise, wie in nur zwei Jahrzehnten des letzten Jahrhunderts Verfahren dazu entwickelt wurden, die bis heute nicht wesentlich verbessert werden konnten (Seite 14).

Nachdem das Material Eisen industriell produziert werden konnte, entdeckte man völlig neue Qualitäten an ihm. War zuvor das Fachwerk dem Holzbau vorbehalten, so überragte plötzlich der 300,5 Meter hohe Eiffelturm das Paris der Weltausstellung von 1889. Das dort zu luftiger Höhe verbaute Material entspricht einem massiven Würfel von nur zehn Metern Kantenlänge. Eisen als Grundlage materieller Kultur offenbarte in seiner konstruktiven Verwendung unerwartete ästhetische Qualitäten. Weltberühmtheit hat der von Sir Joseph Paxton anlässlich der ersten Weltausstellung in London erbaute Kristallpalast von

1851 erlangt, weltbekannt ist die filigrane Dachstruktur des Moskauer Kaufhauses GUM (siehe Bild). Architekten wie Bruno Taut oder Frei Otto haben – bei völlig unterschiedlichen Konstruktionsprinzipien – die ästhetischen Qualitäten des Materials genutzt.

Vielleicht leben wir schon in der Post-Eisenzeit. Im Brückenbau jedenfalls hat Beton die filigranen Strukturen des Eisenschwerwerkes verdrängt, so daß es sicher nicht falsch ist, an Baudenkmale wie die Schwebebrücke von

Osten zu erinnern (Seite 26). Heutige materielle Kultur ist zunehmend von Kunststoffen geprägt: Auch und gerade bei der Autoindustrie ist die Diskussion darüber in Gang gekommen, ob und wie die verwendeten Kunststoffe jenem Vorzug des Werkstoffs Eisen genügen können: wiederverwendbar zu sein.

Die Erinnerung an die Hochblüte der industriellen Eisenzeit geschieht nicht aus nostalgischen Gründen. Mit zu großen gesellschaftlichen Erschütterungen hat sich die Agrargesellschaft zur Industriegesellschaft gewandelt. Erinnerung aber sei daran, daß materielle Kultur nicht eine Gefahr sein muß – was sie wert oder unwert macht, ist unser Umgang mit ihr.

Herzlich Ihr

Dieter Beisel



Lichte Eisenkonstruktion: Kaufhaus GUM in Moskau.

Das Deutsche Museum ist voll von guten Ideen.

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

Die Mitglieder des Deutschen Museums haben mehr von ihm:

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



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

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

Dabei gelten folgende »Spielregeln«:

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

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

Beitrittserklärung

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

Meine Anschrift:

Name, Vorname bzw. Firma

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Gewünschte Zahlungsweise:

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

Prämienanforderung:

Ich habe nebenstehendes Mitglied für das Deutsche Museum geworben.

Senden Sie bitte das angekreuzte Buch an meine untenstehende Adresse.

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

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Datum

Unterschrift

VON HANS-LIUDGER DIENEL UND CHRISTIANE FRISCHE

HEIZKRAFTWERK IM EIGENBAU

Um Verständnis und Interesse für Großtechnik bei Jugendlichen zu fördern, hat die *Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (VDEW)* ein modernes Kohle-Heizkraftwerk mit Rauchgasentschwefelungs- und Entstickungsanlage (Denox-Anlage) als Modellbausatz entwerfen lassen. Das Pappmodell ist auf 16 Kartonbögen gedruckt, dazu gibt es eine Bauanleitung, und – auch unabhängig vom Modell bezieh- und benutzbar – eine Broschüre.

In 50 Stunden Besitzer eines modernen Heizkraftwerks: Ein Bausatz zur Förderung des Technikverständnisses.

Druck und Paßgenauigkeit des Bausatzes sind gut, der Preis ist mit 4 Mark niedrig; aber Geduld ist für die angegebenen 50 Stunden Bauzeit nötig, die bei weniger geübten Bastlern vielleicht auch nicht ausreichen werden. Die zugehörige 40seitige Informationsbroschüre und der Bausatz können bezogen werden bei der Vertriebsabteilung der VDEW, Stresemannallee 23, 6000 Frankfurt am Main 70.



DER POLARSTERN ALTERT

Im Gegensatz zu den anderen Sternen über dem Nordpol steht er fest am Himmel: der Polarstern – Sinnbild für das Immerwährende und Festverankerte. Doch nun verliert er eine seiner charakteristischen Eigenschaften. Der Polarstern altert.

Alle Sterne des Typs Cepheiden, zu denen auch der Polarstern gehört, wiesen in den letzten 40 000 Jahren charakteristische Helligkeitsschwankungen auf. Die Ursache dafür war

PERU: ACKERN WIE IN DER ANTIKE



In den peruanischen Anden wiederentdeckt: Anbau auf Terrassen.

Antike Technik ist nicht von gestern. Der peruanische Agrarwissenschaftler Juan Sanchez Barba hat die landwirtschaftlichen Anbaumethoden der Vorfahren als wirksame Waffe gegen den Hunger von heute wiederentdeckt. Seine Erkenntnis: Bevor die Spanier kamen, bewirtschafteten die Indios eine weitaus größere Fläche Perus als die Bauern der Gegenwart. Mit den vergessenen Anbautechniken, die die Archäologen rekonstruieren halfen, sollen jetzt die Erträge wieder gesteigert werden.

Die geographischen Voraussetzungen dafür sind in dem Andenstaat höchst problematisch. Besonders auf der Hochebene des Titicaca-Sees führen Nachfröste, schwere periodische Niederschläge und tropische Tagestemperaturen zu einer raschen Versalzung der Böden. Die Kartoffel- und Quinoa-Getreide-

Ernte wird immer wieder zu einem landwirtschaftlichen Vabanque-Spiel. Auf den schmal terrassierten Steilhängen der Andentäler ist der Einsatz von Agrarmaschinen nicht möglich; selbst Ochsespanne sind zur Bearbeitung des Bodens untauglich. Das Pflanzen muß von Menschenhand erfolgen.

Wie in präkolumbianischer Zeit soll jetzt die Terrassierung ausgebaut werden. Die Stützmauern werden ohne Mörtel zusammengesetzt, so daß sie auch den häufigen Erdbeben in der Region widerstehen. Die Oberfläche der Felder ist zum Schutz vor Erosion leicht geneigt: Der Regen kann langsam abfließen und im Boden versickern. Ein parallel geführtes Kanalsystem sorgt zusätzlich für eine ganzjährige Bewässerung der Hügeläcker. Die damit verbundene Faulschlammabfuhr liefert natürlichen Dünger. Mikroklimatisch wirkt das Wasser der Kanäle temperaturnausgleichend: Die Froststunden pro Jahr nehmen deutlich ab, die Vegetationsperiode wird länger. Die Erträge lassen sich nach Auffassung von Juan Sanchez Barba mehr als verdoppeln.

Drei Millionen Hektar Ackerland, die seit der Zeit der spanischen Conquistadores brachliegen, können mit diesen altbewährten Techniken, so die Archäologen und Agrarwissenschaftler, als mögliche Nahrungsquellen rekultiviert werden.

NIPPON IM GESCHWINDIGKEITSRAUSCH

Das japanische Transportministerium will den Bahnverkehr mit Hochtechnologie in Schwung bringen. Eine Magnetschwebbahn wird ab 1995 auf einer 43 Kilometer langen Trasse das Bergland westlich von Tokio erschließen. Die Strecke verbindet die Dörfer Sakaigawa und Akiyama und kann zur Linie Tokio-Osaka erweitert werden. Die Fahrzeuge, die auf einer sieben Kilometer langen Strecke, allerdings nur im Flachland, erfolgreich getestet wurden, werden durch starke Magnetfelder einige Millimeter angehoben und können dabei schwebend Höchstgeschwindigkeiten bis zu 500 Stundenkilometern erreichen.

Politisches Problem des ehrgeizigen Bahnprojekts ist der Preis. Während das Transportministerium 304 Milliarden Yen, rund 3,2 Milliarden Mark, veranschlagt, geht das japanische Finanzministerium von mindestens zehnfachen Kosten aus und läuft gegen die Trasse Sturm. Derzeit sind die Grundstückspreise zwischen Sakaigawa und Akiyama um das Zehnfache der Werte von 1985 gestiegen.

In der Bundesrepublik ist gleichfalls eine Magnetbahnstrecke für rund 3,2 Milliarden Mark projektiert. Sie soll mit Transrapid-Zügen den Flughafen Köln/Bonn an das Ruhrgebietszentrum Essen anschließen. Es gibt Einwände gegen das Projekt, die seine landschaftszerstörenden Ausmaße nicht mehr für zeitgemäß halten.

FLAMMENLOSE VERBRENNUNG ENTGIFTET DIE LUFT

Etwa 90 Prozent der heute als problematisch erkannten Luftschadstoffe entstammen der Verbrennung von fossilen Energieträgern. Europa und Japan erzielen große Erfolge bei der Entgiftung von Kraftwerken; die USA und Japan machten Katalysatoren für Ottomotoren zur Pflicht.

Weitergehende Erfolge verspricht die katalytische Verbrennung. Bei ihr werden die Kohlenwasserstoffe nicht mehr in Flammen verbrannt, sondern flammenlos oxidiert. Es entstehen kaum noch Stickoxide, die für das Waldsterben und Atemwegserkrankungen mitverantwortlich gemacht werden. Im Labor kann man Erdgas katalytisch so verbrennen, daß die Stickoxidkonzentrationen im Abgas unter denen der eingesaugten Umgebungsluft liegen.

Seit etwa 15 Jahren wird an der katalytischen Verbrennung für Gasturbinen, Kolbenmotoren und Heizungen geforscht. Größtes Hindernis war bisher die geringe Lebensdauer der Katalysatoren, die bei den erforderlichen Temperaturen rasch verschlissen. Im letzten Jahr wurde ein Durchbruch erzielt: Die bisher vorwiegend verwendeten Edelmetalle wurden durch Metalloxidgemische ersetzt. Nach erfolgreichen Versuchen in den USA, Japan und Frankreich plant nun auch die Technische Universität München, diese neuen katalytischen Materialien zur Anwendungsreife zu bringen.

ÜBERRASCHENDER TIEFBlick

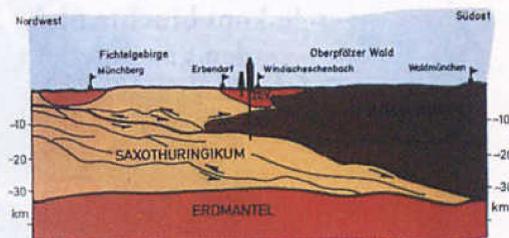
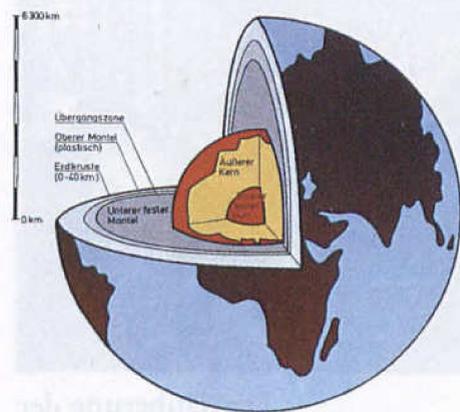
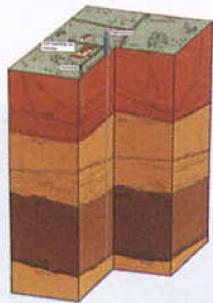
Das Kontinentale Tiefbohrprogramm der (früheren) Bundesrepublik (KTB) im oberpfälzischen Windischeschenbach ist in seine entscheidende Phase getreten. Nachdem die Vorbohrung 4000 Meter Tiefe erreicht hatte und danach als erfolgreich abgeschlossen worden war, führt die sogenannte Hauptbohrung bis 10 000 Meter tief. 300 Wissenschaftler aus dem In- und Ausland betreuen rund 150 Forschungsprojekte: Vertreten sind die Geowissenschaften, Physik, Chemie, Biologie. Schon jetzt kann der Chefkoordinator des Unternehmens Rolf Emmermann erste überraschende Ergebnisse vermelden.

In 3200 Metern Tiefe sei man auf mit Wasser und Gas gefüllte Klüfte gestoßen. Das überaus salzhaltige Tiefenwasser zeige hohe Kaliumkonzentrationen. Die im Wasser gelösten Gase bestünden zu 70 Prozent aus Stickstoff, zu 29 Prozent aus Methan und aus Spuren von Helium. Sauerstoff sei in den Tiefengasen nicht mehr festzustellen.

Wider Erwarten hoch ist der Temperaturanstieg im Verlauf der Bohrung: Die Wärmezunahme beträgt rund 30 Grad Celsius je Kilometer: Emmermann begründet dies mit den Nachwirkungen eines etwa zehn Millionen Jahre zurückliegenden Vulkanismus im Gebiet des benachbarten Egergrabens.

Aus Gesteinsschichten, die großen thermischen und mechanischen Belastungen unterlagen, wurden erstmals auch Mikrofossilien ans Tageslicht befördert. Radiometrische und petrologische Messungen ergaben, daß die fossilführenden Sedimentgesteine in über 25 Kilometern Tiefe Temperaturen von mehr als 700 Grad Celsius ausgesetzt waren. Danach müßten die Gesteine mit großer Geschwindigkeit auf- und abgestiegen sein.

Mit Hilfe neu entwickelter Analysemethoden geben die Tiefenbohrungen Aufschluß über das nur unzulänglich bekannte Innere der Erdkruste. Die Erdwärme könnte eines Tages der Energieversorgung dienen.



Das Kontinentale Tiefbohrprogramm (KTB) gibt Aufschluß über die Schichtung der Kontinentalscholle (oben) und das geologische Profil der Oberpfalz (unten). Erhofft wird neues Wissen über das weitgehend unbekannte Erdinnere (Mitte).



Schnell und teuer: Zukunftsprojekt Magnetschwebbahn.

Abbildungen: Gert Wagner/Bilderberg (l. u.); KTB (r. o.)

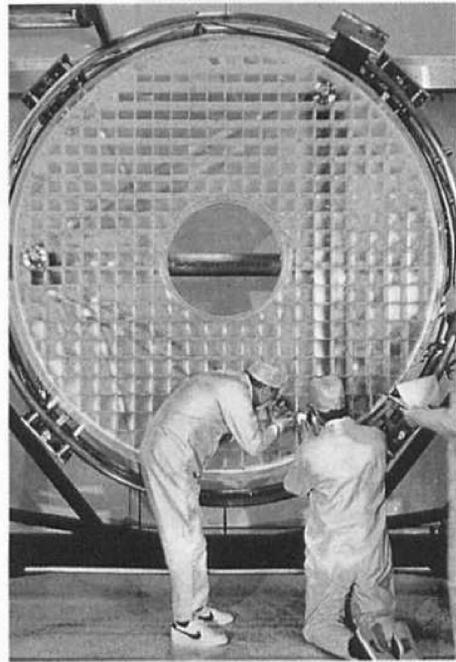
KNICK IN DER OPTIK

Die Tücke steckt im Detail. Ein falsch geschliffener Spiegel hat den Blick des Weltraum-Teleskops *Hubble* getrübt. Da die Lichtstrahlen nicht punktgenau fokussiert werden, liefert *Hubble* unscharfe Bilder. Sphärische Aberration nennen Optiker die Panne, deren Ursache die NASA jetzt aufgespürt hat.

Die einzelnen Spiegel wurden mit sogenannten Nullkorrektoren – optischen Geräten mit Linsen und Spiegeln – geprüft. Im Fall *Hubble* war jedoch ausgerechnet einer der Nullkorrektoren fehlerhaft, so daß sich Schleiffehler beim Bau des Spiegels unbemerkt einschleichen konnten. Bei einem zweiten, unabhängigen Test wurde zwar die sphärische Aberration des Hauptspiegels bemerkt, doch trauten die Wissenschaftler dem einfacher konstruierten Zweit-Nullkorrektor nicht über den Weg und verließen sich auf das erste Meßergebnis des Spiegelherstellers *Perkin-Elmer*.

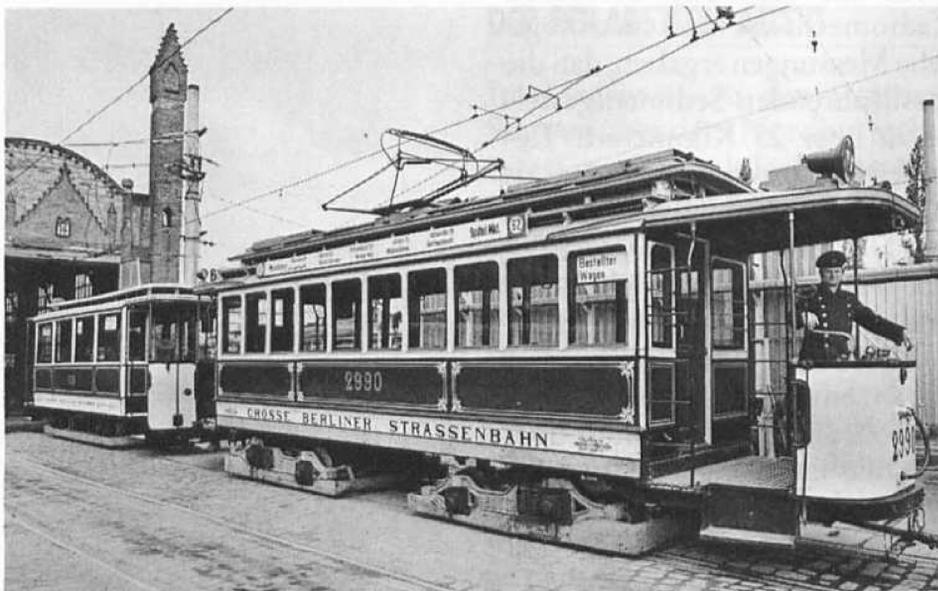
Angesichts der politisch umstrittenen Kosten von vier Milliarden Dollar für das Weltraumteleskop, so das amerikanische Wissenschaftsmagazin *Science*, habe die NASA leichtfertig auf einen eigenen abschließenden Spiegeltest verzichtet.

Die Pentagon-Forschung, mit der die Firma *Perkin-Elmer* beauftragt war, galt als höchst sicherheitssensibel. Die NASA hatte darum nur drei Mitarbeiter an der Spiegelherstellung beteiligt. Keiner von ihnen war Optik-Spezialist.



Die Säuberung der Spiegelflächen des *Hubble*-Weltraumteleskops brachte nicht den gewünschten Erfolg: Ein Fehler in der Konstruktion wurde übersehen.

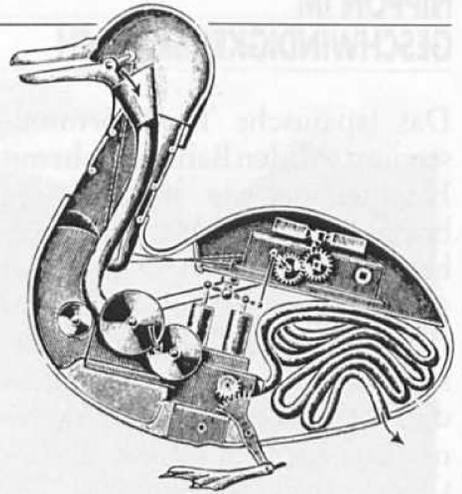
Die „Große Berliner Straßenbahn“ aus dem Jahr 1910 lädt zur Nostalgiefahrt zwischen Lichterfelde Ost und Kadettenanstalt ein.



TECHNISCHE PHANTASIE

Seit Jahrhunderten griffen die technischen Visionäre von Descartes bis James Bond in die mechanische Trickkiste: von automatisch watschelnden Enten bis zu Rucksackhelikoptern, von aufziehbaren Trompetern bis zur Universal-Küchenmaschine, die mit Zusatzadapter auch rasieren und rasenmähen kann.

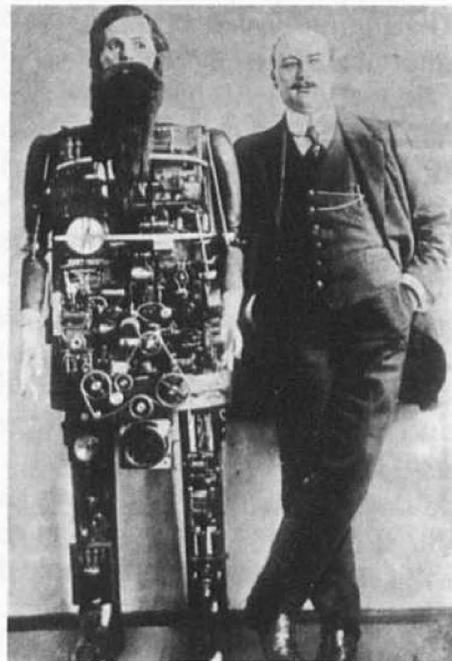
Der Mikrochip hat die Phantasie der Ingenieure neu beflügelt und ihrer Kreativität eine neue Richtung gewiesen: Die zukünftigen Produkte bewegen sich weniger, dafür „denken“ sie mehr. Sie verfügen über wachsende künstliche Intelligenz. Ein kürzlich vorgelegtes Kaleidoskop „der Erfindungen, die noch gemacht werden müssen“, stellt zusammen, welche elektronischen



Die mechanische Ente von Vaucanson ist über 250 Jahre alt.

Neuentwicklungen in den nächsten Jahren unser Alltagsleben dramatisch verändern könnten. Da entwickelt die *Toto Ltd.*, Japan, die intelligente Toilette, die bei Benutzung Körpertemperatur, Blutdruck, Stuhl und Urin untersucht. Der *Nissan*-Konzern marschiert an der Spitze der Autofirmen, die künstliche Navigationshilfen für PKW testen: Schon bald werden Geschwindigkeit und Fahrtroute elektronisch berechnet und gesteuert werden können. Diktiergeräte werden das gesprochene Wort, grammatisch korrigiert oder in andere Sprachen übersetzt, ausdrucken. Das „mitdenkende Haus“ wird die benutzten Zimmer optimal beleuchten, zu günstigen Tarifzeiten waschen und bei Geräteausfall mit dem Kundendienst telefonieren.

Malcolm Abrams / Harriet Bernstein: Der Zukunftskatalog. Über 250 Produkte, die Sie noch vor dem Jahr 2000 kaufen können. Zsolnay Verlag, München 1990.



Maschinenmensch „Barbarossa“ in René Simens Buch *Der mechanische Mensch*.

TRAMFAHRT IN DIE VERGANGENHEIT

Mit einer „Zille-Tour“ vom Kurfürstendamm zum Alexanderplatz lassen die *Berliner Verkehrsbetriebe* (BVG) Straßenbahngeschichte aufleben. Zur Nostalgiefahrt startet auf Anfrage ein vierachsiger Maximum-Triebwagen der Großen Berliner Straßenbahn aus dem Jahre 1910.

Am 16. Mai 1881 wurde in Berlin die erste elektrische Straßenbahn der Welt in Betrieb genommen. Die etwa zwei Kilometer lange Linie führte vom heutigen

Bahnhof Lichterfelde Ost zur Kadettenanstalt. Mit 26 Fahrgästen – 12 Sitz- und 14 Stehplätze – in der fünf Meter langen und zwei Meter breiten Bahn erreichte das Oberleitungsvehikel rund 20 Stundenkilometer. Die „Elektrische“ setzte sich aber erst nach 1896 durch, so daß am 14. Dezember 1902 der Pferdestraßenbahnbetrieb in der Innenstadt eingestellt wurde. In Westberlin war die Straßenbahn schließlich ganz verschwunden.

Trotzdem. Wir wollen noch besser werden.



Daß bei Opel ein frischer Wind weht, sieht man nicht nur an Automobilen wie dem Calibra. Sondern auch daran, daß sich zwei besonders kritische Bevölkerungsgruppen neuerdings besonders für die Marke mit dem Blitz interessieren.

Die Jungen*. Und die Journalisten.

Schaun wir mal, was die so in letzter Zeit über uns geschrieben haben:

„Opel ist auf die Überholspur ausgesichert – und die Wettbewerber schauen mit gemischten Gefühlen nach Rüsselsheim.“

So die Wirtschaftswoche.

„Inzwischen gehören die Rüsselsheimer in den Bereichen Aerodynamik, Umweltschutz und Motorenentwicklung zu den Besten der Branche“, fährt das Blatt fort.

Na gut. Da ist was Wahres dran.

„Das Opel-Triebwerk ist nach wie vor der Weltmaßstab“, schreibt „Bild am Sonntag“ über den im Kadett, Vectra und Calibra lieferbaren Zweiliter-Sechzehnventiler.

Und „auto motor und sport“ vergleicht unseren Dreiliter-24-Ventiler u. a. mit dem entsprechenden Triebwerk aus Deutschlands feinsten Autoschmiede so: „Der einzige überzeugende Vierventiler kommt von Opel.“

Da kommt Rührung auf. Verweisen wir deshalb kühl auf das Urteil der Frankfurter Allgemeinen Zeitung: „Dieser Opel 24V sorgt für einstürzende Neubauten bei vermeintlich nobleren Konkurrenten und für die erste allgemeine Verunsicherung in der fernöstlichen Autowelt.“

Dem Verfasser dieses auch sprachlich kulinarischen Statements gilt unser Respekt.



* Opel-Käufer sind heute im Schnitt jünger als die Kunden anderer Marken.

Respekt wollen wir uns aber auch für Kritik erhalten.

Es gibt Journalisten, die in unserer Palette „lautstarke“ Motoren entdecken. „Reizlose Modelle“. „Brummgeräusche in gewissen Drehzahlbereichen“. Oder auch mal ein „knallhartes Fahrwerk“ in unseren Sportversionen.

Ja, wir müssen eben noch besser werden. Auch wenn „Bild“ unsere Arbeit mit der Schlagzeile begleitet: „Fährt Opel allen davon?“

„Sachte!“ rufen wir da. Wir kennen ja unsere tüchtigen Wettbewerber. Nein, davonfahren, das wird selbst die Marke mit dem Blitz nicht können.

Aber fein in der Spitzengruppe bleiben. Das wollen wir froh-gelaunt schaffen.



Neuer Aufschwung für Kultur & Technik

Urteile über *Kultur & Technik* und das im Editorial „Liebhaber sind wir alle“ (Heft 4/1990) vorgestellte neue Redaktionskonzept.

Ich kann Ihnen zu dieser Änderung nur gratulieren. Verlangt wird von dem technisch interessierten Leserkreis nach einer Epoche einer emotionalen, zum Teil stark übertriebenen Berichterstattung über technische und Umweltprobleme, die das Denken der Allgemeinheit verändert hat, eine mehr sachliche, nüchterne, abwägende Unterrichtung. Es war gut, daß durch Übertreibungen etwa wie: „Die Waldschäden nehmen jedes Jahr um 30 Prozent zu!“ etwas in Bewegung gebracht wurde. Jetzt dämmert es aber auch dem Nicht-Naturwissenschaftler, daß hier etwas nicht stimmen kann, denn bei einer Steigerungsrate von 30 Prozent pro Jahr über Jahre dürfte heute in keinem Wald noch ein Blatt an den Bäumen sein.

Die Bevölkerung will jetzt in zunehmendem Maß wissen, was wirklich war, wo wir heute stehen und was werden wird. Immer mehr Bürger wollen wissen, wie es mit unserer industrialisierten, unserer technischen Welt wirklich steht, wie es weitergeht, und darum wollen sie wissen, was war.

Ich bin überzeugt, daß Sie mit dem neuen Trend Ihrer *Kultur & Technik* genau richtig liegen.

Prof. Dr. Kurt Hansen
Ehrevorsitzender des
Aufsichtsrats der Bayer AG
5090 Leverkusen

Mir persönlich hat Ihr vorgestelltes Konzept sehr gut gefallen. Da ich selbst ein sehr technikinteressierter Mensch bin, freut es mich besonders, daß dieses Thema nun auch in größeren Dimensionen und unter Berücksichtigung der Gesamtzusammenhänge diskutiert werden soll. Wie Sie es rich-



tig sehen, kann es zu sehr kontroversen Diskussionen kommen, die jedoch der Sache an sich eher nützlich als schädlich sein dürften.

Sowohl die Aufmachung wie der Inhalt des Heftes waren ausgezeichnet, und ich bin sicher, daß diese traditionsreiche Zeitschrift neuen Aufschwung und zusätzliche Aktualität bekommt.

Dr. Horst Nasko
Stellvertretender Vorsitzender
des Vorstands, Siemens Nixdorf
Informationssysteme AG
8000 München 83

Zweifellos bedarf es heute mehr denn je eines kritischen Bewusstseins im Umgang mit der Technik. Und wenn Sie dies in einer aufklärerisch-vernunftorientierten Weise in Ihrer Zeitschrift fördern wollen, so kann ich Sie dazu meiner vollen Unterstützung versichern. Mancher Formulierung Ihres Editorials entnehme ich jedoch eine Tendenz, die mich zweifeln läßt, ob Sie dieses Anliegen tatsächlich mit der wünschenswerten Nüchternheit verfolgen werden.

Eine Zeitschrift aus so angesehenem – in erheblichem Umfang aus öffentlichen Mitteln finanzierten – Hause sollte der vielleicht von Absatzerwartungen genährten Versuchung widerstehen, auf der Anti-Chemie/Pharma-Zeitgeistwelle reitend nach Beifall zu haschen. Dieser Markt ist publizistisch reichlich übersorgt. Unter dem angesehenen

Namen des *Deutschen Museums* sollten Leser sachlicher abwägende Analysen erwarten dürfen (wofür das Heft ja Beispiele gibt). Es ist ja keine Frage des Wollens – so Ihre Formulierung –, daß selbst die schärfsten Technikkritiker nicht auf Technik verzichten, sondern eine Frage des Könnens. Wir können schlichtweg nicht auf die Technik, sogar auf immer mehr, allerdings auch immer bessere Technik verzichten, will sich die immer weiter vermehrende Menschheit angesichts der unabwiesbaren globalen Umweltprobleme eine Chance des Überlebens erhalten. Ihre Zeitschrift sollte in möglichst abgewogener Weise, in aufklärerischer Absicht (die sich auch nicht notwendigerweise an Umfrageergebnissen über Lesermeinungen orientieren muß) Nutzen und Risiken, Entwicklung, Notwendigkeit und Grenzen der technischen Zivilisation unserer Zeit diskutieren. Vielleicht haben Sie genau das vor: Dann begleiten Sie meine guten Wünsche.

Prof. Dr. Hubert Markl
Präsident der Deutschen
Forschungsgemeinschaft
5300 Bonn 2

Ich wünsche der Zeitschrift eine weitere Verbreitung, da ich das Gefühl habe, daß sie vorwiegend von naturwissenschaftlich interessierten Lesern gelesen wird. Das sollte nicht so sein, da jeder Anreiz, die Kluft zwischen Kultur und Technik abzubauen, wichtig ist. Der Titel sollte daher heißen: *Kultur der Technik*.

Adolf Hess
6050 Offenbach/Main

Mit Freude halte ich die neue Nummer von *Kultur & Technik* in Händen. Als Mitglied im Museumsrat des *Deutschen Museums* begrüße ich die von Ihnen angestrebte Neuorientierung sehr. Es kann und darf ja nicht so sein, daß sich das *Deutsche Museum* als ein Musentempel der deutschen Industrie darstellt und die tiefere Ambivalenz

des technisch-industriellen Fortschrittes unbearbeitet läßt.

In der Tat kommt es ganz entscheidend darauf an, die Frage immer wieder neu zu prüfen, welche Technik wir haben wollen beziehungsweise welchen Gebrauch von Technik wir machen wollen. Wenn Sie mit der Zeitschrift *Kultur & Technik* diesen Akzent in Zukunft verstärken können, werden Ihnen viele ökologiebewußte Besucher des *Deutschen Museums*, die im Blick auf diese Aspekte bisher ein problematisches Defizit wahrnahmen, dankbar sein.

Prof. Dr. Dr. Günter Altner
6900 Heidelberg

Apropos Reklame vor 150 Jahren

Der Verfasser hat in *Kultur & Technik* 2/1990 über den Einsatz eines Humboldtbriefes als Werbemittel im Jahre 1854 berichtet. Dies frühe Beispiel von Reklame weckte bei den Lesern erhebliches Interesse und regte Fragen an, auf die der Autor hier antwortet.

In dem erwähnten Artikel „Eine Fälschung – cui bono?“ wurde ein Brief des zweiten, des wissenschaftlichen Entdeckers Amerikas Alexander von Humboldt (1769–1859) an den Berliner Pädagogen E. F. August vom 19. 9. 1854 wiedergegeben, der insofern verfälscht worden ist, als ein zu Werbezwecken hergestelltes Faksimile zwar die lobende Anerkennung Humboldts für eine Erfindung von August (eine *Skiostat* genannte Sonnenkompaßuhr) enthält, abfällige Bemerkungen Humboldts über die Usurpation der Macht in Frankreich durch Napoleon III. jedoch unterdrückt. Das hat bei Lesern Verwunderung und die Frage nach dem Grund für die Weglassung jener Passagen hervorgerufen.

Ferner wurde mit Erstaunen der Zeitpunkt dieser Reklame vermerkt und nach weiterer Vermarktung des Namens Humboldt in so früher Zeit gefragt.

„Ökovergleiche“

Brauchen wir PVC? Pro+ Contra zu einem umstrittenen Kunststoff – *Kultur & Technik* 4/1990.

Der Ersatz eines Stoffes durch einen anderen kann nur dann sinnvoll und richtig sein, wenn der Ersatzstoff bei einem Vergleich – neben technischer Eignung und einem tragbaren Preisniveau – insgesamt deutliche ökologische Vorteile aufweist. Nachdem bekanntlich jeder Stoff Vor- und Nachteile hat, werden hier sogenannte Ökovergleiche herangezogen. Bei bisher veröffentlichten Untersuchungen dieser Art schneidet PVC vergleichsweise gut ab. Ist das der Grund, warum das Thema „Ökovergleiche“ im Contra-Artikel nicht angesprochen wird?

An verschiedenen Stellen wird derzeit an Ökovergleichen gear-

beitet. Wir sollten das Ergebnis abwarten, denn gerade das Thema Umwelt verlangt ein hohes Maß an Sorgfalt und Objektivität. Vorverurteilungen sind wenig sinnvoll.

Otto Plewan
8265 Neuötting

Keine „Annexion“ der Tschechei

Bomben-Stimmung. Über Herbert Wagners Plädoyer für eine deutsche Atombombe – *Kultur & Technik* 4/1990.

Wo, um Himmels willen, haben Sie den Unfug abgeschrieben: "Mit der Annexion der Tschechoslowakei fiel das Uranbergwerk in Joachimsthal in deutsche Hände"?

1. Wie der ja sicher typisch tschechische Name Joachimsthal

zeigt, liegt dieser Ort im deutschen Sudetenland.

2. Mit dem Sudetenland kam dieser Ort also am 1. Oktober 1938 nach dem Münchener Abkommen zum Reich.

3. Von einer „Annexion“ der Tschechei kann also überhaupt keine Rede sein, denn die Abtretung des Sudetenlandes geschah aufgrund des Gutachtens des britischen Lord Runciman vom 21. September 1938 (. . .) Es war dies übrigens das einzige Mal, wo das von Wilson propagierte „Selbstbestimmungsrecht der Völker“ auch für Deutsche angewendet worden ist.

Karl Kössler
Direktor des Luftfahrt-Bundesamtes i.R., Vorstandsmitglied der Interessengemeinschaft Ju 52 e. V., Beiratsmitglied des Deutschen Museums
3302 Cremlingen-Weddel

Alexander von Humboldt scheute Zeit seines Lebens Indiskretionen wegen der Möglichkeit, daß sich aus ihnen polemische Auseinandersetzungen entwickeln könnten. Seine vertrauten Korrespondenten wußten, daß er sich auf ihre Verschwiegenheit verließ. „Ich darf von Ihrer Freundschaft erwarten, daß meine oft etwas scharfen Urteile in Ihrem Busen niedergelegt bleiben“, schrieb er beispielsweise dem Astronomen H. C. Schumacher. Bei seinen engen Beziehungen zur französischen republikanischen Geisteswelt konnte ihm nichts daran liegen, daß seine höchst kritischen Äußerungen über die Beseitigung der Demokratie in Frankreich publik wurden, da sie seinen dortigen Freunden, soweit sie Opponenten Napoleons III. waren, hätten schaden können. Gerade im Weglassen jener Wendungen kann ein Indiz dafür gesehen werden, daß die Benutzung seines Briefes im Dienste der Werbung nicht ohne sein Wissen erfolgt ist. Sicherlich hat der Verbreiter des Faksimiles – mag es sich um den gelehrten Erfinder August selbst oder um den Mechaniker-Fabrikanten gehandelt haben – Humboldts Zustimmung eingeholt.

Was nun andere Beispiele der Werbung mit dem Namen Humboldt zu so früher Zeit – „früh“ auf Reklame in Deutschland bezogen, nicht auf Humboldt – an-

betrifft, so ist daran kein Mangel. Erinnert sei an eine Benennung im Kreis Trebnitz: Humboldt gestattet am 18. 11. 1845 (!) einem Unternehmer Joseph Weiss, die Stätte seiner neuen *Fabrikanstalt für Kiefernwolle* mit „Humboldts-Au“ zu bezeichnen. In seiner Zustimmung schränkte er vorsichtig ein, er „glaube gern an die heilsamen Wirkungen der Brühe von Kiefernadeln“ (die dort gewonnen werden sollte), könne sie aber „aus eigener Erfahrung“ nicht bestätigen.

Ein weiterer Beleg dafür, daß die Cleverness Augusts oder seines Instrumentenbauers kein Einzelfall war: 1858 erhielt J. Alexander, ein Fabrikant von Schreibfedern in Birmingham und Brüssel, die erbetene Erlaubnis, sein Erzeugnis als „Humboldt-Doppelt-Cement-Schreibfeder“ vertreiben zu dürfen. Diese Schreibfedern wurden in einem Kästchen aus brasilianischem Holz mit einem Bildnis Humboldts und dem Faksimile seines Gestattungsbriefes geliefert.

Wenn Moritz Fischer, Besitzer der ungarischen Porzellanmanufaktur *Herend*, ein Porzellanbildnis Humboldts herstellen, oder Raybaud, Eigentümer einer Seidenfabrik in Lyon, ein Porträt Humboldts aus Seide weben ließ, dann waren das nicht nur Ehrungen des „neuen Aristoteles“, der durch sein Alterswerk, die physische Weltbeschreibung *Kos-*

mos, den Gipfel seiner Weltberühmtheit erreicht hatte, sondern zugleich Werbung für die Habilität ihrer Produktionsstätten.

Humboldt hatte bereits im Alter von noch nicht 23 Jahren die Wichtigkeit von Public relations erkannt; er drückte das am 18. 2. 1792 so aus: „Zum schriftstellerischen Handwerk gehört Läuten.“ Er hat sein Einverständnis, mit seinem Namen zu werben, nicht nur als Menschenfreund gegeben, der ungern nein sagt; er hat gewußt, daß sein eigener Bekanntheitsgrad auf diese Weise noch erhöht wurde. Ein dänischer Leser befindet sich vollständig im Recht, wenn er schreibt, Humboldts Sponsorship für Augusts Sonnenuhr „suggests that even in business the man of brain was far ahead of the man of sport“.

Alexander von Humboldt, ein Meister der Öffentlichkeitsarbeit für sein eigenes Image, hat Anspruch auf einen Platz in der Geschichte der Werbung, als Objekt und als Akteur.

Kurt-R. Biermann

Hinweis zum Weiterlesen: Opitz, Ulrich-Dieter: Der Name der Brüder Humboldt in aller Welt. In: Alexander von Humboldt. Werk und Weltgeltung. Herausgegeben von Heinrich Pfeiffer für die Alexander von Humboldt-Stiftung. R. Piper & Co., München 1969.

Wertvolles Spielzeug für Jugendliche

Spielidee mit Zukunft: Über den Konstruktionsbaukasten *fischertechnik* – *Kultur & Technik* 4/1990.

Ich war begeistert von diesem Artikel. Ich bin 23 Jahre alt und von Beruf Elektroinstallateur und -mechaniker. In einem Augsburger Maschinenbaubetrieb bauen wir Zubehörgeräte für die Druckindustrie. Da diese Produktgruppe nur von einem verhältnismäßig kleinen Mitarbeiterstamm betreut wird, liegt es auch an uns, den „Maschinenbauern“, die Produkte zu verbessern und weiterzuentwickeln. Ich beschränke mich zwar nur auf den Bereich der elektrischen Anlage, kann meine Arbeit jedoch nur gut ausführen, wenn ich auch einige Kenntnisse über den mechanischen Funktionsablauf der Maschine habe. Das Spielen und Forschen mit *fischertechnik* hat mir dabei sehr geholfen. Ich möchte sogar *fischertechnik* als absolut notwendiges Spielzeug bezeichnen, wenn absehbar ist, daß ein Kind in späteren Jahren einen technischen Beruf ergreift.

Georg Spitzer
8901 Königsbrunn

Daß dem Modellbau soviel Platz eingeräumt wird, verschiebt die Gewichte allzusehr ins Feuilletonistische.

Frank Georg Pfeifer
4000 Düsseldorf

Schwäbische Endung

Glas aus Benediktbeuern: Über die Neueröffnung der historischen Fraunhofer-Glashütte – *Kultur & Technik* 4/1990.

Unter dem Titel „Kultur & Technik Rundschau“ steht ein dankenswerter Artikel über „Glas aus Benediktbeuern“. Darin wurde allerdings aus dem Ortsnamen Benediktbeuern durchweg fälschlich Benediktbeuren. Die Endung heißt im bairischen Sprachbereich immer „-ern“. Die Endung „-ren“ stammt aus dem Schwäbischen (Kaufbeuren, Illerbeuren).

Franz Steininger
8000 München 82

FLIEGEN FAND IM SAALE STATT

Hallenflug des ersten
verwendungsfähigen
Hubschraubers
im Jahr 1938 in der
Deutschlandhalle

VON GERHARD FILCHNER

In einer Halle fliegen? Der Hubschrauber macht es möglich. Heute kennt jedes Kind den Hubschrauber und seine besondere Fähigkeit, überall starten, landen und in der Luft stillstehen zu können. Vielfach unbekannt ist, daß die Entwicklung des Hubschraubers länger dauerte als die des Flugzeugs. Erst 1936, als das Flugzeug bereits etabliert war, entstand mit der *Focke-Wulf Fw 61*, konstruiert von Henrich Focke (1890 bis 1979), der erste verwendungsfähige Hubschrauber der Welt. Kein Wunder, daß 1938 die ersten Flüge vor der breiten Öffentlichkeit in der Berliner Deutschlandhalle Aufsehen erregten. Dem Auftraggeber des Hubschraubers, dem Reichsluftfahrtministerium, war daran gelegen, mit dieser Vorführung den hohen Stand der deutschen Luftfahrttechnik zu demonstrieren.

Diejenigen, die der Entwicklung zunächst noch skeptisch gegenüberstanden, wurden überzeugt, daß die Probleme des Hubschrauberflugs gelöst waren. Der Hubschrauber mit zwei Rotoren, gesteuert von der bekannten Fliegerin und Testpilotin Hanna Reitsch (1912 bis 1979), stieg langsam auf, blieb in der Luft stehen, schwebte langsam seitwärts, vorwärts und rückwärts. Die Besucher mit technischem Verständnis waren von den Möglichkeiten des neuen Fluggeräts beeindruckt.

Die breite Masse jedoch, der dieser Programmpunkt unter dem Motto „Mit dreihundert Ki-

lometer in der Stunde durch die Tropen“ angekündigt worden war, war enttäuscht. Sie hatte etwas Spektakuläreres erwartet.

Anlaß zur Vorstellung des Hubschraubers gab die *Internationale Automobilausstellung*, in deren Rahmen in der Deutschlandhalle die Kolonialrevue „Menschen, Tiere, Sensationen“ gezeigt wurde. Das Programm bezweckte, den Kolonialgedanken zu propagieren. Dementsprechend war die Halle dekoriert. Sie vermittelte den Eindruck einer afrikanischen Landschaft mit Palmen, Hütten und exotischem Beiwerk. Neben Artisten und Clowns, exotischen Tieren und Pflanzen stellte der Hubschrauber nur eine von vielen Attraktionen dar. Die Vorführung des Hubschraubers beschloß den Abend. In den insgesamt 18 Vorstellungen vom 19. Februar bis 6. März 1938 flog Hanna Reitsch jedesmal etwa zehn Minuten lang.

Das Fliegen in der Halle verlief nicht ohne Schwierigkeiten. Der Hubschrauber mußte, in Einzelteile zerlegt, in die Halle gebracht und dort zusammengebaut werden. Carl Bode (geboren 1911), Testpilot der Firma *Focke-Achgelis*, die Henrich Focke 1937 nach seinem Ausscheiden aus seiner früheren Firma *Focke-Wulf* in Delmenhorst gegründet hatte, flog ihn in der Halle ein. Seine Aufgabe war es auch, ein Programm auszuarbeiten und festzustellen, ob Vorführflüge möglich waren. Bei einem der Flüge brach in ein bis zwei Metern Höhe ein Kardangelenk in der Antriebswelle zum rechten Rotor. Der Hubschrauber überschlug sich und stürzte in Rückenlage zu Boden. Carl Bode blieb unverletzt und konnte sich selbst aus dem schwer beschädigten Hubschrauber befreien. Für die Vorführflüge mußte auf die zweite gebaute Fw 61 zurückgegriffen werden.

Bei der ersten Vorführung in der voll besetzten Halle trat ein deutlicher Abfall der Motorleistung ein. Es stellte sich heraus, daß die riesige Menschenmenge in der Halle einen Teil des Sauerstoffs verbrauchte, den der Motor benötigte. Als Gegenmaßnahme wurden vor den Vor-

führflügen alle Türen und Fenster geöffnet, um Durchzug zu schaffen. Der unvermeidliche Temperatursturz – es waren kalte Winternächte – wurde vom Publikum nicht sehr begeistert aufgenommen!

Die Flüge in der Halle waren nur eine kurze Episode. Weitaus bedeutender sind die zahlreichen Weltrekorde, die mit der Fw 61 aufgestellt wurden. Der Testpilot Ewald Rohlf (1911 bis 1984) überbot 1937, ein Jahr nach dem Erstflug, sämtliche bestehenden Weltrekorde, die mit dem französischen Hubschrauber von *Bréguet-Dorand* erflogen worden waren: Entfernung in geschlossener Bahn 80,6 Kilometer (bisher 44,6 Kilometer), Dauer 1 Stunde und 20 Minuten (bisher 1 Stunde und 2 Minuten), 2439 Meter Höhe (bisher 158 Meter), Geschwindigkeit 122 Kilometer pro Stunde (bisher 44 Stundenkilometer). Hanna Reitsch stellte mit 108 Kilometern einen neuen Streckenrekord auf, der 1938 von Carl Bode auf 230 Kilometer erhöht wurde. Er erflog auch mit 3427 Metern einen neuen Höhenrekord.

Die Rekordflüge zeigten, daß mit der Fw 61 ein vollwertiges Fluggerät zur Verfügung stand. Die Flüge der Fw 61 waren nicht mehr, wie die der bisherigen Hubschrauber, auf den Flugplatzbereich beschränkt.

Die Fw 61 war, einsitzig und mit geringer Nutzlast, ein reiner Versuchshubschrauber. Eine vergrößerte Ausführung mit der Typenbezeichnung Fa 223, die eine Tonne Zuladung aufnehmen konnte, wurde während des Zweiten Weltkriegs in geringer Stückzahl produziert. Dieser Hubschrauber wurde militärisch erprobt – unter anderem für den Lastentransport –, sein Einsatz erfolgte nicht mehr.

Die typische Bauart der Hubschrauber von Henrich Focke mit zwei Rotoren an Auslegern konnte sich wegen ihrer Komplexität nicht durchsetzen. Heute dominieren Hubschrauber mit einem Hauptrotor und einem Heckrotor, eine Konstruktion, die auf den Russen Igor Sikorsky (1889 bis 1972) zurückgeht, dessen Hubschrauber 1940 zum ersten Mal flog. □



Erster Hallenflug der Welt: Hanna Reitsch im Jahr 1938 mit dem Focke-Hubschrauber Fw 61 in der Berliner Deutschlandhalle. Die Fw 61 schlug alle zuvor von Hubschraubern aufgestellten Rekorde. Das Publikum allerdings, das mehr auf die Show „Menschen, Tiere, Sensationen“ eingestellt war, reagierte zwiespältig auf das neue Fluggerät.

Foto: Deutsches Museum

MODERNE STAHL- KOCHER

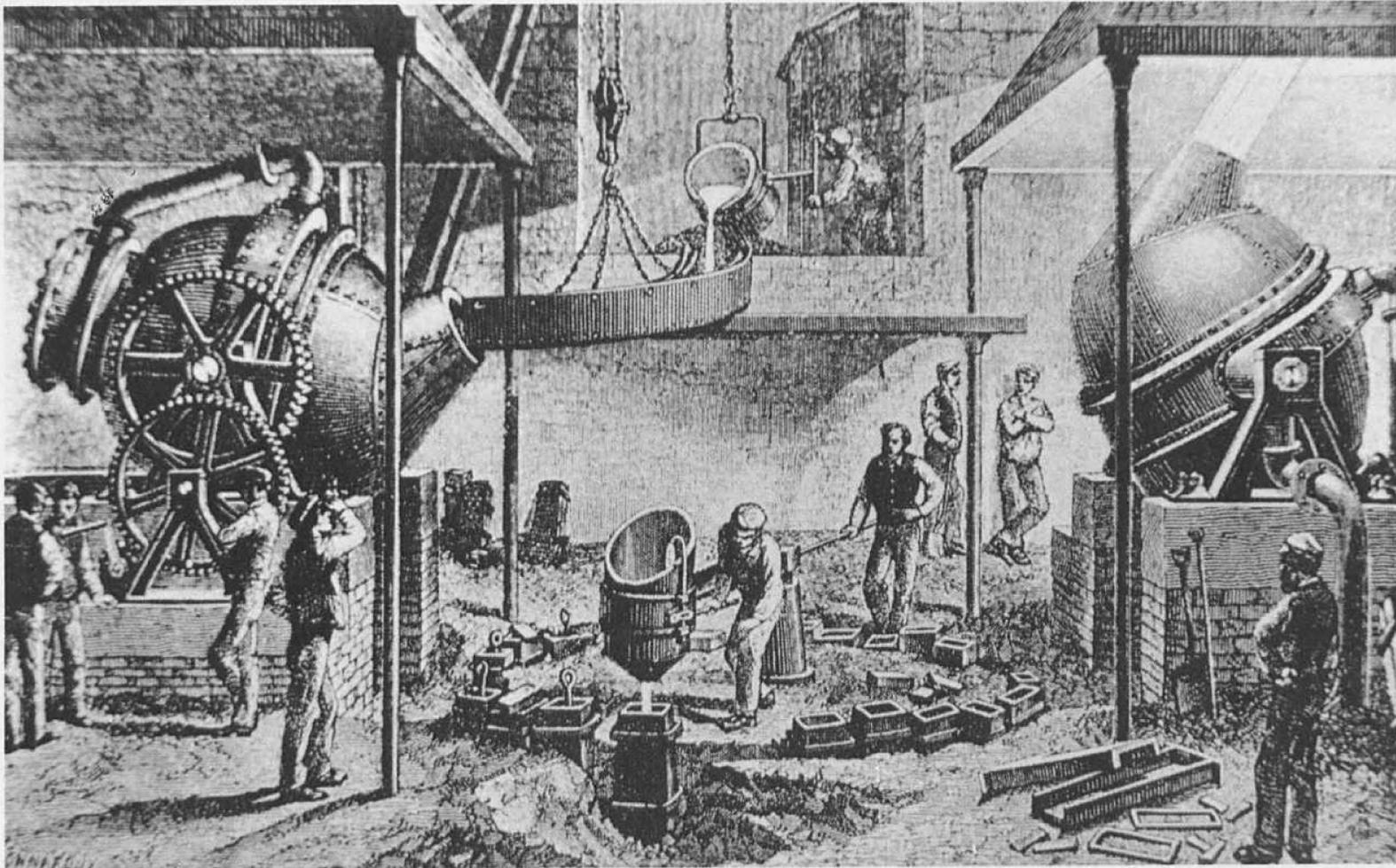
VON ULRICH WENGENROTH

In nur zwei Jahrzehnten vollzog sich der Wandel von der handwerklichen zur industriellen Stahlproduktion

Kaum ein Material wurde so zum Sinnbild der Industrialisierung wie der Stahl. Neben den natürlichen Stoffen Holz und Stein war er seit der industriellen Revolution wohl das wichtigste Konstruktionsmaterial für all jene Güter, die wir mit dem industriellen Fortschritt identifizieren: Eisenbahn, Dampfschiffe, Automobile, Brücken, Hochhäuser, Fabrikanlagen. Der Besitz großer Stahlindustrien war für die Nationalstaaten des 19. Jahrhunderts sowohl ein Quell des nicht immer gesunden Selbstbewusstseins ihrer Bürger als auch Grundlage wirtschaftlicher und politischer Macht. Die Fähigkeit, Stahl in Massen herzustellen, wurde in wenigen Jahrzehnten entwickelt. Danach bestimmte sie die technische Kultur.

Am Anfang der industriellen Stahlherzeugung in Deutschland stand der Bau der Eisenbahnen. Schienen waren das erste eiserne Massenprodukt, von dem in wenigen Jahren Tausende von Tonnen benötigt wurden. Das Verfahren zu ihrer Herstellung kam, wie die meisten Neuerungen in jener Zeit, aus England. Roheisen wurde mit Koks aus billiger Steinkohle, statt wie bisher mit Hilfe von Holzkohle, in Hochöfen erzeugt. Das stark kohlenstoffhaltige – und darum sehr spröde – Roheisen wanderte in handlichen Stücken in die *Puddelöfen*, in denen es, wiederum mit Steinkohlenfeuerung, in anstrengender Handarbeit *gefrischt*, das heißt von Kohlenstoff befreit wurde.

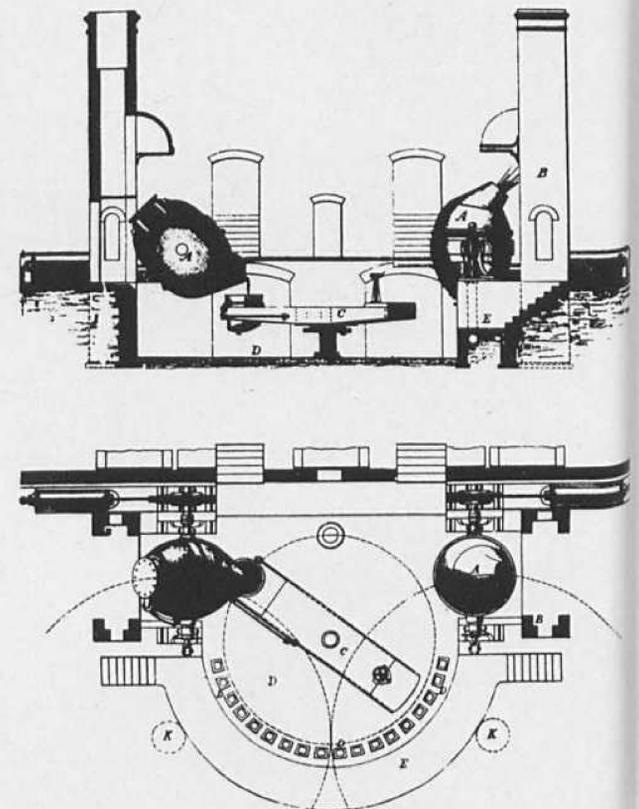
Moderne Stahlherstellung:
Hochofen der Thyssenwerke in
Hamborn. Die Technik geht
auf die zweite Hälfte des
letzten Jahrhunderts zurück.



Das frühe Bessemerstahlwerk von 1861 verfügte noch nicht über einen hydraulischen Gießkran.

Eine fertige Luppe wurde aus dem Puddelofen entnommen und auf den Luppenkarren gelegt (rechte Seite oben). Darunter die Schemazeichnung eines Puddelofens mit der Arbeitstür in der Mitte.

Schemazeichnung der Bessemeranlage um 1865 (unten): Es wurde mit zwei Konvertern gearbeitet, da sich jeweils einer von ihnen in Reparatur befand.



Nach heutiger Terminologie würde man dieses gefrischte Eisen bereits Stahl nennen. Der Name blieb jedoch bis zur Einführung der modernen Massenstahlverfahren nur wenigen härtbaren Sorten vorbehalten. Stattdessen sprach man von *Schmiede-* oder *Schweißeseisen*, da das Eisen nun erst geschmiedet und geschweißt werden konnte. Sollten aus den gefrischten Eisenstücken Schienen hergestellt werden, so wurden sie zu großen Paketen verschweißt, aus denen man in einem Walzwerk die fertigen Schienen walzen konnte.

Ein Vorteil dieses Herstellungsprozesses gegenüber den Möglichkeiten der traditionellen Eisenindustrie war, daß man ausschließlich mit der reichlich vorhandenen Steinkohle arbeiten konnte. Ein zweiter Vorteil bestand in neuartigen Walzen, die in der Form der Schienen profiliert waren und die es erlaubten, das Fertigprodukt Schiene ohne langwierige Schmiedearbeit „in einem Zuge“ herzustellen. Die Formgebung geschah nun sehr viel einfacher und auch sehr viel schneller als in den Schmieden, die niemals in der Lage gewesen wären, ein landesweites Schienennetz zu schaffen.

Die Hochöfen, weitgehend selbsttätige chemische Reaktoren, waren damals das leistungsfähigste Aggregat der traditionellen Eisenindustrie, so daß der Frischprozeß mit der Handarbeit des Puddelns zwischen chemisierter Roheisenerzeugung und mechanisierter Formgebung als fühlbarer Engpaß blieb. Ein Hoch-

ofenabstich von mehreren Tonnen Gewicht mußte zunächst in kleine Stücke von menschlicher Dimension geteilt werden, um danach wieder kunstvoll zu großen Paketen zusammengeschweißt zu werden, die für die Herstellung einer Schiene genügten. Die *Puddlingshütte* oder auch das *Puddelwerk* war das Nadelöhr der frühen industriellen Eisenverarbeitung, durch das in der Mitte des 19. Jahrhunderts rund drei Viertel allen Eisens gehen mußten.

Ihren Namen hat die Puddlingshütte von dem Puddelofen, in dem das Roheisen gefrischt wurde. Bei diesem Produktionsschritt sollte das Roheisen soweit wie möglich von den Verunreinigungen befreit werden, die es bei der Schmelze im Hochofen aufgenommen hatte: an erster Stelle Kohlenstoff, der in hoher Konzentration (drei bis vier Prozent) verhinderte, daß das Eisen in rotglühendem Zustand verformt – geschmiedet oder gewalzt – werden konnte; aber auch andere Begleitelemente wie Silizium oder Phosphor, die die Qualität der Fertigprodukte beeinträchtigten. Da die Verunreinigungen von der Steinkohle im Hochofen stammten, die Reinigung aber aus Kostengründen wieder mit billiger Steinkohle geschehen sollte, mußten der Brennstoff und das Eisen so getrennt werden, daß nur die zum Einschmelzen erforderliche Hitze übertragen wurde.

Henry Cort, der Erfinder des Puddelofens, löste dieses Problem am Ende des 18. Jahrhunderts dadurch, daß er in einem

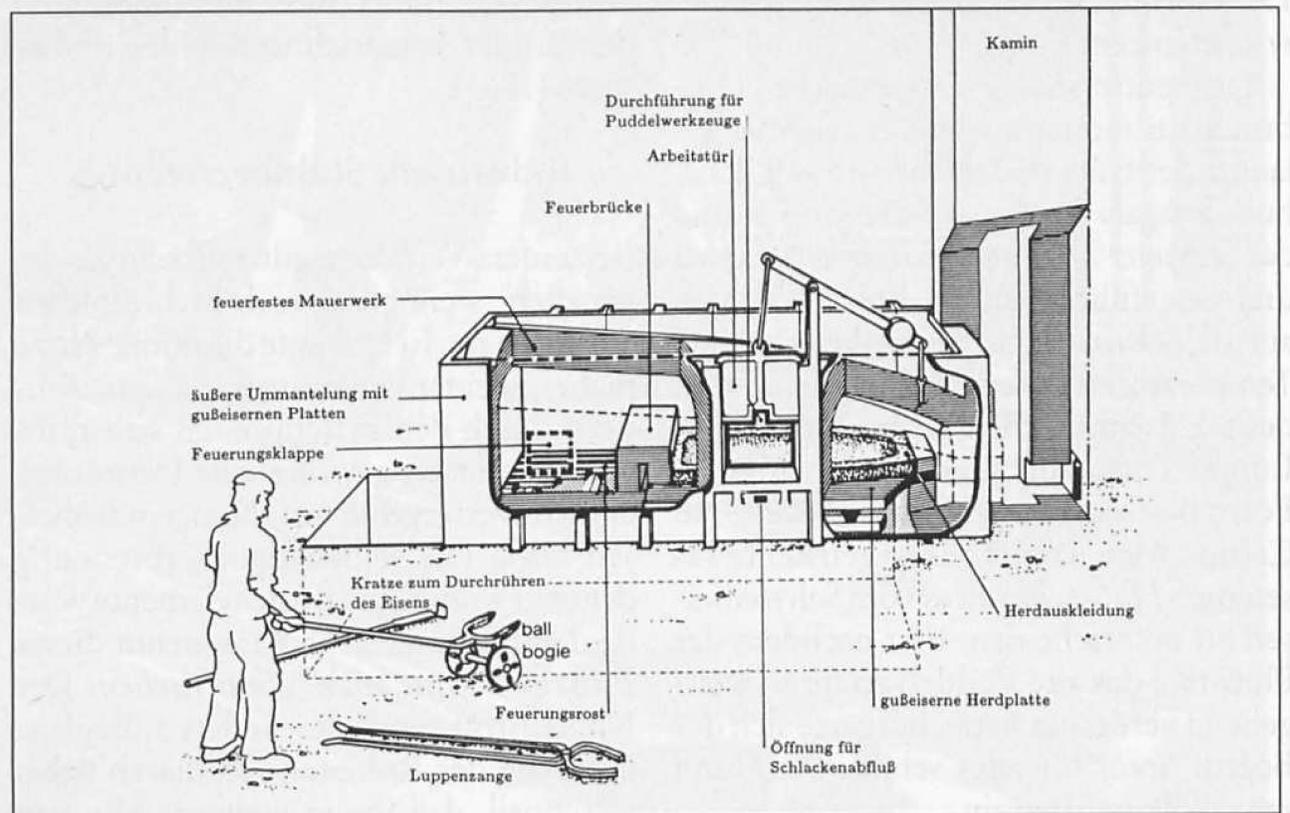
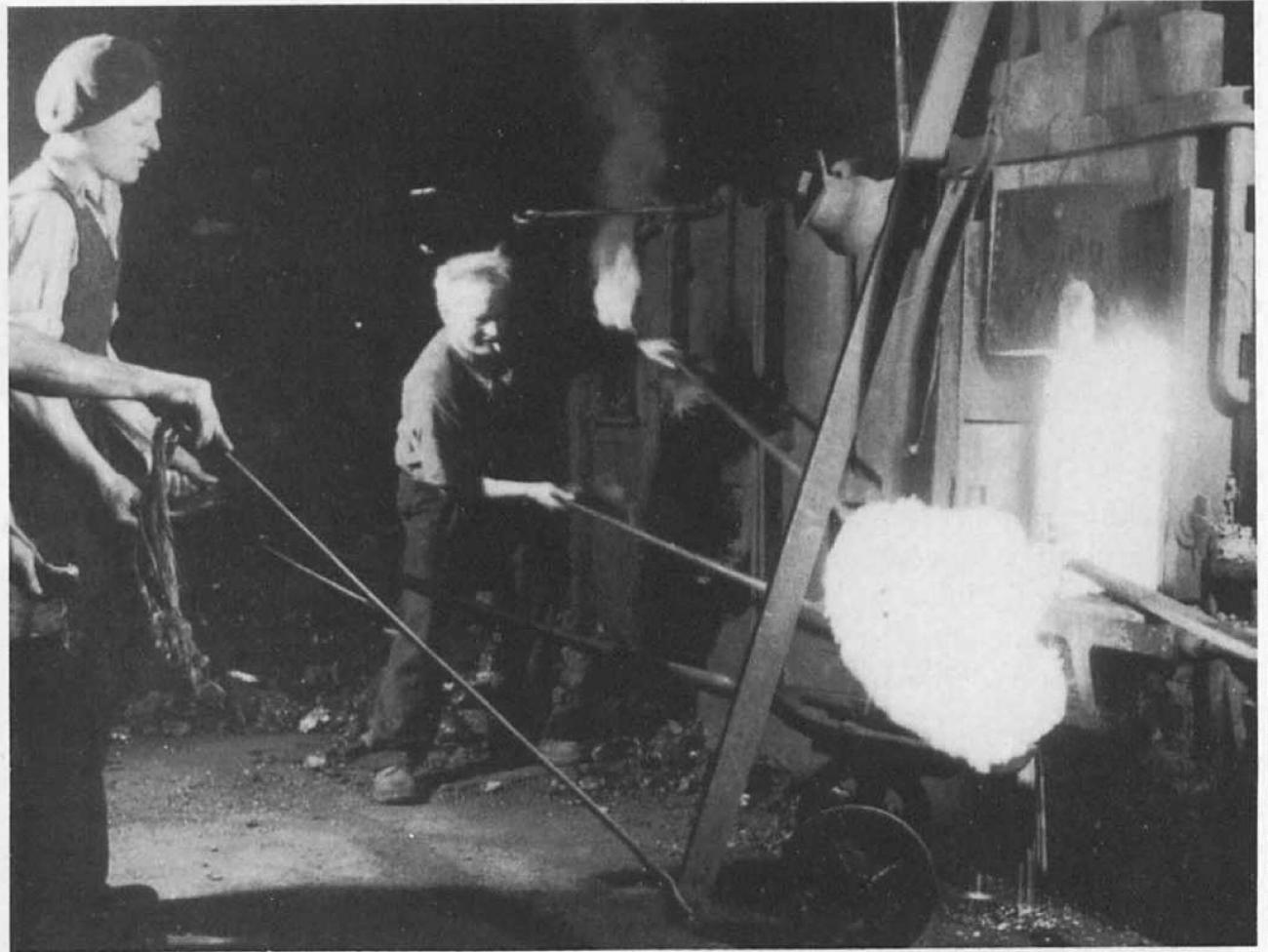
Herdofen Brennstoff und Eisen nebeneinander legte und durch eine sogenannte Feuerbrücke trennte. Die Flammenführung in diesem Ofen ließ die Flamme flach über das auf dem Herd liegende Eisen hinwegstreichen: Es schmolz ein, und die unerwünschten Begleitelemente oxidierten. Im Unterschied zum Reduktionsprozeß im Hochofen setzte sich die Verbrennung der Eisenbegleiter jedoch nicht selbsttätig bis zum Ende des Frischprozesses fort, sondern sie mußte durch ständiges und kräftiges Umrühren der Schmelze in Gang gehalten werden. Dabei bildeten sich allmählich feste Stücke gefrischten Eisens, das mit fast 1600 Grad Celsius einen höheren Schmelzpunkt als

Roheisen mit knapp 1200 Grad Celsius hat. Es war nun die Kunst des Puddlers, dafür zu sorgen, daß diese Stücke möglichst homogen – das heißt von gleich niedrigem Kohlenstoffgehalt – waren, um sie dann zu größeren *Luppen* zusammenzufügen, die als fertig gefrischtes Eisen aus dem Ofen entnommen werden konnten. Überwacht wurde der Prozeß durch ein Guckloch in der Ofentür, und das Umrühren der Schmelze sowie das Hantieren mit den *Luppen* war zum guten Teil Gefühlssache. Das Eisen mußte „gar“ werden, ehe man es zu *Luppen* formen konnte.

Das Puddeln war nicht nur eine sehr schwierige und gutbezahlte Arbeit, die eine lange Lehrzeit und – für ein gutes Ergebnis – viel Erfahrung erforderte; es war auch eine der anstrengendsten Arbeiten in der Eisenindustrie überhaupt. Das Einsatzgewicht eines Puddelofens lag bei 200 bis 250 Kilogramm, die bei größter Hitze als teigige Masse durchgerührt werden mußten. Drei bis fünf solcher Chargen verarbeiteten der Puddler und seine beiden Gehilfen – in England meist nur ein Gehilfe, in Deutschland häufiger zwei – in einer Zwölf-Stunden-Schicht. Die einzelnen *Luppen* hatten ein Gewicht von etwa 50 Kilogramm. Hinzu kam der ständige konzentrierte Blick in die flüssige Glut. In den Worten eines britischen Eisenindustriellen war es „bei heißem Wetter nichts Ungewöhnliches, einen Puddler tot umfallen zu sehen“. Alte Puddler gab es kaum. Den Anstrengungen dieses Berufes waren wenige nach ihrem 40sten Lebensjahr noch gewachsen, das, wie es im ersten Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens von 1882 hieß, fast alle Puddler geschwächt mit „Rheumatismus, Gicht und Augenkrankheiten“ erlebten.

Mit dem Ausheben der *Luppe* war die Arbeit in der Puddelhütte noch nicht beendet, denn diese *Luppe* konnte man nicht walzen. Sie war nicht nur zu klein und unregelmäßig geformt, sondern sie enthielt auch noch viele Schlackeneinschlüsse und war trotz aller Mühe des Puddlers weit davon entfernt, ein homogenes Stück gefrischten Eisens zu sein. Das wurde sie erst allmählich unter der *Luppenquetsche*, einem schweren Hammer, unter dem sie soweit komprimiert wurde, daß man sie mit dem *Luppenwalzwerk* zu *Luppenstäben* auswalzen konnte.

Die *Luppenstäbe* waren das vorläufige Endprodukt des Puddelwerks. Aus ihnen konnten viele Kleiseisenteile des täglichen Gebrauchs direkt hergestellt wer-



den. Für Schienen, das mengenmäßig bedeutendste Produkt, waren sie jedoch, wie erwähnt, zu klein und wegen der immer noch vorhandenen Schlackeneinschlüsse auch noch nicht homogen genug. Das Paketieren und Verschweißen der *Luppenstäbe* zum Schienenpaket diente daher nicht nur dazu, genügend große Eisenkörper herzustellen, sondern es wurden auch Materialschwankungen ausgeglichen, indem mögliche Bruchstellen breit gestreut und in „gesundes“ Eisen eingebettet wurden.

Wie homogen und sicher die Puddelschienen letztlich waren, hing auch bei guter Puddelarbeit zu einem großen Teil von der Sorgfalt des Paketierens ab. Mit ihr

stand es bei der großen Nachfrage der Eisenbahnen nach billigen Schienen nicht immer zum besten. So schrieb der berühmte walisische Eisenhüttenmann Robert Mushet 1867 an die Fachzeitschrift *Engineering*: „Ich hatte oft den Eindruck, daß der Grund, weshalb es Unbefugten verboten ist, auf den Schienenstrecken zu laufen, ein zweifacher ist: erstens um Unfälle derer zu verhindern, die entlang der Gleise laufen, und zweitens um so weit wie möglich die große Zahl beschädigter Eisenschienen vor der Öffentlichkeit zu verbergen“.

Auf dem Höhepunkt des Puddelverfahrens, kurz bevor es von den *Bessemer-* und *Thomaswerken* verdrängt wurde,

Abbildungen: Aus W. K. V. Gale: Iron and Steel, 1977 (o.); aus Niel Cossons (Hrsg.): The BP Book of Industrial Archaeology, 1978 (u.)

entstanden in England Werke für die Schienenproduktion mit 120 Puddelöfen in einer Anlage, die das Roheisen von fünf Hochöfen verarbeiteten, bevor es von einer einzigen Walzstrecke zu Schienen gewalzt wurde. Versuche, das Puddeln zu mechanisieren – sei es durch rotierende Öfen, die das Eisen ähnlich wie eine Trommelwaschmaschine stets umwendeten, sei es durch mechanisch bewegte Rührgeräte – scheiterten allesamt. Statt dessen wurden sich die Puddler ihrer unentbehrlichen Stellung immer stärker bewußt. Sie begannen in England, erste gewerkschaftliche Zusammenschlüsse zu vereinbaren, um höhere Löhne erzielen und ihre Arbeitsbedingungen verbessern zu können. Die Entdeckung eines irgendwie maschinellen Verfahrens zum Frischen des Eisens, das die rasche Steigerung der Produktion und den Verzicht auf die immer selbstbewußteren Puddler ermöglicht hätte, versprach darum seit der Mitte des 19. Jahrhunderts immer größere Gewinnchancen.

Der entscheidende technische Umbruch zur modernen Stahlerzeugung gelang in den frühen 60er Jahren des 19. Jahrhunderts, als das *Bessemerverfahren* und das *Siemens-Martinverfahren* entwickelt und eingeführt wurden. Beide beruhen auf dem Prinzip, Eisen nicht mehr bei Temperaturen unter dem Schmelzpunkt des Stahls zu frischen, wobei eine teigige Luppe entstand, sondern in flüssiger Form bei Temperaturen über 1600 Grad Celsius. Man nannte das so gefrischte Eisen auch *Flußstahl*, um es vom Schweißstahl zu unterscheiden. Erst nachdem der Flußstahl das alte Puddelverfahren weitgehend verdrängt hatte, bürgerte sich der Begriff *Stahl* für alles schmiedbare und schweißbare Eisen ein.

Der Flußstahl hatte zwei entscheidende Vorteile. In dem flüssigen Stahlbad schied sich die Schlacke erstens von selbst vom Eisen; sie konnte, da sie leichter ist und darum auf der Oberfläche schwimmt, einfach abgegossen werden. Der verbliebene Stahl war dann von einer Homogenität, die man im Puddelwerk auch bei gründlichstem Aushämmern der Luppen nie erreichen konnte. Zweitens lief der Frischprozeß im flüssigen Eisen auch ohne die mühsame Puddelarbeit ab, so daß das Chargengewicht nicht länger durch die körperliche Leistungsfähigkeit eines Menschen begrenzt war.

Mit der erfolgreichen Technisierung des Frischprozesses war nun auch der Weg frei für die Entwicklung immer grö-

ßerdimensionierter Produktionsanlagen, wie es bei den vorgelagerten Hochöfen und den nachfolgenden Walzwerken schon seit langem der Fall war.

Das Hauptproblem bei der Herstellung flüssigen Stahls in großen Mengen war die Erzeugung der hohen Schmelztemperaturen von mindestens 1600 Grad Celsius. Für kleine Mengen von einigen Kilogramm war das schon möglich. So erschmolz Krupp zum Beispiel seinen ersten berühmten Kanonenstahl in feuerfesten Tontiegeln, die mehrere Tage mit enormem Brennstoffaufwand geheizt wurden. Das Ergebnis war ein vorzüglicher, aber für alltägliche Anwendungen unbezahlbarer Stahl. Gelöst wurde das technisch-kommerzielle Problem für große Stahlmengen auf zwei grundverschiedenen Wegen, die nahezu gleichzeitig gefunden wurden und die bis in die 1960er Jahre für die Stahlherstellung bestimmend waren: Es waren dies die Verfahren von Henry Bessemer (1856) und der Brüder Friedrich und Wilhelm Siemens (1863).

Industrielle Stahlherstellung

Bessemers Verfahren gilt zu Recht als das genialere, wenngleich es den schlechteren Stahl lieferte. Er erzeugte die nötige Hitze nicht mit einer Feuerung von außen, sondern durch den Frischprozeß selbst, indem er einfach gewöhnliche Luft durch ein Konvertergefäß mit flüssigem Roheisen blies: Die selbsttätige Verbrennung der unerwünschten Begleitelemente wurde dadurch angefacht. Man nennt dieses Prinzip darum auch *Windfrischen*. Der Kohlenstoff und die anderen Begleitelemente des Roheisens oxidieren dabei so schnell, daß die in wenigen Minuten entstehende Verbrennungswärme ausreicht, um den Stahl weit über seine Schmelztemperatur zu erhitzen. Wegen der Geschwindigkeit des Frischprozesses, der unabhängig von der Stahlmenge nur etwa 20 Minuten dauert, entsteht im Konverter mehr Hitze, als an die Umgebung abgegeben wird: Der Stahl bleibt flüssig.

Das 1878 zur Produktionsreife entwickelte und in Deutschland berühmtere *Thomasverfahren* ist nur eine geringfügig veränderte Variante des Bessemerverfahrens, bei der mit einer basischen – statt mit einer sauren – Schlacke im Konverter gearbeitet wird, um phosphorhaltiges Roheisen verwenden zu können. Die Produktionsanlagen unterscheiden sich für

Abstichseite bei den Siemens-Martinöfen der Rhestahlwerke in Meiderich.

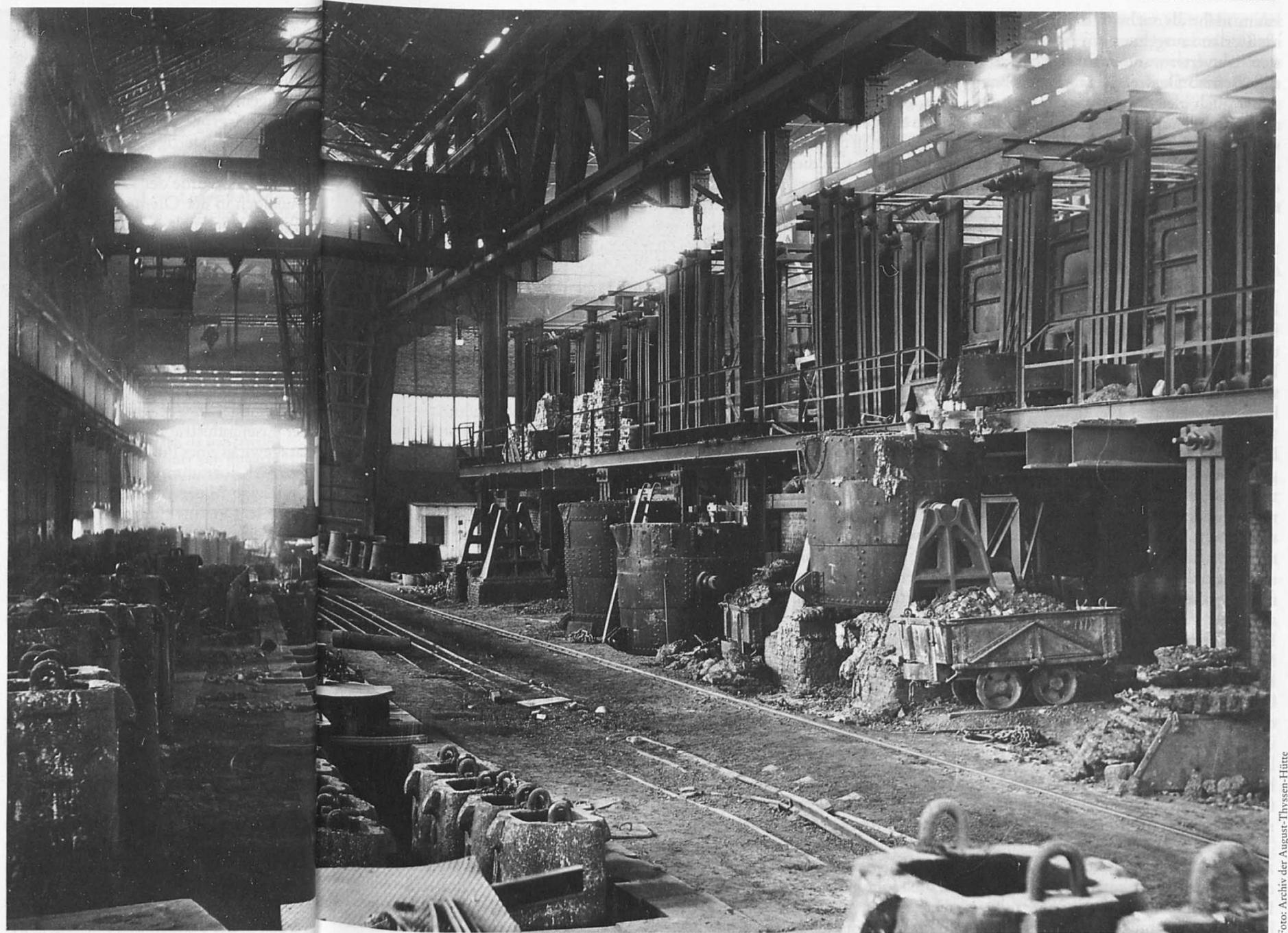


Foto: Archiv der August-Thyssen-Hütte

die beiden eng verwandten Verfahren nicht wesentlich.

Henry Bessemer machte sich, gemeinsam mit der Maschinenbaufirma *Galloways* in Manchester, sogleich an die konstruktive Umsetzung seiner Erfindung in eine industriell nutzbare Produktionsanlage. An ihr war fast alles neu, da erstmals flüssiger Stahl in großen Mengen erzeugt wurde (siehe Abbildungen auf Seite 16). Die beiden Konverter faßten je 2,5 Tonnen, bald schon 5 Tonnen flüssiges Roheisen. Sie wurden über Zahnstangen und Zahnräder hydraulisch bewegt. Das Roheisen erhielten sie über eine Rinne von

den hinter ihnen stehenden Schmelzöfen. War der Konverter gefüllt, wurde das Gebläse eingeschaltet und der Konverter zum Frischen aufgerichtet. Unter ohrenbetäubendem Getöse entwichen die Verbrennungsgase und mit ihnen viel brauner Staub durch den Abzug ins Freie.

Nach dem Ende des Frischprozesses, den der Betriebsleiter an der Flamme und der Rauchentwicklung erkannte, wurde der Konverter wieder waagrecht gekippt. Zunächst wurde die Schlacke abgegossen, bevor über die Roheisenrinne noch eine kleine Menge manganhaltiges Roheisen zur Desoxidation hinzugege-

ben wurde: Der kochende Stahl konnte sich auf diese Weise etwas „beruhigen“ und mit dem Kohlenstoff des Eisens die gewünschte Härte erlangen. Erst danach wurde der Stahl in die Gießpfanne des Gießkrans und von dort in die halbkreisförmig in der Gießgrube aufgestellten Kokillen abgegossen. Nun begann der Prozeß von neuem, während die gefüllten Kokillen von den Blockkränen aus der Grube gehoben und durch leere ersetzt wurden. Für die Bedienung der ganzen Anlage, mit der in den späten 1860er Jahren täglich etwa 30 bis 40 Tonnen Stahl erzeugt wurden, genügten etwa zehn,

meist nur angelernte Arbeiter, die nicht teuer waren.

30 Tonnen täglich mit nur zehn Arbeitskräften war zwar im Vergleich zum Puddelbetrieb eine respektable Leistung, doch gemessen daran, daß jeder der beiden Konverter für das Frischen von fünf Tonnen Roheisen höchstens 30 Minuten brauchte, ein sehr beschauliches Tempo, das über drei Stunden effektive Frischzeit pro Tag nicht hinaus kam. Der Grund dafür lag – abgesehen von der anfänglichen Unsicherheit gegenüber dem neuen Verfahren – im starken Verschleiß der feuerfesten Ausfütterung der Konverter: Sie hielt

kaum mehr als sechs Chargen aus und mußte dann ausgebessert werden. Die ersten Konverter waren mehr in Reparatur als in Betrieb. Deswegen hatte Henry Bessemer auch gleich zwei vorgesehen, die abwechselnd ausgebessert und betrieben wurden. Einige Werke errichteten sogar drei Konverter an einer Gießgrube, um einen einigermaßen kontinuierlichen Betrieb aufrechterhalten zu können.

Wettkampf zwischen Europa und den USA

Der anfälligste Teil der feuerfesten Ausfütterung waren die Konverterböden, an denen die Gebläseluft durch viele enge Kanäle eintrat. Auf die Verbesserung dieser Böden konzentrierten sich die Bemühungen in den Stahlwerken, die in den 1870er Jahren zu zwei gleichwertigen, bald miteinander kombinierten Lösungen führten. Die eine kam aus den USA und war typisch für das Denken amerikanischer Ingenieure: Die Konverterböden waren zum Auswechseln konstruiert und mit einer Art Schnellverschluß versehen, so daß defekte Böden in wenigen Minuten, statt wie bisher nur in Stunden, gegen neue ausgetauscht werden konnten. In Europa gelang es dagegen mit sorgfältigen Materialversuchen, die Haltbarkeit der Konverterböden auf über 40 Chargen zu bringen. Das Resultat war in beiden Fällen das gleiche: Die Konverter der Bessemer- und kurz darauf auch der Thomasanlagen liefen nahezu ununterbrochen mit 30 bis 40 Chargen täglich, ohne daß große Neuinvestitionen oder entsprechend mehr Arbeitskräfte nötig gewesen wären.

Damit waren die teuren Anlagen nun zwar bestens ausgelastet, doch drohten die engen Stahlwerke an ihrem eigenen Produkt zu ersticken, weil der Stahl gar nicht mehr so schnell fortzuschaffen war, wie er in den Konvertern erzeugt werden konnte. Das galt besonders dort, wo das Fassungsvermögen der Konverter – das stellte gegen Ende der 1870er Jahre für den Maschinenbau kein Problem mehr dar – auf zehn Tonnen erhöht worden war. Bei 40 Chargen täglich bedeutete dies, daß nun 400 statt 40 Tonnen Stahl pro Tag mit dem Gießkran in Formen gegossen und abtransportiert werden mußten. Die *Frischhütte*, wie die Konverterhalle damals hieß, wurde innerhalb nur eines Jahrzehnts zum Hexenkessel, zumal sich einige Betriebsleiter einen Sport daraus machten, vor fachkundigen Gästen auch einmal 52 oder gar 73 Chargen (USA

1877) in 24 Stunden hinzulegen. Nach 15jähriger Praxis und einigen kleineren Verbesserungen lief Bessemers Konverteranlage ganz vorzüglich; nur war sie eben, gemessen an ihren Möglichkeiten, viel zu eng geworden.

Vor allem in den USA und in Deutschland machten sich die Hütteningenieure seit Mitte der 1870er Jahre daran, beim Bau neuer Stahlwerke möglichst viel Platz zu schaffen. Die Amerikaner zogen die Konverteranlagen in die Höhe, um nicht in der Gluthölle von Gießgrube arbeiten zu müssen, sondern auf der besser ventilierten Hüttensohle arbeiten zu können. Bei Konvertern, die auf Stelzen standen, war es zudem leichter, die Böden auszuwechseln. Die deutschen Stahlwerke nahmen diese Ideen auf und gingen wenige Jahre später noch einen Schritt weiter: Sie schafften den kreisförmigen Gießkran ab und fuhren den flüssigen Stahl statt dessen mit einem Dampfswagen aus der Konverterhalle, um ihn an einem anderen Ort in Kokillen zu gießen. In Deutschland war dies wichtiger als in den USA, weil die deutschen Werke mittlerweile mit ihren Konvertern nach dem Thomasverfahren arbeiteten und Thomasstahl – sollten die Blöcke einwandfrei sein – langsamer als Bessemerstahl gegossen werden mußte. Mit der Leistungsfähigkeit zweier Zehn-Tonnen-Konverter konnte ein einziger Gießkran gar nicht mehr mithalten. Da war es besser, ihn ganz aufzugeben und den Stahl in einer separaten Gießhalle ungestört vom Konvertierbetrieb zu gießen.

Billiger Stahl in immer größeren Mengen

Nachdem die Amerikaner das Stahlwerk in die Höhe gezogen hatten, zerlegten es die Deutschen in seine Komponenten und breiteten diese auf einem großen Areal aus. Verbunden wurden die einzelnen Abteilungen durch ein dichtes betriebseigenes Eisenbahnnetz, dessen Wagen und Lokomotiven jetzt mühelos unter hohen Konverterbühnen im Stahlwerk ein- und ausfahren konnten, um flüssigen Stahl fort- und neue Konverterböden, Zuschlagstoffe oder Gießpfannen herbeizuschaffen.

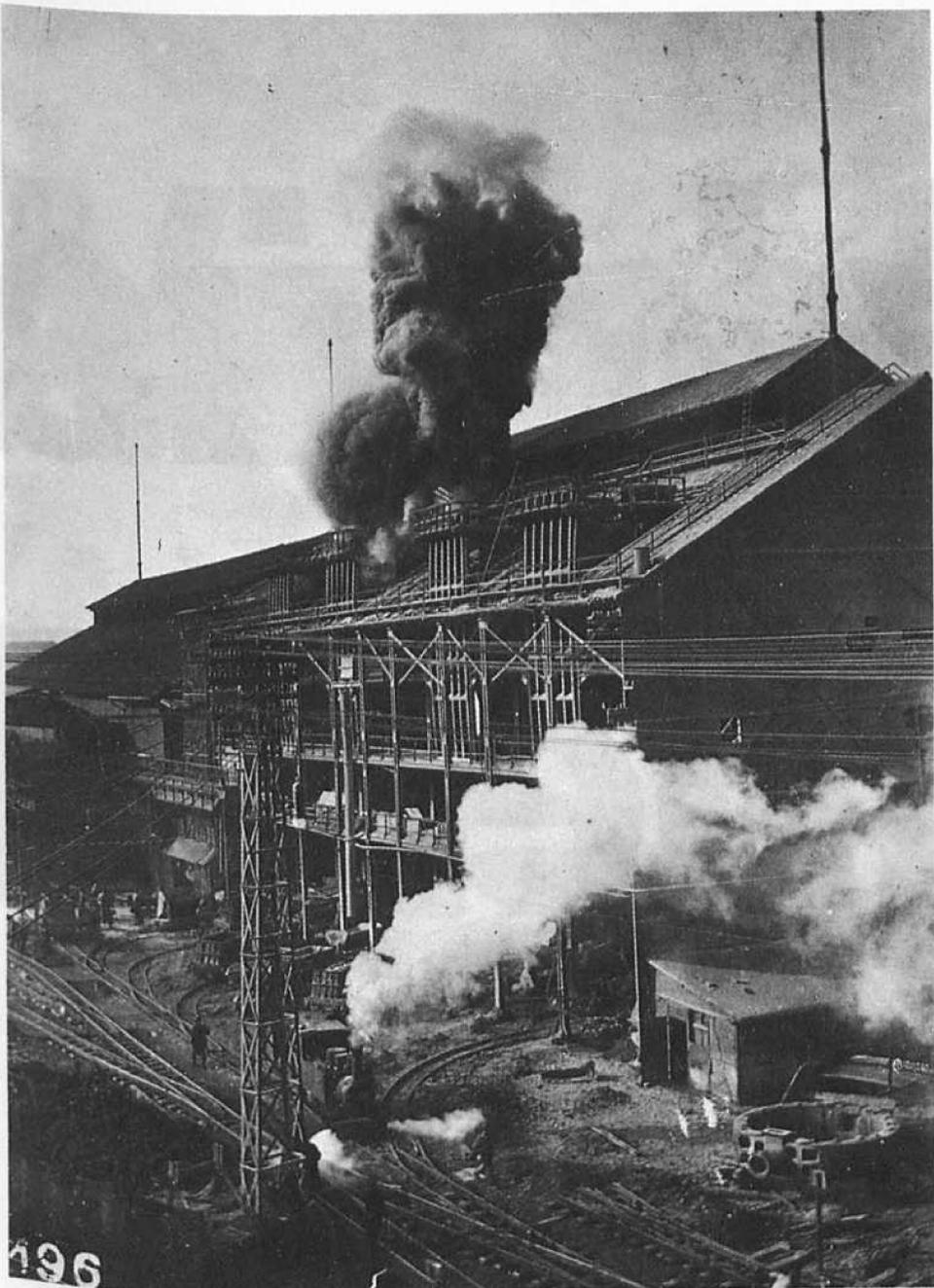
In den Thomasstahlwerken, deren Konverter allmählich auf ein Fassungsvermögen von 50 Tonnen gebracht wurden, wurde vom späten 19. Jahrhundert bis in die 1960er Jahre der billigste Stahl Europas hergestellt. Für viele Zwecke aber war er nicht zäh genug. *Lloyds* in

London weigerten sich, Schiffe zu registrieren, die aus Thomasstahl hergestellt waren. Das schnelle und elegante Frischverfahren hatte den entscheidenden Nachteil, daß sich Spuren von Stickstoff, aus dem die Luft zu über 80 Prozent besteht, im Stahl lösten und ihn dadurch etwas spröde machten. Bei Stahlträgern im Mauerwerk oder bei Draht und Konservendosen spielte das keine Rolle; bei Schiffen und Brücken aber war es gefährlich. Dünne, geschwungene Karosseriebleche ließen sich aus diesem Stahl auch nicht pressen.

Stahlgewinnung sogar aus Schrott

Diese Mängel gab es bei dem zweiten neuen Stahlerzeugungsverfahren aus den 1860er Jahren nicht: dem *Siemens-Martinverfahren*. Die notwendige Prozesswärme wurde hier nicht durch eingeblasene Luft erzeugt, sondern, wie beim Puddeln, mit einer eigenen Feuerung. Die störende Versprödung durch Stickstoff trat nicht auf, da der Stahl während des Frischprozesses von einer Schlackendecke überzogen war, durch die zwar Sauerstoff, kaum aber Stickstoff drang. Doch war der Siemens-Martin Stahl wegen der zusätzlichen Energiekosten immer etwas teurer als Bessemer- oder Thomasstahl.

Im Siemens-Martinofen war es möglich, Eisen in jeder Form zu verarbeiten: Roheisen, Schrott und innerhalb gewisser Grenzen selbst einfaches Erz. Im Unterschied zum Puddeln waren die Betriebstemperaturen beim Siemens-Martinverfahren so hoch, daß der Ofeneinsatz während des gesamten Frischprozesses dünnflüssig blieb. Ohne anstrengende Puddelarbeit entstand ein homogener Stahl, der ebenso wie Konverterstahl abgegossen werden konnte. Allerdings dauerte der ganze Prozeß mit vier bis acht Stunden – je nach Frischmethoden und Einsatzmaterial – sehr viel länger als im Konverter und auch länger als im Puddelofen, wo er vom Puddler durch ständiges Umrühren unterstützt wurde. Doch hatte diese lange Chargendauer auch einen großen Vorteil: Es war im Gegensatz zum schnellen Windfrischen stets genug Zeit, Proben zu nehmen und durch genau dosierte Zugaben von Legierungselementen mit großer Treffsicherheit die gewünschte Stahlqualität zu erzeugen. Dafür waren die Stahlverarbeiter auch bereit, einen höheren Preis zu zahlen.



Thomaswerk der Rheinstahl-Werke in Meiderich. Bei diesem Verfahren wurde allmählich ein Fassungsvermögen der Konverter von 50 Tonnen erreicht. Vom späten 19. Jahrhundert bis in die 1960er Jahre wurde in den Thomasstahlwerken der billigste Stahl Europas erzeugt. Doch hatte das schnelle Frischverfahren den entscheidenden Nachteil, daß sich Spuren von Stickstoff im Stahl lösten und ihn spröde machten. Er war daher nicht für alle Zwecke geeignet.

Foto: Archiv der August-Thyssen-Hütte

Das Neue am Siemens-Martinofen waren die konstant hohen Arbeitstemperaturen weit über dem Schmelzpunkt des Stahls. Sie wurden mit der von Friedrich Siemens zunächst für die Glasherstellung entwickelten Regenerativfeuerung erreicht. Dabei entweichen die heißen Verbrennungsgase, nachdem sie über den Herd gestrichen sind, nicht einfach – wie beim Puddelofen – durch den Kamin, sondern sie geben ihre Wärme zunächst noch an ein Paar aus Ziegeln gemauerte Regeneratoren ab. Wenn diese Regeneratoren auf etwa 900 bis 1200 Grad Celsius aufgeheizt sind, wird die Strömungsrichtung von Luft und Gas umgeschaltet, so daß sie jetzt durch die heißen Regeneratoren angesaugt und dabei schon aufgeheizt werden. Nach der Verbrennung über dem Herd ziehen sie über ein zweites Paar Regeneratoren ab, das sie nun ihrerseits erhitzen und das mit dem ersten im Wechsel betrieben wird. Ein Mitarbeiter von Wilhelm Siemens, Eduard L. Cowper, wandte das gleiche Prinzip schon wenig später zur Winderhitzung bei Hochöfen an.

Da der Frischprozeß in dem flüssigen Stahlbad nicht mehr durch ständiges Umrühren in Gang gehalten werden

mußte, stand jetzt auch einer Vergrößerung der Öfen nichts mehr im Wege. Ihr Fassungsvermögen wuchs noch schneller als das der Konverter: von anfangs ebenfalls 2,5 bis 5 Tonnen auf 40 Tonnen um die Jahrhundertwende und 500 Tonnen in der Nachkriegszeit. Das langsamere Produktionsstempo wurde dadurch wettgemacht.

Die Stahlerzeugung gut ausgestatteter Thomas- oder Siemens-Martinwerke war immer von ähnlicher Dimension. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß sich die Werksanlagen für beide Verfahren in vielen Punkten glichen, wobei die schnelleren Konverterverfahren wegweisend waren. Die Siemens-Martinwerke begannen ebenfalls mit einer kreisförmigen Gießgrube samt Zentralkran, um den die Öfen – wie die Konverter – im Halbkreis gruppiert wurden. Auf Stelzen mußten die Siemens-Martinöfen für den leichteren Abtransport des Stahls nicht erst gestellt werden, da sie anfangs ohnehin hoch auf ihren Regeneratoren standen. Die erhöhte Aufstellung wurde auch später beibehalten, als die Regeneratoren getrennt von den Öfen zu Batterien zusammengefaßt wurden. Ebenso wie in den Konver-

terstahlwerken trat um die Mitte der 1880er Jahre ein dampfgetriebener Gießpfannenwagen oder – noch moderner – ein Deckenkran an die Stelle des kreisförmigen Zentralkrans.

Die Siemens-Martinwerke wurden ebenso „eisenbahngängig“ wie die Thomaswerke; die Einrichtungen zum Abgießen des Stahls in Kokillen und die Weiterverarbeitung im Walzwerk unterschieden sich ohnehin nie.

Ende der 1880er Jahre war die bauliche Konzeption des modernen Stahlwerks in ihren Grundzügen entwickelt. Zwar änderten sich die maschinellen Einrichtungen danach noch in vielen Details – darunter so wichtige Neuerungen wie die Umstellung der Kranantriebe von Dampf auf Elektrizität –, doch ein so augenfälliger Wandel, wie es die Einführung der Bessemerschen Konverteranlage und ihre Zergliederung in dem Jahrzehnt von 1873 bis 1883 war, fand danach nicht mehr statt.

Bester Beweis für die frühe Reife der Stahlwerkskonzeption ist die Lebensdauer der Anlagen. So wurde zum Beispiel das 1884 beim Phönix in Ruhrort errichtete Thomaswerk, das zwar schon nach amerikanischem Vorbild in die Höhe gezogen war, aber als letztes noch eine – allerdings besonders große – kreisförmige Gießgrube hatte, erst im Jahre 1961 stillgelegt. In dieser Zeit hatte es 17,7 Millionen Tonnen Stahl erzeugt. □

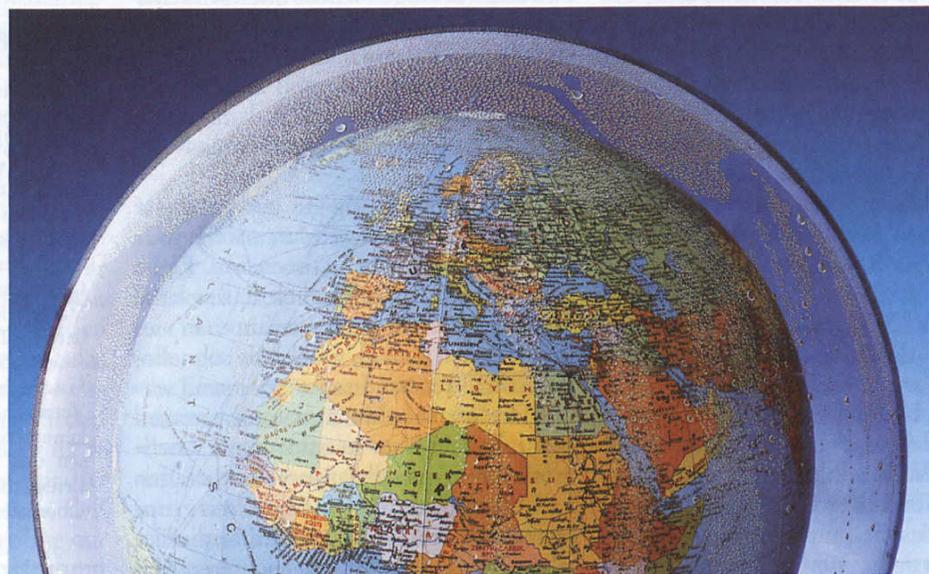
HINWEISE ZUM WEITERLESEN

- Akos Paulinyi: Das Puddeln. Ein Kapitel aus der Geschichte des Eisens in der Industriellen Revolution. Oldenbourg, München 1987.
- Ulrich Wengenroth: Unternehmensstrategien und technischer Fortschritt. Die deutsche und die britische Stahlindustrie 1865–1895. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1986.
- Ders.: Technologietransfer als multilateraler Austauschprozeß. Die Entstehung der modernen Stahlwerkskonzeption im späten 19. Jahrhundert. In: Technikgeschichte 50/1983.
- Ders.: Das Stahlwerk 1860–1960. Quelle technikhistorischer Forschung und Objekt zur Veranschaulichung wissenschaftlicher Erkenntnisse. In: Walter Buschmann (Hrsg.): Eisen und Stahl. Texte und Bilder zu einem Leitsektor menschlicher Arbeit und dessen Überlieferung. Klartext, Essen 1989.

DER AUTOR

Ulrich Wengenroth, Dr. phil., geboren 1949, ist ordentlicher Professor am Zentralinstitut für Geschichte der Technik an der Technischen Universität München.

TreibhausWir müssen darüber reden.



Das Klima auf unserem Planeten ist in Gefahr, und wir alle tragen dazu bei. Autos, Heizungen, Kraftwerke – so produziert jeder von uns CO₂, das Kohlendioxid. Die Folgen von zuviel CO₂: Auf der Erde wird es immer wärmer. Die Wüsten breiten sich aus, Eisberge schmelzen, der Meeresspiegel steigt.

Wir müssen jetzt handeln, damit die Erde nicht zum Treibhaus wird. Vor allem die wirtschaftlich hochentwickelten Länder müssen mit fossilen Brennstoffen wie Kohle, Öl und Gas sorgsam umgehen. Das gilt auch für die Stromerzeugung. Wir, die deutschen Stromversorger, haben bereits rohstoffschonende und schadstoffarme Kohlekraftwerke entwickelt. Zugleich fördern wir den sparsamen Umgang mit Strom.

Wir nutzen Wasser, Sonne und Wind zur Stromerzeugung, wo es technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Und wir nutzen die Kernkraft.

Mit Strom aus Uran decken wir 40 Prozent unseres Strombedarfs. Umweltschonend und preiswert. Unsere Kernkraftwerke sind so sicher, daß wir ihren Betrieb verantworten können.

Außerdem: Kernkraft produziert kein CO₂.

Ihre Stromversorger

C O U P O N

An den Info-Service STROM,
Postf. 17 16 49, 5308 Rheinbach.

Bitte schicken Sie mir folgende Broschüre kostenlos zu:

Sicherheit der Kernkraftwerke

Klare Strom-Linie für die Zukunft

Name _____

Straße _____

PLZ/Ort _____



KANONEN UND KRUFZIFIXE

Eine Medaille erzählt aus der Geschichte des Preußischen Eisenkunstgusses

VON HELMUT LINDNER

Im oberschlesischen Gleiwitz begann im Jahre 1798 die Ära des Preußischen Eisenkunstgusses. Die Technik erforderte sehr viel Erfahrung, die von einer Generation an die nächste weitergegeben wurde. In Friedenszeiten wurden Zier- und Schmuckgegenstände gegossen, im Krieg Kanonenrohre.

Als die Medaille „Krieg und Frieden“ im Jahre 1809 gegossen wurde, waren gerade drei Jahre seit der vernichtenden Niederlage Preußens bei Jena und Auerstedt vergangen. Napoleon I. hatte den Kontinent mit Krieg überzogen. Die Vorderseite der Medaille mit der Inschrift „Oede trauern Flur und Berge“ weist auf die kriegerischen Zeitläufe hin. Die klagende Borussia sitzt vor einem antiken Rundtempel in einer menschenleeren Landschaft. Die Arbeitsgeräte sind zerstört: Der Pflug ist umgestürzt, die Haspel zur Förderung des Erzes zerbrochen. Der preußische König Friedrich Wilhelm III. war 1806 mit seiner Familie aus Berlin abgereist, erst im Dezember 1809 kam er nach Berlin zurück.

Von der Rückkehr des Königs erhoffte man sich eine Besserung der Verhältnisse: „Fleiß und Freude kehren wieder“, heißt es auf der Rückseite der Medaille. Die dräuenden Wolken sind verschwunden, der Landmann pflügt wieder, der Wind bläht die Segel des Schiffes, und die Bergleute können ihrer Arbeit nachgehen. Die Menschen eilen zum Tempel der Göttin Athene, der Patronin des Handwerks, der Künste und Wissenschaften.

Bevor es so weit war, gossen die preußischen *Königlichen Eisengießereien* in Berlin und Gleiwitz/Oberschlesien nicht Kunstgegenstände, sondern Waffen und die Munition für die Befreiungskriege 1813/1814. Die Bevölkerung wurde aufgerufen, Gold und Wertsachen zu spenden, und erhielt dafür eiserne Ringe: „Eisen statt Gold“ war die Devise. Karl Friedrich Schinkel, Geheimer Ober-



Die Vorderseite:
Der Krieg läßt Handwerk
und Handel nicht zu.

bauassessor an der Technischen Oberbau-Deputation in Berlin, entwarf 1813 das Eiserne Kreuz. Geschwärtzter eiserner Schmuck in schlichter Form, bekannt unter der Markenbezeichnung „Berliner Eisen“, kam dem Empfinden der Zeit entgegen. Die Blütezeit des Eisenkunstgusses fällt in die Regierungszeit Friedrich Wilhelms III. (1797–1840). Ander Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert waren die technischen Voraussetzungen für den Eisenkunstguß geschaffen.

Der Bronzeguß war der technische Vorläufer

Die Errichtung höherer Öfen im ausgehenden Mittelalter führte unter Verwendung starker Gebläse und guter Holzkohle bei Temperaturen oberhalb 1500 Grad Celsius zu flüssigem Roheisen. Das so gewonnene Gußeisen war wegen des hohen Kohlenstoffgehalts nicht schmiedbar. Dafür ließ es sich nach dem Abstich in Formen gießen. Die Gießerei war zu-

nächst abhängig vom Hochofenbetrieb. Seit dem Ende des 18. Jahrhunderts konnte man flüssiges Roheisen in sogenannten Kuppelöfen erhalten, in denen mit Holzkohle oder Koks bereits erschmolzenes Eisen erneut verflüssigt wurde.

Was die Gießtechnik selbst betraf, konnte der Eisenguß an den älteren Bronzeguß anknüpfen – erinnert sei an den Guß von großen Reiterstatuen, Geschützen oder Glocken. Der künstlerische Eisenguß erreichte gegen Ende des 18. Jahrhunderts eine neue Dimension durch den Übergang vom Reliefguß – wie bei Ofen- und Kaminplatten – zum Guß von freistehenden Plastiken. Der Guß von großen Statuen gelang erstmals 1784 nach dem Wachs ausschmelzverfahren im *Lauchhammerwerk* in Sachsen. Bei diesem Verfahren wird über einen Lehmkern eine Wachsschicht aufgebracht, die entsprechend der gewünschten Figur bearbeitet und mit einer weiteren Lehmschicht belegt wird: Nach dem Erhitzen fließt das Wachs aus, und der Zwischenraum wird



Die Rückseite:
Im Frieden kehren „Fleiß
und Freude“ wieder.

vom flüssigen Eisen gefüllt. Der Nachteil dieser Technik liegt darin, daß die Form sehr zeitaufwendig ist und bei jedem Guß verlorengeht. Ein anderes Verfahren, das Formen in Sand, beschleunigt den Formvorgang und ermöglicht die Massenfertigung: Ein Modell wird in entsprechend aufbereitetem Sand in einen Kasten abgedrückt, und die Vertiefung, die nach dem Entfernen des Modells zurückbleibt, bildet die Negativform.

Für den Guß der hier gezeigten Medaille wurde eine bereits gegossene Medaille genommen, mit der die Vorderseite geformt wurde. Um die Rückseite zu erhalten, benötigte man einen zweiten Formkasten, in dessen Sand die Rückseite eingedrückt wurde. Beide Formkästen, zusammengesetzt und mit entsprechenden Eingußöffnungen versehen, ermöglichen den Guß der ganzen Medaille. Dies ist zugleich das Verfahren, mit dem sich Plastiken gießen lassen. Bei komplizierten Modellen sind mehrere Formkästen und Sandkerne für Hohlräume erfor-

derlich; außerdem ist der Schwund beim Erstarren und Abkühlen zu berücksichtigen – der Nachguß einer Vorlage ist stets kleiner.

Die Technik, so leicht sie erscheinen mag, erforderte große Kenntnisse und Erfahrung, die von einer Generation auf die andere weitergegeben wurde. So eigneten sich für den Eisenkunstguß nur besonderer Sand und Eisenerze mit hohem Phosphorgehalt für leichtflüssiges Eisen.

Der Eisenkunstguß wurde in Preußen vor allem von drei Gießereien gepflegt: von den *Königlichen Eisengießereien* in Gleiwitz, Berlin und Sayn. In Schlesien förderte Friedrich II. das Bergbau- und Hüttenwesen, um die Festungen des neu eroberten Gebietes mit Waffen und Munition zu versehen. Im Jahre 1796 gelang es nach zuerst vergeblichen Versuchen, Roheisen mit Hilfe von Koks nach einer in England entwickelten Technik zu gewinnen. Zwei Jahre später begann der Gleiwitzer Eisenkunstguß mit Medaillen und Kreuzfixen, gefolgt von Briefbeschwe-

ren, Rauch- und Schnupftabaksdosen, Leuchtern, Statuetten, Büsten, Schachfiguren, Schmuck und so weiter – sie alle in großer Stückzahl.

In Berlin, in größerer Nähe zu den Kunden, wurde ebenfalls eine seit 1804 auf der Grundlage von Kupolöfen produzierende Eisengießerei eingerichtet, die nicht nur das Roheisen aus Gleiwitz bezog, sondern auch Medailleure und Former. Zahlreiche, in Berlin ansässige Künstler – unter anderen Johann Gottfried Schadow, Christian Daniel Rauch oder der bereits erwähnte Karl Friedrich Schinkel – lieferten Entwürfe, die von Modelleuren für den Guß umgesetzt wurden. So fertigte Leonhard Posch das Modell der abgebildeten Medaille nach einer Zeichnung von Wolf. Entwürfe, Vorlagen und Modelle wurden unter den staatlichen Gießereien, zu denen nach 1815 die Eisengießerei in Sayn bei Koblenz hinzukam, ausgetauscht, so daß sich nicht immer Gußort und -zeit ermitteln lassen.

Der Eisenkunstguß spielte zwar nicht mengenmäßig, dafür aber wertmäßig bei den *Königlichen Eisengießereien* in Preußen eine Rolle. Als staatliche Gießereien waren sie von großer Bedeutung für die Industrialisierung des Landes. Sie gossen in erster Linie Maschinenteile – in Kriegzeiten sofort Waffen und Munition.

Diese Ambivalenz von friedlicher und kriegerischer Produktion gibt die hier gezeigte Medaille wieder. □

DER AUTOR

Helmut Lindner, geboren 1948, studierte Nachrichtentechnik, Mathematik und Physik und promovierte mit einem Thema aus der Geschichte der Elektrotechnik. Nach seiner Assistentenzeit an der Technischen Universität Berlin im Fachgebiet Geschichte der exakten Wissenschaften und der Technik leitet er seit 1985 am Berliner *Museum für Verkehr und Technik* die Abteilung Dokumentation.



Die Schwebefähre
Ostern
ihrer Restaurierung
in den Jahren 1970-75
Sie ist die einzige
erhaltene Schwebefähre
in Deutschland

SCHWEBEND ÜBER DEM WASSER

Mit der Schwebefähre bei Osten
ist ein in Deutschland einzigartiges
technisches Kulturdenkmal
vom Verfall bedroht

VON HARTMUT SELLIN

Ein dreiviertel Jahrhundert lang hat sie gedauert: die Epoche der Stahlfachwerke. Vor allem Verkehr, Transport und Förderung haben die großen Aufgaben gestellt, die mit Bauwerken aus Stahl in Fachwerkbauweise bewältigt wurden. Brücken, Bahnhofshallen, Krane und Verladeeinrichtungen in den Häfen, Strommaste für den Energietransport und Fabrikhallen sind eindrucksvolle Beispiele. In Deutschland einzigartig ist die Schwebefähre bei Osten. Nun droht dem Technischen Kulturdenkmal aus dem Jahr 1909 der Verfall.

geografischen Situationen: Die Zunahme des Landverkehrs, größere Fahrzeuge und wachsende Transportlasten ließen nach Alternativen zum Betrieb von Fähren suchen. Der Schiffsverkehr, häufig noch mit segelgetriebenen Fahrzeugen, erforderte große Durchfahrtshöhen und – bei ebenfalls zunehmender Dichte – einen möglichst reibungslosen Verkehrsfluß auf dem Wasser. Im Kostenvergleich waren die Schwebefähren verhältnismäßig billig: Die günstigen Trageigenschaften der Fachwerkstruktur hielten den Materialaufwand gering, so daß die Schwebefähren gegenüber Dreh- und Klappbrücken oder der Kombination von festen Brücken mit hohen Zufahrtsrampen erhebliche wirtschaftliche Vorteile boten.

Die weitere Zunahme des Landverkehrs beendete die relativ kurze Blütezeit der Schwebefähren. Die meisten von ihnen wurden abgebrochen, wenn nicht besonders günstige Bedingungen für ihren Erhalt gegeben waren. Das war vor allem dann der Fall, wenn die Anforderungen des Straßenverkehrs nur langsam wuchsen und die Schwebefähren ihm so lange genügen konnten, bis sich das Bewußtsein für die Bedeutung Technischer Kulturdenkmale entwickelt hatte. Solch günstigen Umständen und dem Engagement einiger Anwohner verdankt die letzte Schwebefähre in Deutschland ihre Erhaltung: die Schwebefähre über die Oste.

Die Oste, ein 145 Kilometer langes Flüsschen, entspringt etwa 20 Kilometer südwestlich von Hamburg und mündet rund zehn Kilometer östlich von Cuxhaven in die Elbe. Der Unterlauf ist auf 80 Kilometer Länge schiffbar und wird

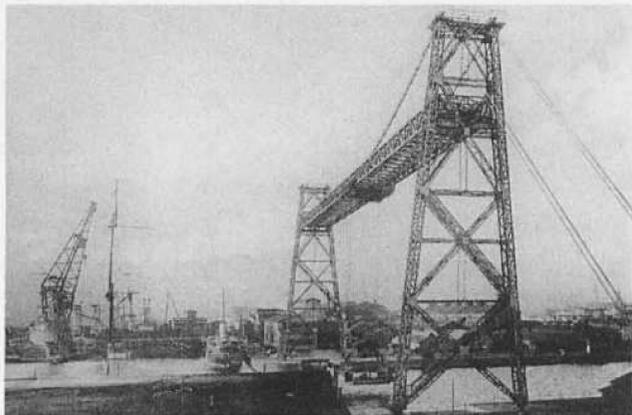
seit erdenklichen Zeiten für den Warenverkehr genutzt. Der Tidenhub beträgt an der Mündung 2,7 Meter. Meist wurde mit dem Strom gesegelt oder auch der Gezeitenstrom allein für die Fortbewegung genutzt. Während 1834 nur 1804 Schiffe aus der Elbe in die Oste einliefen, waren es im Verlauf des Jahres 1896 rund 13 000, zum Teil auch seegängige Schiffe.

Der Fährbetrieb über die Oste ist seit dem Mittelalter bekundet. Eine Zugbrücke bei Kranenburg – feste Brücken ließ der Schiffsverkehr nicht zu – wurde im 30jährigen Krieg zerstört. Stürme und Eisgang behinderten häufig den Fährbetrieb. Der wachsende Landverkehr ließ bei den angrenzenden Ufergemeinden den dringenden Wunsch nach einer Brücke wachsen. 1897 wurde erstmals über eine Realisierung beraten. Das Projekt einer Drehbrücke wurde verworfen, weil die Kosten und die Zeitverluste beim Bewegen der Brücke zu hoch erschienen. 1893 war in Bilbao die erste Schwebefähre gebaut worden, der bald weitere folgten. Es lag nahe, die Errichtung dieses Brückentyps zu erwägen.

Nachdem 1905 vom Fährbesitzer die sogenannte Fährgerechtigkeit sowie der zum Fährbetrieb gehörende Grund und Boden erworben werden konnte, wurde noch im selben Jahr die Entscheidung für den Bau einer Schwebefähre getroffen. Das erforderliche Kapital wurde beschafft, und die MAN erhielt für ihre Brückenbauanstalt Gustavsburg, die über reiche Erfahrungen mit Entwurf, Konstruktion und Bau von Fachwerkbrücken verfügte, den Auftrag. Die Herstellung der elektrischen Anlagen wurde der AEG in Berlin übertragen. Im August 1908

Um die Jahrhundertwende wurde an verschiedenen Orten, vor allem in Häfen und in der Nähe von Flußmündungen, ein sehr spezieller Typ eines Verkehrsbauwerks mit Fachwerkstruktur entwickelt: die Schwebefähre. Sie überbrückte vom Niveau des Landverkehrs aus ohne besondere Zufahrtsrampen einen Wasserweg, ohne den Schiffsverkehr zu behindern oder zu unterbrechen. Dreh- oder Klappbrücken dagegen unterbrachen immer den einen oder anderen Verkehrsweg. Der Brückentyp der Schwebefähre bedeutete zwar Wartezeiten für den Landverkehr, ließ jedoch den Schiffsverkehr unbehindert. Die konstruktiven Voraussetzungen bot der Fachwerkbau, den Antrieb für den Fahrkorb lieferte die elektrische Energie, deren Umwandlung aus Wärmeenergie seit 1866 möglich war.

Der Brückentyp Schwebefähre entsprach den damaligen verkehrstechnischen Anforderungen in besonderen



Schwebefähre in Bilbao (oben).

Schwebefähre von Rochefort-Martrou (oben rechts).

Schwebefähre in Marseille, erbaut 1905 (rechts).

Schwebefähre in Kiel aus dem Jahr 1909 (links).



wurde mit dem Bau begonnen, im Oktober 1909 konnte er seiner Bestimmung übergeben werden.

Mit früher gebauten hat die Schwebefähre bei Osten nur die Art der Transportfunktion und Grundzüge des konstruktiven Aufbaus gemeinsam: In einer Gondel werden Personen und Fahrzeuge in relativ geringer Höhe über den Wasserweg befördert. Die Gondel hängt an einem Wagen, der auf den Schienen eines Brückenträgers in einer für den Schiffsverkehr ausreichenden Höhe den Wasserweg überquert. Der Brückenträger wird von vier Stützen oder Pylonen gehalten, die als Stahl-Fachwerke konstruiert sind.

Die ersten Schwebefähren beruhten auf dem Prinzip, große Anteile der auftretenden Kräfte durch Drahtseile aufzunehmen. Die auf die gesamte Konstruktion einwirkenden horizontalen Windkräfte werden durch schräg geführte und im Boden verankerte Seilabspannungen der Pylone abgetragen. Der Brückenträger hängt, wie bei Hängebrücken, an Tragseilen, die über die oberen Enden der Pylone geführt werden und im Boden verankert sind; sie nehmen auch die Windkräfte in Längsrichtung auf.

Die MAN gelangte zu einem völlig anderen Lastabtragungssystem – wahrscheinlich spielten dabei die bestehenden Schutzrechte und die Abmessungen eine Rolle, die geringer waren als beispielsweise die der großen Schwebefähre von

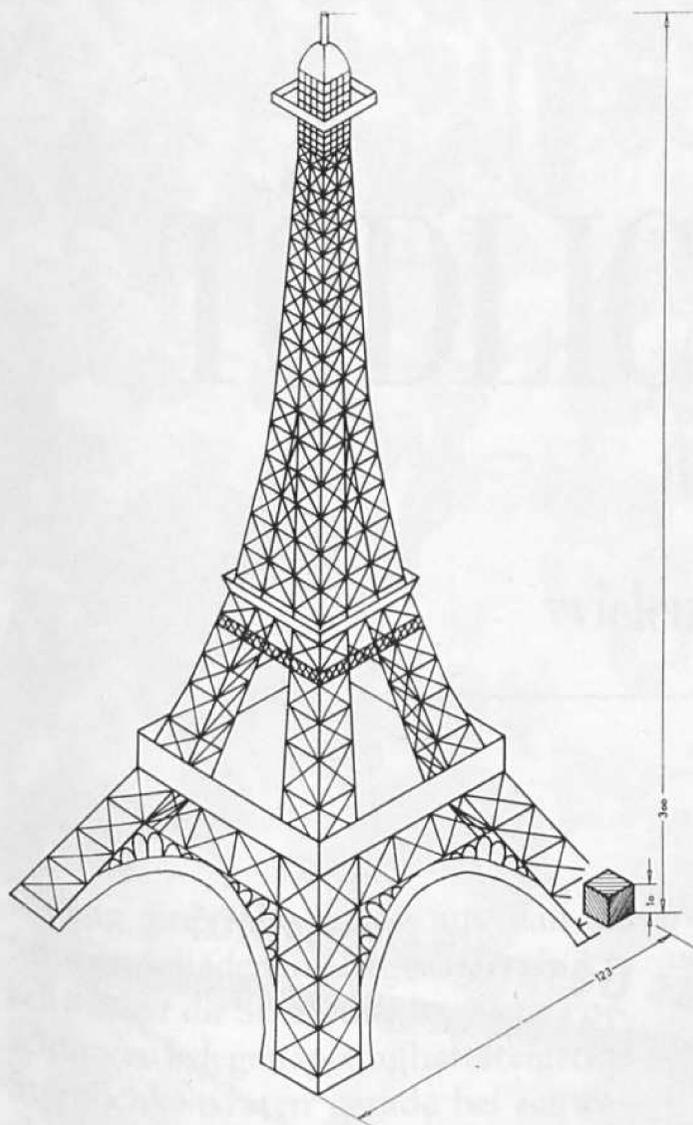
Rochefort-Martrou. Die horizontalen Windkräfte werden bei der Schwebefähre von Osten dadurch aufgenommen, daß Brückenträger und Stützen zusammen – in Längs- und Querrichtung der Konstruktion – Rahmen mit biegefesten Ecken bilden. Da die vier Stützen sich nach unten verjüngen und jeweils nur in einem Punkt auf den Fundamentpfeilern ruhen, ist auch mit dem Auge ablesbar, daß nur senkrecht wirkende Kräfte abgetragen werden: Stützen und Brückenträger bilden sogenannte Zweigelenrahmen. Der Brückenträger zwischen den Stützen ist biegefest konstruiert, das Fachwerk nimmt die vertikalen Kräfte der Verkehrslast und die horizontalen Windkräfte auf. Weil der Träger nicht an Seilen aufgehängt ist, hat er eine gegenüber anderen Konstruktionen erheblich größere Höhe, die an der Abtragung der Nutzlasten bemessen ist. Durchfahrtshöhe über höchstem Wasserstand: 21 Meter.

Während der Transportwagen bei der Schwebefähre von Rochefort-Martrou vom Boden aus mit Drahtseilen gezogen wurde, wird er in Osten durch zwei im Wagen montierte Elektromotoren angetrieben. Für die Fachwerkstruktur wurden 252 Tonnen Stahl verbaut. Sie hat eine Höhe von 34 Metern, eine Breite von 25 und eine Länge von 90 Metern. Die aufgewendete Stahlmenge entspricht einem kompakten Stahlwürfel mit etwa 3,2 Metern Kantenlänge.

Bei der Fähre von Osten herrschen technische Sachlichkeit und die Strenge der konstruktiv bedingten Formen vor. Die Geradlinigkeit der Einzelteile und der Bauglieder entspricht der Präzision maschineller Produktion von genormten Teilen. Der Brückenträger und seine Verbindung mit den Stützen verdeutlichen Festigkeit. Leichtigkeit und Eleganz entstehen aus der Verjüngung der Stützen, deren Gitterwerk sehr viel weitmaschiger als das des Brückenträgers ist, und aus dem wie mühelosen Abstützen auf den Auflagern in punktförmiger Berührung.

Die Schwebefähre über die Oste tat bis 1974 ihren Dienst. Seit ihrer Entstehung gab es grundlegende Veränderungen: Das Volumen des Güterverkehrs ist erheblich angewachsen, und es war zunehmend vom Wasser auf die Straße verlagert worden. Deshalb wurde 1969 mit dem Bau einer Brücke für die Bundesstraße 495 begonnen. Da kaum mehr Rücksicht auf den Schiffsverkehr genommen werden mußte, hat sie nur eine geringe Durchfahrtshöhe. Sie ist als Vollwandträger aus Stahl ausgeführt. Die seit den 30er Jahren vervollkommnete Methode des Schweißens großer stumpfstoßender Bleche hat das arbeitskraftintensive Fügeverfahren des Nietens verdrängt. Der Anwendungsbereich für Stahlfachwerke ist klein geworden. Das Zeitalter der eindrucksvollen Stahlfachwerke ist vorüber. Nachdem die neue Straßenbrücke fer-

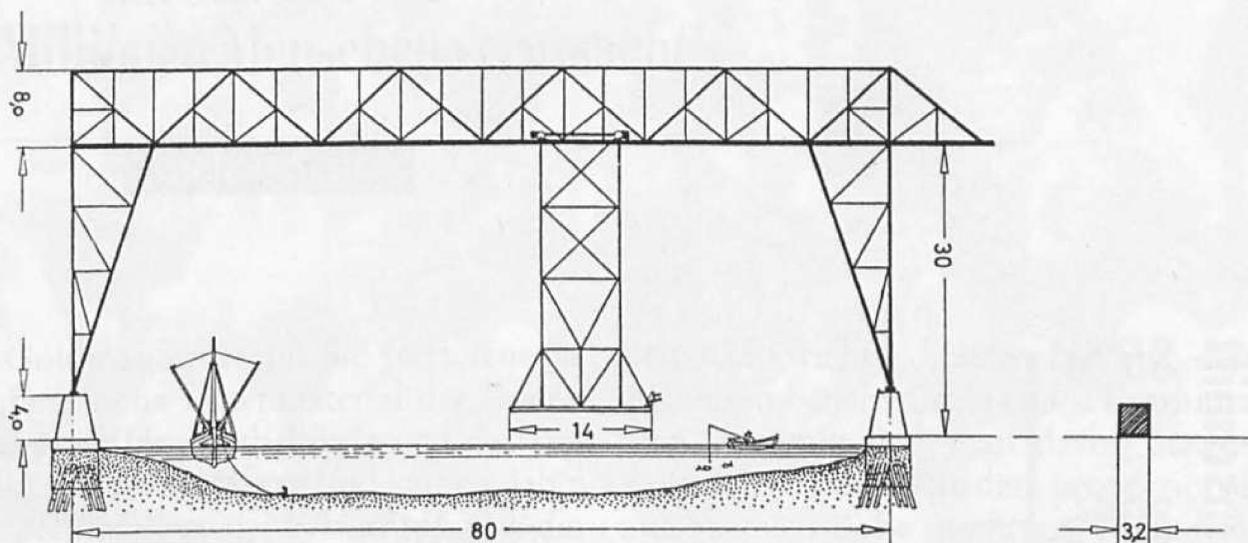
Zeichnungen: Thomas Kramer (l.); Fritz Zuschlag (r.)



Der Eiffelturm, errichtet zur Weltausstellung 1889 in Paris, zeigte mit seinen über 300 Metern Höhe weithin sichtbar die konstruktiven Möglichkeiten, die die Fachwerkbauweise mit dem Material Stahl bieten konnte. Vor allem die Brückenbauten, die bei größtmöglichen Spannweiten hohe Lasten zu tragen hatten, machten

vor und nach der Jahrhundertwende von Stahlfachwerken Gebrauch. Mit vergleichsweise geringem Materialaufwand können Druck- und Zugkräfte bewältigt werden: Der für den Eiffelturm benötigte Stahl entspricht einem kompakten Würfel von zehn Metern Kantenlänge; das in der Schwebefähre bei Osten verbaute Material

würde einen Würfel von 3,2 Metern Kantenlänge füllen. Waren die früheren Holzfachwerke eher empirisch begründet, so entwickelte der königlich bayerische Baubeamte Culmann eine Theorie des Fachwerks: Danach konnte der geringstmögliche Materialaufwand für die gewünschte Stabilität errechnet werden.



tiggestellt war, drohte der Schwebefähre bei Osten der Abbruch. Schon 1928 war die Schwebefähre in Kiel abgebaut worden. Seitdem ist die Schwebefähre von Osten das letzte Beispiel eines Verkehrsbauwerks in Deutschland, das für die Entstehungszeit um die Jahrhundertwende charakteristisch ist. Mit dem Abbruch würde dieses letzte Zeugnis zerstört.

Zunächst wurde der Abriss durch die Besitzerin, die Bundesrepublik Deutschland, durch einen Zufall verzögert: Die Kosten dafür waren höher als der Schrottwert. Einige engagierte Liebhaber des Bauwerks stellten einen Antrag auf Erhalt der Schwebefähre, und es gelang ihnen, für diesen Status eines Technischen Baudenkmals zu erlangen. Die Übernahme des Bauwerks in die Trägerschaft des Kreises Land Hadeln sicherte den Erhalt. Die Fördergesellschaft zur Erhaltung der Schwebefähre Osten e. V. wurde gegründet, die erfolgreich auf die Genehmigung hinwirkte, die Schwebefähre für den Fremdenverkehr wieder in Betrieb zu nehmen.

In den Jahren 1975/76 konnte das Stahlfachwerk der Schwebefähre mit Mitteln des Landes Niedersachsen, der Bundesrepublik, der Samtgemeinde Hemmoor, des Landesverbandes Stade, der Sparkasse Osten und mit privaten Spenden gründlich restauriert werden. Bei einer technischen Überprüfung im Jahr 1989 wurden an den Fahrschienen und in ihrem Stützbereich erneut Rostschäden festgestellt:

Der Fährbetrieb für die zahlreichen Besucher konnte nicht aufrechterhalten werden. Wieder geht es darum, die Bundesrepublik, das Land Niedersachsen, den Landkreis Cuxhaven und private Spender von der Notwendigkeit zu überzeugen, die erheblichen Kosten für die Restaurierung aufzubringen. Denn der technikgeschichtlichen Präsentation geht es nicht nur darum, ein äußerlich scheinbar gut erhaltenes Denkmal zu bewahren: Die Schwebefähre soll in Funktion gezeigt und im wahrsten Sinne des Wortes „erfahren“ werden können. Ein funktionsloses Denkmal, das nicht mehr benutzt werden kann, ist tot.

Ein technisches Denkmal soll aber auch Wirkung ausüben. Es soll die Botschaft der historischen Bedingtheit technischer Entwicklungen, den Zusammenhang mit den gesellschaftlichen und ökonomischen Grundlagen sowie die Voraussetzungen vermitteln können, die andere Bereiche der Technik bieten. Das geschah im Technikunterricht der 8. Klasse einer Hauptschule im nahegelegenen Otterndorf.

Die Schülerinnen und Schüler setzten sich mit Grundproblemen der Statik und Festigkeit auseinander, wie es im Lehrplan vorgesehen ist. Untersucht wurden einfache Fachwerke, wobei es vor allem darum ging, experimentell das Auftreten von Druck- und Zugkräften bei unterschiedlichen Belastungen zu ermitteln. Das erworbene Wissen wurde auf das Bauwerk

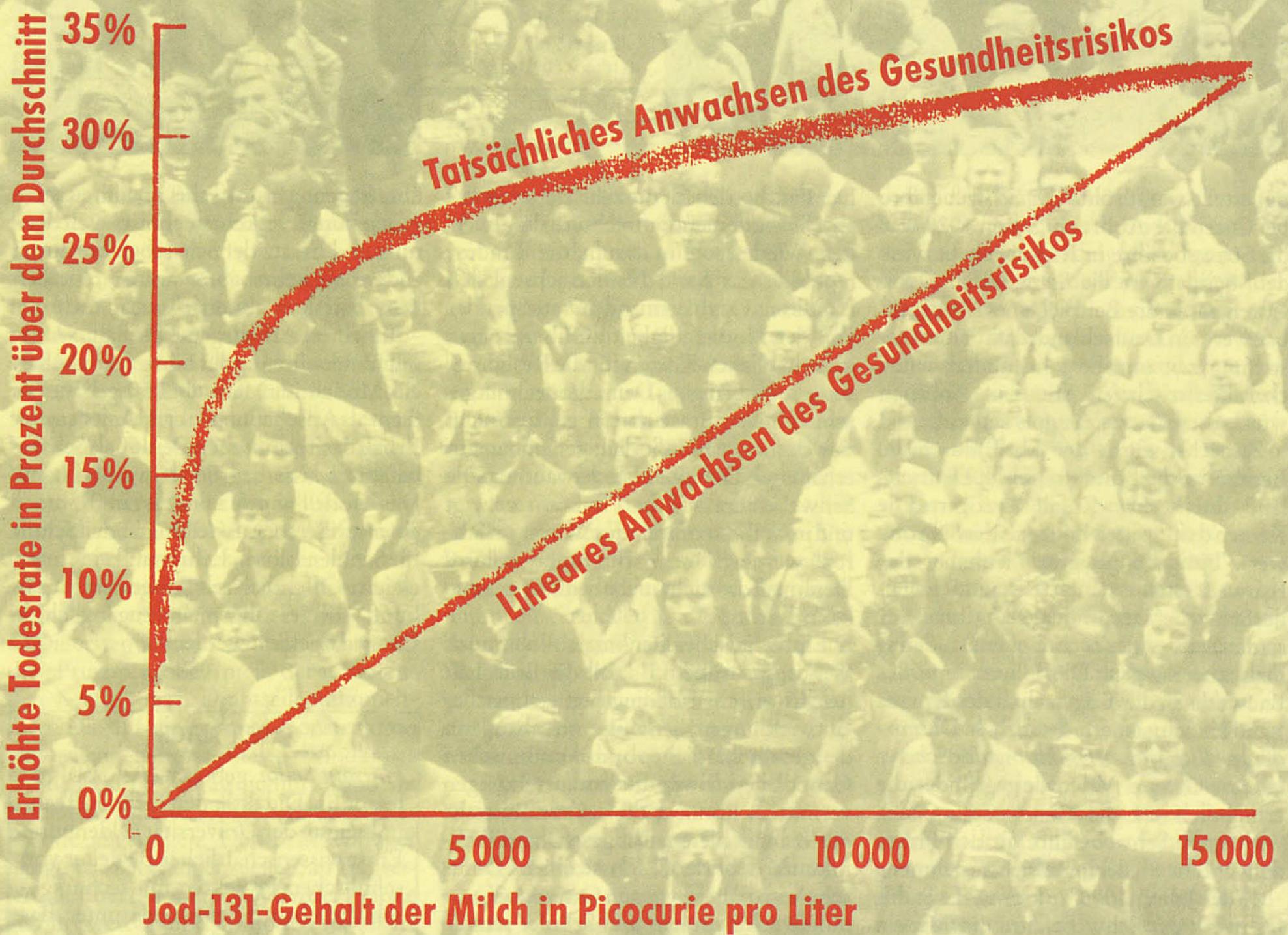
übertragen; historische Bedingungen, Entstehung, verkehrstechnische Bedeutung und Ersatz der Schwebefähre durch andere Verkehrsbauten waren plötzlich kein abstrakter Unterrichtsstoff mehr.

In einer Arbeitsgemeinschaft wurde mit Unterstützung der Fördergesellschaft ein Modell im Maßstab 1:50 gebaut. Es dient als Anschauungsobjekt, mit dem der Erhalt des Technischen Denkmals Schwebefähre besser begründet werden kann. Das Modell wurde zunächst im Rahmen einer größeren Ausstellung in der Schule für Schüler, Eltern, Lehrer und eine interessierte Öffentlichkeit präsentiert. In Zukunft soll es allgemein zugänglich in Osten aufgestellt werden. □

DER AUTOR

Harmut Sellin, geboren 1926, ist Professor für Didaktik der Technik/Technologie an der Universität Oldenburg. Er ist wissenschaftlicher Begleiter von schulischen Projekten mit technikgeschichtlichen Themen, darunter das Projekt Schwebefähre Osten.

Anschrift der Fördergemeinschaft zur Erhaltung der Schwebefähre Osten e. V.: Deichstraße 1, D-2176 Osten. – Der im Beitrag erwähnte Unterricht wurde von Hans-Otto Funke gegeben.



TÖDLICHE TÄUSCHUNG

Radioaktive Niedrigstrahlung
hat den Tod von
vielen Millionen Menschen verursacht

VON JENS SCHEER

Bislang ging man davon aus, daß die Strahlenschäden um so geringer sind, je schwächer die Strahlung ist. Neue Forschungen belegen sprunghaft steigende Sterblichkeitsraten gerade bei schwacher Strahlung. Einen verträglichen Grenz- und Schwellenwert kennt der menschliche Organismus nicht. Ist das Immunsystem durch Radioaktivität erst einmal geschädigt, kann es selbst geringe Strahlenmengen nicht mehr verkraften. Aus den Sterberegistern läßt sich der Zusammenhang zwischen nuklearen Unfällen und tödlicher Wirkung ablesen.

Im fünften Jahr nach Tschernobyl nehmen die erschütternden Berichte über das Ausmaß der Schäden in weiten Gebieten der Sowjetunion eher zu. Denn inzwischen ist deutlich, daß der Super-Gau von 1986 zu Mißgeburten bei Menschen und Tieren geführt hat, zu Leukämie, zur allgemeinen Schwächung des Immunsystems, das alle Arten von Immunkrankheiten nicht mehr abwehren kann – eine Schwäche, die makaberweise „Tschernobyl-Aids“ genannt wird. Einschauerliches Geschehen „hinten weit in der Ukraine“? Selbst in den USA hat die in Tschernobyl freigesetzte Radioaktivität zu einer nachweisbaren Erhöhung der Sterblichkeitsrate geführt. Den Nachweis haben Jay M. Gould und Benjamin

A. Goldman erbracht. Sie werteten das umfangreiche Datenmaterial der amerikanischen Umweltbehörde und der Bevölkerungsstatistik aus und kamen dabei beispielsweise zu der Erkenntnis, daß die Sterblichkeit gegenüber dem Vorjahr deutlich erhöht war, wenn das kurzlebige Isotop Jod¹³¹ in der Milch angereichert war.

Ein Einwand liegt nahe: Wenn die relativ geringe Belastung in den USA so große Wirkungen hatte, hätte man dann nicht bei den sehr viel höheren Belastungen in Europa drastische und unmittelbar ins Auge springende Folgen erwarten müssen? Das war offensichtlich nicht der Fall. Uneinheitliche Datenbasis, verschiedene Bevölkerungsdichten in den einzelnen Ländern oder starke Sterblichkeitschwankungen in den Vorjahren reichen zur Erklärung nicht aus. Auch einzelne Untersuchungen in Polen, der Türkei, Skandinavien, in der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz, die teilweise massive Effekte verschiedener Art beobachtet haben, können den scheinbaren Widerspruch nicht auflösen. So schwer die Schäden im Einzelfall waren: Sie erreichten nicht das Ausmaß, das man bei einer linearen Fortschreibung von Goulds Daten hätte erwarten müssen. Trotz der sehr viel stärkeren Strahlenbelastung blieben in Europa entsprechend stärkere Schäden aus.

Wie nun, wenn die lineare Korrelation von Belastung und Schaden den Sachver-

halt nicht richtig beschreibt? Seit den Atombombenabwürfen auf Hiroshima und Nagasaki war man davon ausgegangen, daß der Schaden proportional zur Strahlenstärke zunimmt. Nachdem Gould die Sterbestatistiken in Beziehung zur Strahlenbelastung gesetzt hatte, fand er, daß diese Annahme nicht richtig war. Es zeigte sich nämlich, daß der Schaden – zumindest im unteren Belastungsbereich – keineswegs proportional mit der Belastung zunimmt. Vielmehr steigen die Kurven bei kleinen Werten sehr steil an, bevor sie allmählich flacher werden, ohne allerdings konstant zu sein. Im Gegensatz zu früheren Annahmen bedeutet dies: Der gleiche Zuwachs an Strahlenbelastung richtet auf niedrigem Niveau größere Schäden an als auf hohem. Die Schadenskurve ist nicht linear, sondern logarithmisch. Wie in einem Puzzle paßten plötzlich Einzelerkenntnisse zusammen, zwischen denen zuvor kein Zusammenhang zu bestehen schien.

Gould selbst war zunächst von seiner Entdeckung überrascht. Tatsächlich widersprach sie der bis heute verbreiteten Auffassung, daß es einen Schwellenwert für Strahlenschäden gebe und Belastungen unterhalb dieser Schwelle unschädlich seien. Die medizinische Strahlendiagnostik und -therapie, die das Vorurteil gestützt hatte, war möglicherweise von einem falschen Ansatz ausgegangen.

Die logarithmische Schadenskurve zeigt sich vor allem dort, wo radioaktive

Spaltprodukte über die Atemluft oder die Nahrungskette in den Körper gelangen. Bei Atomanlagen in den USA konnte Gould den Zusammenhang zwischen der höheren Belastung mit Jod¹³¹ und einem überdurchschnittlichen Sterblichkeitsrisiko nachweisen. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Krebsanfälligkeit von Atomarbeitern, die über längere Zeit Strahlenbelastungen ausgesetzt waren, bestätigten den logarithmisch-gekrümmten Verlauf der Schadenskurve.

Logarithmischer Schadensverlauf

Es ergibt sich nach heutigem Wissensstand kein Bild, das mit einer einfachen Formel beschrieben werden kann. Dennoch kann als gesichert gelten: Wird der Organismus kurzfristig mit großen Strahlenmengen belastet, so treten Schäden auf, die mit der Verringerung der Strahlenbelastung zurückgehen und unterhalb einer gewissen Schwelle nicht mehr zu beobachten sind. Krebs zum Beispiel zeigt dagegen kein Schwellenverhalten, wenn die starke Strahlenbelastung nur kurzfristig stattfindet: Der Schaden verhält sich proportional zur Belastung. Ganz anders wirkt sich die gleiche Strahlendosis aus, wenn sie über längere Zeit verteilt auf den Organismus trifft: Genau dann nämlich treten die überproportionalen Effekte auf, die von Gould und Goldman beobachtet wurden.

Das unterschiedliche Verhalten des Organismus gegenüber der Strahlenbelastung – abhängig von kurzfristiger oder chronischer Strahlenbelastung – hat seine Ursachen in der Zellstruktur. Ein großer Teil der Krebserkrankungen wird durch Strahlenschäden im Zellkern hervorgerufen, für die eine proportionale Beziehung gilt, da die Zahl der „Treffer“ proportional der Zahl der „Geschosse“ ist. Andere Krebserkrankungen, vor allem aber die zahllosen indirekten Schäden, die das Immunsystem schwächen, entstehen durch die Schädigung der Zellwände. Dabei spielen im Rahmen komplizierter chemischer Vorgänge kurzlebige Verbindungen eine Rolle, die durch Strahlung in den Zellen erzeugt werden. Diese sogenannten Radikale neutralisieren sich in der Zelle mit großer Wahrscheinlichkeit, wenn sie in ausreichender Menge vorhanden sind. Läßt die Strahlung jedoch nur wenige Radikale pro Sekunde entstehen, so wächst die Chance, daß sie unbehelligt von ihres-

gleichen die Zellwand erreichen und sie zerstören. Das paßt zu Goulds Befund einer überdurchschnittlichen Schädigung durch radioaktive Niedrigstrahlung.

Lange bevor Gould die Statistik zu Rate zog, wurde dieser Zellmechanismus von dem Kanadier Abram Petkau an künstlichen Membranen, von dem Ungarn R. Novák an realen Zellen aufgeklärt. Überdies hatten T. Stokke und andere Wissenschaftler gefunden, daß radioaktives Strontium im Körper die Eigenschaft hat, die Produktion von Immunabwehrzellen im Knochenmark zu verringern. Hierbei zeigt sich ebenfalls derselbe nicht-lineare Verlauf: rascher Anstieg bei den kleinsten Dosen, danach ein Abflachen. Solche Beobachtungen schließen die Kette der Argumente dafür, daß es gerade die indirekten Strahlenschäden sind, die den von Gould entdeckten logarithmischen Schadensverlauf verursachen. Nach Tschernobyl war die Zahl der Schäden in Europa zwar insgesamt höher als in den USA, jedoch nicht proportional der Belastung. Das mußte so sein: Es wurden insgesamt mehr Zellen getroffen, aber die Wahrscheinlichkeit eines Schadens pro getroffener Zelle war geringer. Die Europäer hatten mehr Radikale in ihren Zellen, die sich gegenseitig neutralisieren konnten, während die niedrigere Belastung in den USA den Radikalen mehr Spielraum ließ.

Unübersehbare Fallbeispiele

Goulds Erkenntnisse, wonach der Schadensanstieg bei niedriger Strahlung mit einer logarithmischen Kurve zu beschreiben ist, haben sicher dazu beigetragen, die Kontroverse über schädliche Strahlenwirkungen in neuem Licht erscheinen zu lassen. Es ist wie in einem indischen Gleichnis: Blinde betasten einen Elefanten und streiten sich, ob er einer Schlange, einer Säule oder einer Bürste ähnlich sei. Jeder der Eindrücke ist richtig, solange das Gesamtbild nicht begriffen werden kann. Vergleichbar stellen die Wissenschaftler für niedrige, mittlere und hohe Strahlungsbereiche sehr verschiedene Zusammenhänge zwischen Strahlenbelastung und Strahlenschäden fest. Nun aber zeichnet sich durch den gekrümmten Kurvenverlauf ein – allerdings komplexes – Gesamtbild ab. Man kann nicht von Niedrig- auf harte Strahlung schließen – und umgekehrt. Das Bild deutlichere

Konturen gewinnen zu lassen, ist Goulds Arbeit von großem Wert.

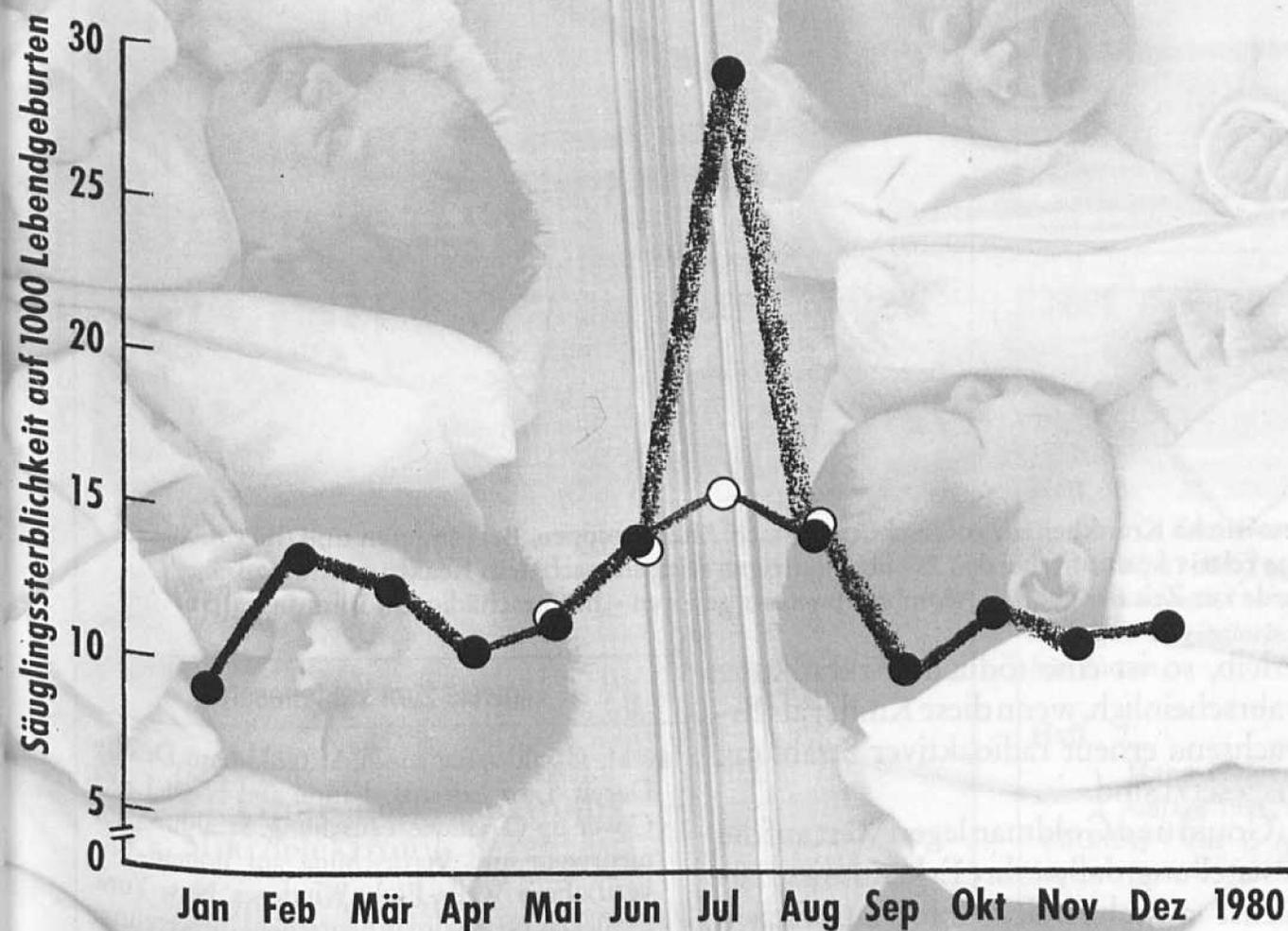
Jay M. Gould selbst versteht sich zunächst einmal als Statistiker, der den Zusammenhang zwischen chronischer Niedrigstrahlung und erhöhter Sterblichkeit festgestellt hat – und der Öffentlichkeit mitteilen möchte. Er stützt seine These mit Beispielen.

□ *Savannah River in Süd Carolina.* Die militärische Anlage stellt in ihren Reaktoren Bombenmaterial her. 1970 gab es schwere Unfälle mit Kernschmelzen. Weite Regionen im Südwesten der USA wurden verseucht. In den folgenden Jahren erhöhte sich die Sterblichkeit: Zwischen 50 000 und 100 000 Opfer können als wahrscheinlich gelten. Besonders häufig starben Säuglinge im ersten Lebensjahr, die mit Geburtsschäden auf die Welt gekommen waren. Sowohl die Emissionen im Normalbetrieb wie die Freisetzung von Radioaktivität durch den Unfall von 1970 waren aus militärischen Gründen geheimgehalten worden. Der Vorfall wurde erst 18 Jahre später bekannt.

□ *Millstone-Reaktor in Connecticut.* Nach einem Unfall im Jahr 1975 erhöhte sich in den folgenden Jahren die Krebssterblichkeit. Seit 1930 gab es nach Städten aufgegliederte Krebsregister. Zwei Jahre nach dem Unfall wurden sie nicht mehr weitergeführt.

□ *Peach-Bottom-Reaktor in Maryland.* Der Reaktor gab regelmäßig ungewöhnlich große Mengen nuklearer Spaltprodukte ab, darunter das kurzlebige Jod¹³¹. Skandale führten dazu, daß der Reaktor 1987 stillgelegt wurde. 1975 war er in Betrieb genommen worden. Danach stieg die Säuglingssterblichkeit in den nahegelegenen Städten Baltimore und Washington gegenüber dem US-Durchschnitt um 40 Prozent an. Der Reaktor liegt in einem ausgesprochenen Milchproduktionsgebiet. Nach seiner Abschaltung sank die Säuglingssterblichkeit auf den Tiefpunkt der Jahre 1967 bis 1970: Die großen Bombentests waren damals beendet, die großen Kernkraftwerke im Osten der USA noch nicht in Betrieb genommen.

□ *Three Miles Island bei Harrisburg.* In diesem Kernkraftwerk in Pennsylvania fand 1979 der schwerste Unfall statt, den die westliche Atomtechnik bislang zu verzeichnen hatte. Danach erhöhte sich die Säuglingssterblichkeit in der Umgebung, im Abwind des Reaktors nahmen die Schilddrüsenerkrankungen von Neuge-



borenen zu. In den gesamten USA stieg die Sterblichkeitsrate – in den Landkreisen der näheren Umgebung des Unfallreaktors bis zu 75 Prozent. Vermutlich starben 50 000 bis 100 000 Menschen einen frühzeitigen Tod.

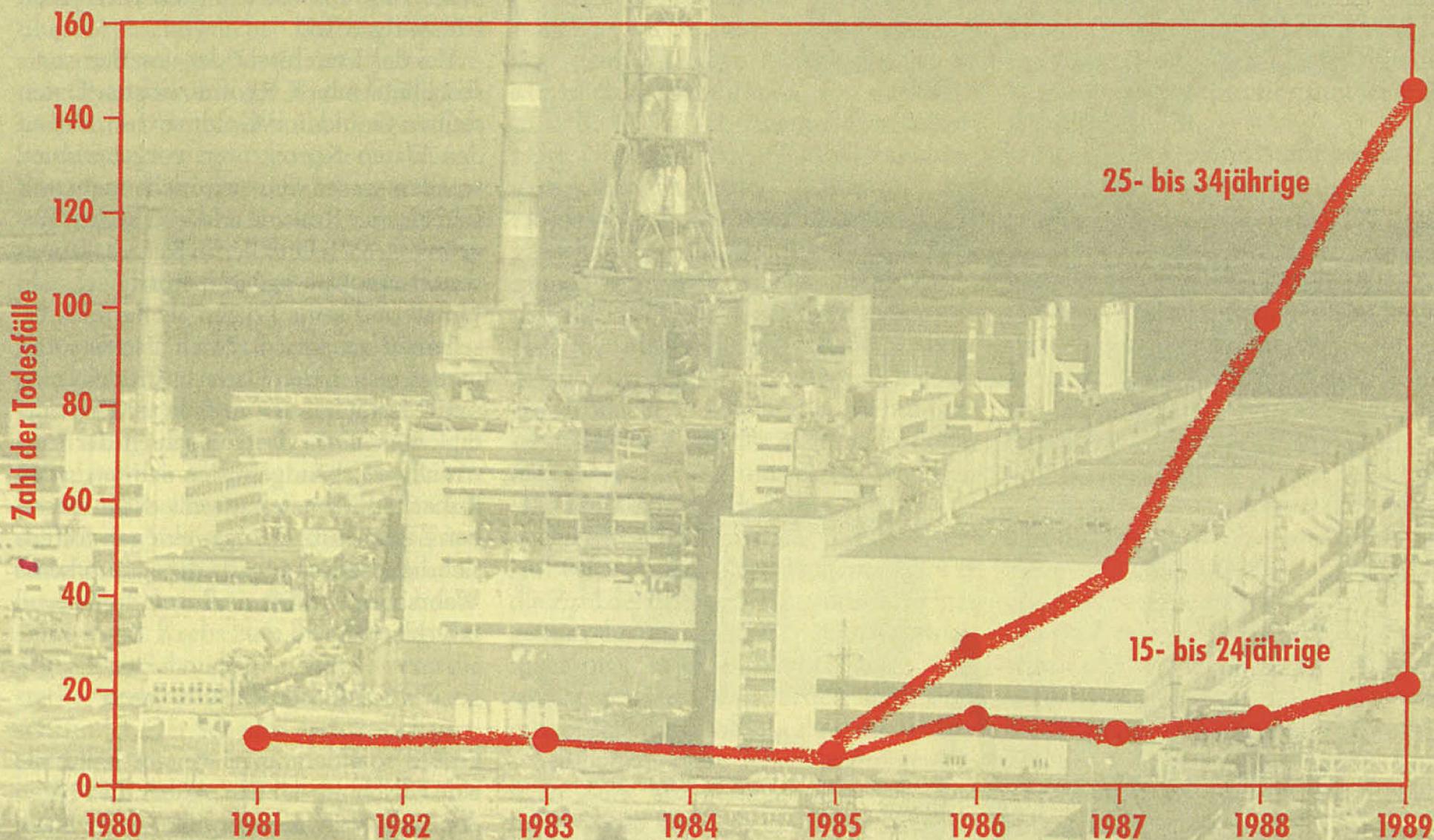
Bei der Durchsicht der von den statistischen Ämtern veröffentlichten Daten stellten Gould und Goldman fest, daß an den Daten Korrekturen vorgenommen worden waren, die sich nicht mehr mit statistischer Routine erklären ließen. Regelmäßig nach Unfällen in Kernreaktoren waren die Daten dahin korrigiert, den Unfall und seine Folgen als harmlos erscheinen zu lassen. Nach Tschernobyl fanden sich in den Daten aus Kalifornien und Massachusetts auffällige Merkwürdigkeiten: Den Originalzahlen der monatlichen Lebendgeburt wurden in den kritischen Monaten jeweils exakt dieselben Zahlen hinzugefügt – eine ganz offensichtliche Fälschung, da dies durch keine Wahrscheinlichkeit auch nur annähernd zu erklären ist.

Schlichte Fälschungen

Gould schildert zwei weitere Fälle, die eine Fälschung der Daten über die Folgen der Radioaktivität vermuten lassen. Nach einer unterirdischen Explosion im Atombomben-Testgelände Nevada und nach einem Unfall im Pilgrim-Reaktor von Massachusetts waren die behördlichen Anweisungen geändert worden, Radioaktivität in der Milch zu quantifizieren. Die neuen Richtlinien verharmlosten für Laien die radioaktive Belastung der Milch. Über Jahre und Regionen hinweg wurde die radioaktive Belastung durch Isotope in der Umgebung von Nuklearanlagen teilweise schlicht gefälscht – bis sie aus der Statistik verschwand. Zeitliche und räumliche Spitzen, die mit der radioaktiven Belastung in Zusammenhang gebracht werden konnten, waren nicht mehr zu erkennen.

Gould und Goldman vermuten, daß sie nur die berühmte Spitze des Eisbergs ent-

Säuglingssterblichkeit pro 1000 Lebendgeborene nach starken Emissionen des Peach-Bottom-Reaktors in Maryland/USA 1986. Die obere Kurve zeigt die tatsächlichen Sterbefälle, die untere die offiziell mitgeteilte Sterbestatistik.



Todesfälle in der Schweiz durch Infektions- und parasitische Krankheiten, aufgeschlüsselt nach Altersgruppen. Bei jüngeren und (hier nicht gezeigt) älteren Menschen blieb die Sterblichkeitsrate relativ konstant, bei den 25- bis 34jährigen stieg sie nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl sprunghaft an. Diese Altersgruppe wurde zur Zeit der großen Atombombentests geboren – mit geschädigtem Immunsystem.

deckt haben. Die Dunkelziffer dürfte nach ihrem Urteil höher liegen.

Neue Untersuchungen in der Schweiz haben ergeben, daß hier in besonders hohem Maße die nuklearen Spaltprodukte aus den Atombombenversuchen der 50er und 60er Jahre, aber auch von Tschernobyl, abgerechnet wurden. Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern steigt die Kindersterblichkeit, nachdem sie bis in die 70er Jahre hinein zurückgegangen war. Herz-, Kreislauf- und Infektionskrankheiten herrschen vor. Von Infektionskrankheiten sind nach Tschernobyl vor allem jene Menschen betroffen, die zur Zeit der großen Atombombenversuche um 1960 geboren wurden. Ein makabres Phänomen scheint sich zu bewahren: Schwächt radioaktive Belastung das Immunsystem von Kindern im Mut-

terleib, so ist eine tödliche Erkrankung wahrscheinlich, wenn diese Kinder als Erwachsene erneut radioaktiver Strahlung ausgesetzt sind.

Gould und Goldman legen Wert auf die Feststellung, daß sie ihre Erkenntnisse zunächst ausschließlich mit statistischen Methoden gewonnen haben. Gewiß interpretieren sie auch. Doch in erster Linie setzen sie auf die erdrückende Beweiskraft des vorgelegten statistischen Materials. Nur schwer läßt sich als Zufall begreifen, daß die Sterblichkeit deutlich höher liegt, wenn der Einfluß radioaktiver Strahlung nachweisbar ist und andere Ursachen als Erklärung für die erhöhte Sterblichkeit ausscheiden. Die Todesopfer menschengemachter Strahlung werden – ohne Hiroshima und Nagasaki – auf acht Millionen beziffert. □

Hinweis zum Weiterlesen

Jay M. Gould / Benjamin A. Goldman: *Deadly Deceit. Low Level Radiation and High Level Cover-up* (Tödliche Täuschung. Strahlung auf niedrigem und Vertuschung auf hohem Niveau). Four Walls, Eight Windows, New York 1990. Das Buch wird in deutscher Übersetzung, ergänzt um Forschungsergebnisse aus der Schweiz und Deutschland, im Mai 1991 im Verlag C. H. Beck, München, erscheinen.

DER AUTOR

Jens Scheer, geboren 1935, Dr. rer. nat., ist seit 1971 Professor für Physik an der Universität Bremen. Er beschäftigt sich insbesondere mit den Forschungsbereichen Umweltanalytik und Fundierung der Quantentheorie.

Siemens Museum



**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



Kosmologie: von der Frühzeit bis zur Gegenwart



In diesem Band wird die Erkundung des Alls zu einer spannenden Entdeckungsreise – hin zu den Grenzen und zum Ursprung des Universums.

1990. 360 S. mit 63 Abb. Geb. DM 48,-

Verlag C.H. Beck

BBGNT

**BERLINER BEITRÄGE
ZUR GESCHICHTE**

DER NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK

Heft 6

Jost Lemmerich:

Zur Geschichte der Entwicklung des Lasers

1987, 17 Abb., 66 S., 13.50 DM; ISBN 3-926079-05-3 (D.A.V.I.D.)

Das vorliegende, hervorragend dokumentierte Bändchen ...zitiert aber alle wichtigen Originalarbeiten und ist darum für die Dokumentation von hohem Nutzen.

Neue Zürcher Zeitung, 26. 10. 1988

Heft 7

Edgar Swinne:

Hans Geiger - Spuren aus einem Leben für die Physik

2. Auflage 1991, 5 Abb., ca. 140 S., 24,-DM; ISBN 3-928068-00-8

(SIGMA) - Zur 1. Auflage: *Der Autor hat Geigers Spuren sorgfältig verfolgt.*

Frankfurter Allgemeine Zeitung, 4. 5. 1988

Heft 10

Jost Lemmerich:

Die Entdeckung des Ozons

und die ersten 100 Jahre der Ozonforschung

1990, 18 Abb., 125 S., 24,- DM; ISBN 3-928068-01-6 (SIGMA)

Wege und Irrwege der Ozonforschung seit der Entdeckung durch C.F. Schönbein 1839 auf den Gebieten der Chemie, Medizin, Meteorologie und Physik zeigen ein vielfältiges Bild der Forscherpersönlichkeiten und Ergebnisse.

Heft 12

Klaus Hentschel:

Die Korrespondenz Petzoldt-Reichenbach:

Zur Entwicklung der 'wissenschaftlichen

Philosophie' in Berlin

1990, 6 Abb., 89 S., 18,90 DM; ISBN 3-928068-03-2 (SIGMA)

Auslieferung: ES-Verlag, 1000 Berlin 13, Im Heidewinkel 9

KRAFTAKT KERNENERGIE

Keine Technologie hat die Gemüter in der ehemaligen Bundesrepublik Deutschland so sehr entzweit wie die Kerntechnologie. Nicht nur für Deutschland ist die Energiefrage ein zentrales Thema. Dr. Klaus Barthelt, Präsident des *Deutschen Nationalen Komitees des Weltenergieerates* und bis Ende September 1990 Mitglied des Zentralvorstandes der *Siemens AG*, begründet, warum er in der Kernenergie eine „wichtige Option“ sieht. Dr. Ludwig Trautmann-Popp, Energieexperte des *Bundes Naturschutz in Bayern e. V.*, hält es dagegen für möglich, die Energiefrage auch ohne Kernkraft zu lösen. Beiden Autoren geht es um das Wohlergehen und die Lebensfähigkeit künftiger Generationen.

PRO

Die Positionen in der deutschen Kernenergie-Diskussion sind nicht mehr durchweg so verhärtet, wie sie auf den ersten Blick erscheinen mögen. Über wesentliche Prämissen gibt es heute weitgehend Einigkeit:

- Die Energiediskussion darf nicht auf das Thema „für oder wider Kernenergie“ reduziert werden; denn dieses ist nur eine Teilfrage des Energieproblems insgesamt.
- Die Diskussion kann nicht regional auf Deutschland – oder gar einzelne Bundesländer – begrenzt geführt werden; Energieversorgung erfordert vielmehr globales Denken wie kaum ein anderes Thema sonst.
- Energiestrategien müssen langfristig angelegt werden. Das Jahr 2020 ist nicht weit weg: Wer heute geboren wird, ist dann erst 30 Jahre jung.

Vor diesem Hintergrund ist zu fragen: Brauchen wir die Kernenergie? Tatsachen sind:

- Die Erdbevölkerung wächst explosionsartig. Aus den 5,3 Milliarden heute können bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts zehn Milliarden Menschen wer-

den. Der Weltenergiebedarf steigt damit zwangsläufig gewaltig an.

- Drei Viertel der Weltbevölkerung sind heute unterversorgt. Das darf so nicht bleiben. Ihre Chancen auf bessere Lebensverhältnisse hängen auch von dem „Grundnahrungsmittel“ Energie ab. Wenn wir diese Situation nicht verbessern, droht uns ein Nord-Süd-Konflikt auf der Welt, und dies nicht irgendwann, sondern bald.

- Die fossilen Energierohstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas sind erschöpfbar – wann auch immer – und wachsen nicht nach. Der heutige Jahresverbrauch weltweit entspricht der durch Photosynthese über 500 000 Jahre Erdgeschichte gespeicherten Sonnenenergie.

- Die Gefahr nicht rückgängig zu machender Klimaveränderungen durch den Treibhauseffekt läßt es geboten erscheinen, den Einsatz fossiler Energieträger weltweit möglichst nicht zu sehr wachsen zu lassen, sondern auf lange Sicht wieder zu reduzieren.

Nur wenn wir alle verfügbaren, entwickelbaren, aber auch bezahlbaren Energiequellen nutzen, kann es gelingen, eine wachsende Weltbevölkerung ausreichend mit Energie zu versorgen und das Nord-Süd-Gefälle auf der Welt zu entschärfen. Und nur, wenn wir alle nicht-fossilen Energiequellen entsprechend ihren Einsatzmöglichkeiten nutzen und noch viel sparsamer, effizienter mit Energie umgehen, kann es gelingen, im Zielkonflikt zwischen ausreichender Energieversorgung und tragbarer Umweltbelastung akzeptable Lösungen zu finden. In diesem Sinne sind alle Energiequellen zueinander additiv und nicht „alternativ“, wie eine unglückliche Sprachbildung bisweilen glauben zu machen scheint.

Die Kernenergie nimmt keine Sonderrolle ein, weder im Positiven noch im Negativen. Sie ist nicht *die* Lösung des Klimaproblems, denn die eine, große Lösung gibt es nicht. Sie kann aber sehr wohl einen nennenswerten Beitrag leisten. Bei einem Ausstieg aus der Kernenergie wäre die Lösung der künftigen Energie- und Umweltprobleme jedenfalls noch wesentlich schwieriger.

Die Kernenergie leistet schon heute einen wichtigen Versorgungsbeitrag: Weltweit werden 17 Prozent der elektrischen Energie aus Kernkraft erzeugt, also nicht

viel weniger als aus Wasserkraft (22 Prozent). In der EG liegt der Versorgungsbeitrag der Kernenergie sogar bei 34 Prozent. Gegenüber fossilen Energiequellen bringt die Nutzung der Kernenergie weltweit eine CO₂-Entlastung von rund 1,2 Milliarden Tonnen jährlich.

Der Unfall in Tschernobyl hat verständlicherweise für viele erneut die Frage nach der Verantwortbarkeit der Kernenergie gestellt.

Aber: Wir gehen bei uns in der friedlichen Nutzung der Kernenergie davon aus, daß es Störfälle geben wird und auch geben darf. Es ist falsch, wenn manche Menschen immer wieder sagen, die Kernenergie verzeihe keine Fehler, bedürfe einer fehlerfreien Technik, vor allem des fehlerfreien, perfekten Menschen.

Das Gegenteil ist richtig. Nochmals: Wir gehen davon aus, daß alles, was von Menschen geschaffen ist, nicht absolut fehlerfrei sein kann. Und von dieser Grundvoraussetzung ausgehend haben wir bei uns eine Technik entwickelt, die Fehler verzeiht. Wir rechnen mit dem Versagen der Technik, wir rechnen mit der Fehlerhaftigkeit von Menschen, aber wir sorgen dafür, daß die Konsequenzen solcher Fehler auf die Anlage selbst beschränkt bleiben.

Es ist unsere Pflicht, mit den Ländern Osteuropas einen einheitlichen, höchstmöglichen Sicherheitsstandard zu erarbeiten und auf seine Anwendung auch bei bestehenden Anlagen hinzuwirken.

Der Einwand der angeblich ungelösten Entsorgung ist nicht fair. Für die Wiederaufarbeitung gibt es in Europa ausreichende Kapazitäten in bestehenden oder nahezu fertigen Anlagen. Auch bei der Endlagerung sind keine unüberwindbaren Schwierigkeiten zu erkennen. Ein Volumenproblem besteht nicht. Das Volumen der Abfälle ist, bezogen auf andere Energieprozesse, fast zu vernachlässigen. Die einzige Schwierigkeit besteht darin, das Endlager nun in Gorleben, einem der rund 200 Salzstöcke der norddeutschen Tiefebene, auch wirklich zu bauen und nicht politisch zu behindern.

Die Kernenergie hat Zukunft. Ihr Entwicklungspotential ist bei weitem noch nicht ausgereizt. Es wäre kurzsichtig und unverantwortlich, aus der Kernenergie auszusteigen und damit künftige Generationen um eine wichtige Option ärmer zu machen.

Dr. Klaus Barthelt

Energiegewinnung und -umwandlung sind immer mit Umweltbeeinträchtigungen verbunden. Das gilt nicht nur für die Energiequelle Uran, sondern auch für die Wasserkraft, fossile Energieträger oder für die Nutzung der Sonneneinstrahlung. Doch die verschiedenen Energiequellen beeinträchtigen die Natur auf verschiedene Weise und mit unterschiedlichem Gewicht. Daß vor allem die Kernkraft ins Kreuzfeuer der Kritik geraten ist, hängt mit zwei spezifischen Eigenschaften zusammen, die den Vergleich mit allen anderen Energiequellen sprengen: Es sind dies das „Restrisiko“ und der atomare Müll.

Die Katastrophe von Tschernobyl führt der Weltöffentlichkeit seit 1986 vor Augen, was zuvor auf theoretische Risikostudien beschränkt zu sein schien: Die in einem Kernreaktor enthaltene Radioaktivität ist so groß, daß die Freisetzung von nur wenigen Prozent der nuklearen Spaltprodukte für unzählige Menschen Krankheit oder Tod bedeutet. Millionen Weißrussen und Ukrainer, die nicht evakuiert wurden, sind seitdem hoher Strahlenbelastung ausgesetzt. Die Leukämie- und Krebsraten steigen. Hunderttausende von Kindern leiden unter einer Immunschwäche, die den Namen *Tschernobyl-Aids* erhielt, weil sich das kindliche Immunsystem bei so hoher Strahlenbelastung nicht ausbilden kann.

Die Katastrophe von 1986 dauert fort: Schon nach vier Jahren ist der Beton-Sarkophag, mit dem die Reaktorrüine ummantelt wurde, brüchig geworden, und die Umgebungsstrahlung und radioaktiv belastete Lebensmittel setzen auch jenen Kindern zu, die damals noch gar nicht geboren waren.

Die Sicherheitsvorkehrungen mögen hierzulande besser sein: Auszuschließen ist eine vergleichbare Katastrophe im dichtbesiedelten und mit Kernkraftwerken angereicherten Mitteleuropa nicht. Der Bundesumweltminister rechnet sogar mit dem Schlimmsten: Er schreibt in den 1988 ergangenen Richtlinien Eingriffsgrenzwerte für den Katastrophenschutz vor, die höher liegen als sie in der Umgebung von Tschernobyl wohl jemals auftraten. Ein Super-GAU bei uns oder in einem der Nachbarländer wäre dem Ende der mitteleuropäischen Industriegesell-

schaft gleichbedeutend. Nicht mehr und nicht weniger meint das Wort „Restrisiko“.

Selbst wenn die Sicherheitsvorkehrungen – nach statistischer Wahrscheinlichkeit vielleicht einige Jahrzehnte – greifen: Die langfristige „Entsorgung“ des Atom-Müllberges, der rapide wächst, ist völlig ungeklärt. In einem Jahr Reaktorbetrieb entstehen rund 30 Tonnen hochradioaktiven Atommülls, dessen Gefährlichkeit auf lange Zeit in Zahlen kaum zu fassen ist und der in vorstellbaren Zeiträumen nicht mehr in ökologische Kreisläufe eingehen darf. Nach Unterlagen der *Internationalen Strahlenschutzkommission* ist ein Kilogramm Atommüll noch nach 100 000 Jahren „Abklingzeit“ ein 30 000fach stärkeres Strahlungsgift als ein Kilogramm Uranerz heute. Wer kann in solchen Zeiträumen denken? Atommüll muß wegen seiner Giftigkeit für unvorstellbar lange Zeit und dabei absolut sicher von der Biosphäre ferngehalten werden. Kein Geowissenschaftler kann die nötige Langzeitgarantie für eine Endlagerstätte atomaren Mülls geben.

Das „Restrisiko“ wurde in Kauf genommen, obwohl Kernenergie für die Energieversorgung keineswegs unverzichtbar ist. Eine Enquêtekommission des Bundestages machte schon 1980 deutlich, daß sich bei heutigem Stand der Technik 60 Prozent der verbrauchten Energierohstoffe einsparen ließen – ohne irgendwelche Abstriche im Gebrauch von Licht, Wärme und Kraft machen zu müssen. Die Möglichkeiten der Energieeinsparung eröffnen einen viel größeren Handlungsspielraum als jenen, den die Nutzung der Kernkraft bietet.

Wenn dieser Spielraum nicht genutzt wurde, so hat das etwas mit wirtschaftspolitischen „Sachzwängen“ zu tun. Denn wer kapitalintensive Großkraftwerke – kalorische oder nukleare – baut, will das investierte Kapital amortisieren. Dazu muß er größtmögliche Mengen der Ware Strom absetzen: am Tag und in der Nacht, im Sommer und im Winter. Stromsparende Techniken oder dezentrale Energiegewinnungstechniken stehen diesem „Sachzwang“ entgegen. Da traf es sich gut, daß die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) eine Monopolstellung auf dem Energiesektor haben, mit der marktwirtschaftliche Konkurrenz ausgeschlossen werden konnte.

Weil die Nutzung der Kernenergie mit unwägbareren Risiken verbunden ist – für die Betreiber der Kernkraftwerke sind das nicht zuletzt auch finanzielle Risiken –, sind die Ausbaupläne der Atomindustrie weltweit in drastischer Weise eingebrochen. Die Planung der OECD war im Jahr 1977 noch von 1,2 Millionen Megawatt Atomstrom im Jahr 2000 ausgegangen – tatsächlich werden es wohl nicht einmal 300 000 Megawatt sein. Es werden bis dahin mehr alte Kernkraftwerke vom Netz gehen als neue hinzukommen. Im einstmaligen führenden Atomstromland USA wurde in den letzten 15 Jahren kein neuer Auftrag für ein Kernkraftwerk erteilt; dagegen wurden über 100, im Bau zum Teil schon recht weit gediehene Reaktorblöcke storniert. Der Hinweis darf nicht fehlen, daß mit dem Zusammenbruch der Diktaturen in Osteuropa auch manche Ausbauprogramme für die Kernenergie zusammenbrachen.

Groß aufgemachte Werbeanzeigen sollen den Abwärtstrend der Kernenergie stoppen. Eine Renaissance wird von der Werbebotschaft erhofft, die Kernenergie sei das probate Mittel gegen den Treibhauseffekt. Es ist die falsche Argumentation. Zur weltweiten Versorgung mit Primärenergie trägt Uran nur zu rund fünf Prozent bei – und dieser Prozentsatz ist derzeit kaum steigerungsfähig. Das Ausmaß der Energieverschwendung aber, das nach heutigem Stand der Technik zu reduzieren wäre, liegt bei 60 bis 80 Prozent der eingesetzten Primärenergie. Die Nutzung der Kernenergie hat also kaum zum Abbau der Kohlendioxid-Emissionen beigetragen. Wohl aber hat sie in den Industrienationen die Entwicklung alternativer Energietechniken blockiert.

Der ungezügelter Raubbau an den Energierohstoffen hat uns den Treibhauseffekt beschert. Nur durch ihre Existenz aber hat die Nutzung der Kernenergie dazu beigetragen, das Nachdenken darüber als zweitrangig erscheinen zu lassen, wie jenem Raubbau nachhaltig begegnet werden kann.

Die Menschheit wächst. Langfristig wird sie sich mit Energie versorgen können, wenn sie mit Energierohstoffen sparsam umgeht und moderne Solartechniken fortentwickelt. Kernkraftwerke sichern das Überleben nicht. Man kann sie getrost ad acta legen.

Dr. Ludwig Trautmann-Popp

EIN ZEICHEN FÜR DAS NICHTS

Irrungen und Wirrungen auf dem Weg zum Computer

VON PETER FAULSTICH

Computer sind das Ergebnis eines langen, nicht immer nur geradlinigen Erkenntnisprozesses. In den Rechenmaschinen ist die Realität auf die formale Logik der Mathematik reduziert. Gerade dadurch sollte erreicht werden, daß der Mensch von der geisttötenden Arbeit sich immer wiederholender Rechenvorgänge befreit werden konnte. Lange bevor die Computer die Arbeitswelt gründlich verändert haben, sahen die Erfinder von Rechenmaschinen in ihren Apparaten einen wichtigen Beitrag zu menschlichem Glück.

Wenn sich der eiszeitliche Jäger vor 50 000 Jahren an die erlegten Tiere durch einen Schnitt in ein Kerbholz erinnerte, verfügte er noch nicht notwendig über den Begriff der Zahl. Trotzdem ist der Einschnitt nicht nur eine Kerbe, sondern ein Merkposten. Zwar findet sich die Fähigkeit, unterschiedliche Mengen von Dingen gleicher oder ähnlicher Art zu erkennen, auch bei Tieren. Es ist aber ein Unterschied, ob nur der allgemeine Mächtigkeitseindruck gleichartiger Elemente einer Menge oder tatsächlich die Zahl der Elemente, die in ihr enthalten sind, sprachlich erfaßt werden. Zunächst ist die Vorstellung der Mächtigkeit eine von der wahrgenommenen Natur noch nicht ablösbare Gegebenheit. Für die Benennung mit Zahlen muß der allgemeine Mächtigkeitseindruck einer Menge aufgebrochen werden.

Der Speicherknochen eines jungen Wolfes, in den vor etwa 30 000 Jahren Kerben eingeritzt wurden, zu je fünf zusammengefaßt, ist das wohl älteste bekannte Rechenhilfsmittel. Eine Menge durch Kerbungen zu simulieren, setzt noch nicht voraus, daß auch ein Zahlwort vorhanden sein muß. Zunächst wird jedem realen Element ein Zeichen zugeordnet; um die Zahl der Elemente zu benennen, muß in einem zweiten Schritt für jede unterscheidbare Mächtigkeit von Mengen ein spezifischer Begriff gefunden werden. Das früheste Beispiel eines Rechenhilfsmittels läßt Informationen verarbeiten, ohne daß der Weg über den Kopf des Menschen notwendig wird. Das technische Hilfsmittel übernimmt die Funktion des Speicherns von Ergebnissen. Ohne selbst eine Maschine zu sein, genügt es darin schon einem Prinzip der Simulationsmaschinen.

Beim Abakus sind zum ersten Mal durch die Form des Instruments auch Rechenregeln festgelegt. Die einzelnen Rechenvorgänge werden im menschlichen Gehirn vollzogen. Gespeichert werden Teilergebnisse, und in der technischen Ausführung ist die Regel des Zehner-Übertrags realisiert. Um mit einem Abakus rechnen zu können, ist es notwendig,

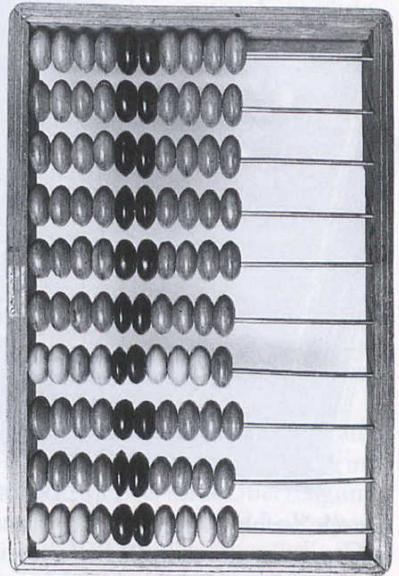
die Stellenwerte zu unterscheiden. Ursprünglich ist der Abakus wohl zuerst in China – wahrscheinlich um 1000 vor unserer Zeitrechnung – entwickelt worden. Herodot berichtet von den Ägyptern 450 vor unserer Zeitrechnung: „Sie ziehen Linien und rechnen mit Steinchen.“ Die Grundrechenarten waren so für Kaufleute, Marktfräule, Schreiber und Handwerker verfügbar.

Römische Beamte haben die Rechentafeln aus Griechenland übernommen. Während die römischen Ziffern keine Null kennen, konnte mit dem Abakus ein Zehnerübertrag realisiert werden. Die Römer sprachen zwar in dekadischen Zahlwörtern, doch ihre spät entstandenen Zahlzeichen waren aus wahren Buchstaben-Ungetümen ohne dekadischen Aufbau gebildet. Man rechnete zum Beispiel LXVI x DCLXXVII (66 x 677), ohne über ein schriftliches Verfahren dazu zu verfügen. Mit dem Abakus fand man nun eine einfache

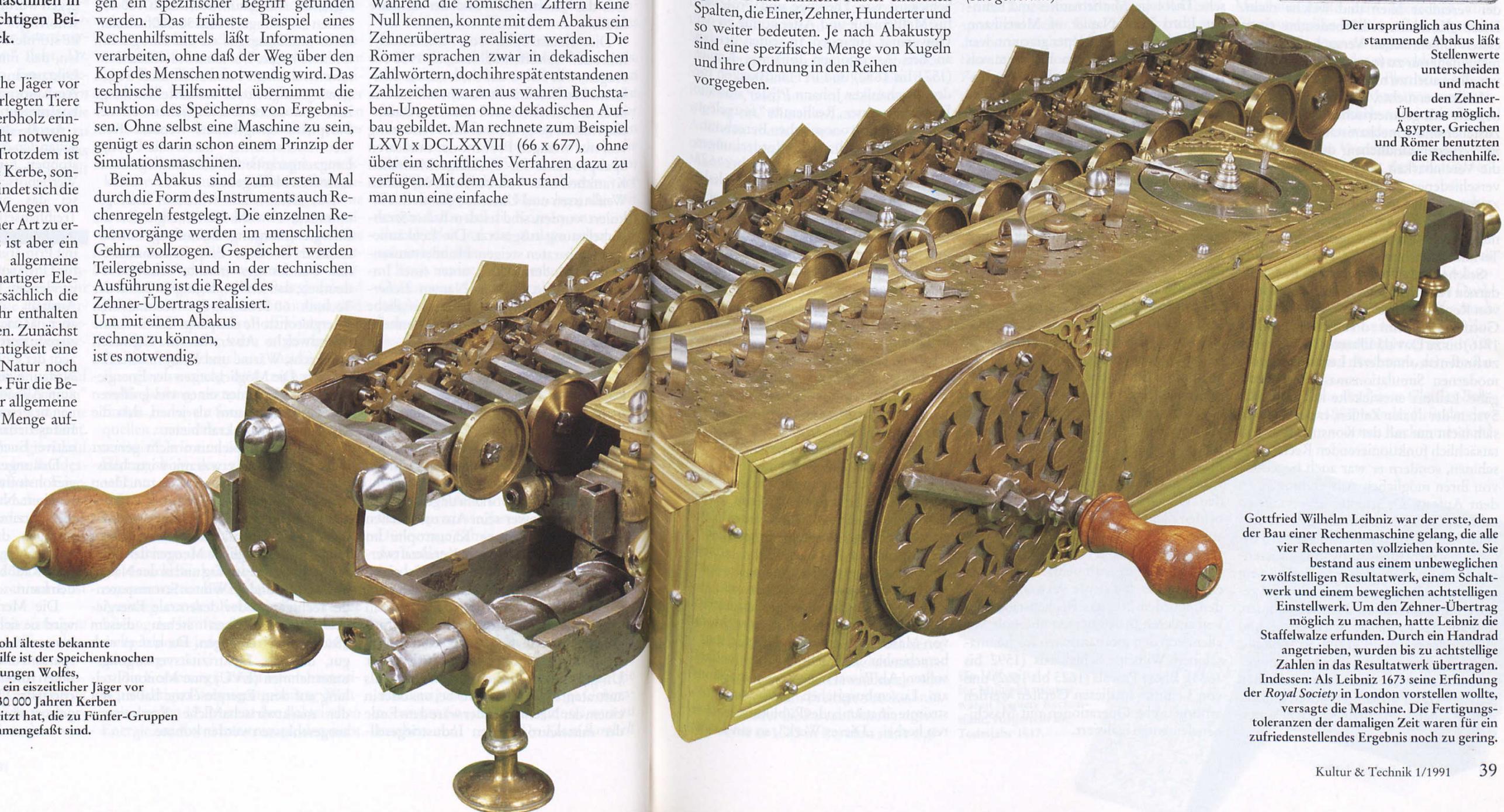
Darstellungsweise: Statt Ziffern zu schreiben, werden Kugeln gelegt und verschoben. In ihrem Buch *Planen, Entscheiden, Herrschen* stellen Rudolf Lindner, Bertram Wohak und Holger Zeltwanger fest: „Es war offensichtlich schwierig, ein Zeichen für das Nichts zu erfinden, viel einfacher war es, nichts zu legen.“

Die Handhabung des Abakus ist problemlos, besonders bei Addition und Subtraktion. Durch die Einteilung in Linien, Sprossen und ähnliche Raster entstehen Spalten, die Einer, Zehner, Hunderter und so weiter bedeuten. Je nach Abakustyp sind eine spezifische Menge von Kugeln und ihre Ordnung in den Reihen vorgegeben.

Die Faszination technischer Hilfsmittel für formal-logisches Denken wirkte fort. Seit der griechischen Antike gab es in der philosophischen Tradition die Überzeugung der Vernünftigkeit der Welt, die sich in der formalen Rationalität der Mathematik ausdrückt. Im mittelalterlichen Europa sind die formalen Grundlagen der Logik bei Raimundus Lullus (1232 bis 1316) besonders klar entwickelt: 1273 begann er seine *Allgemeine Wissenschaft* (*Ars generalis*).



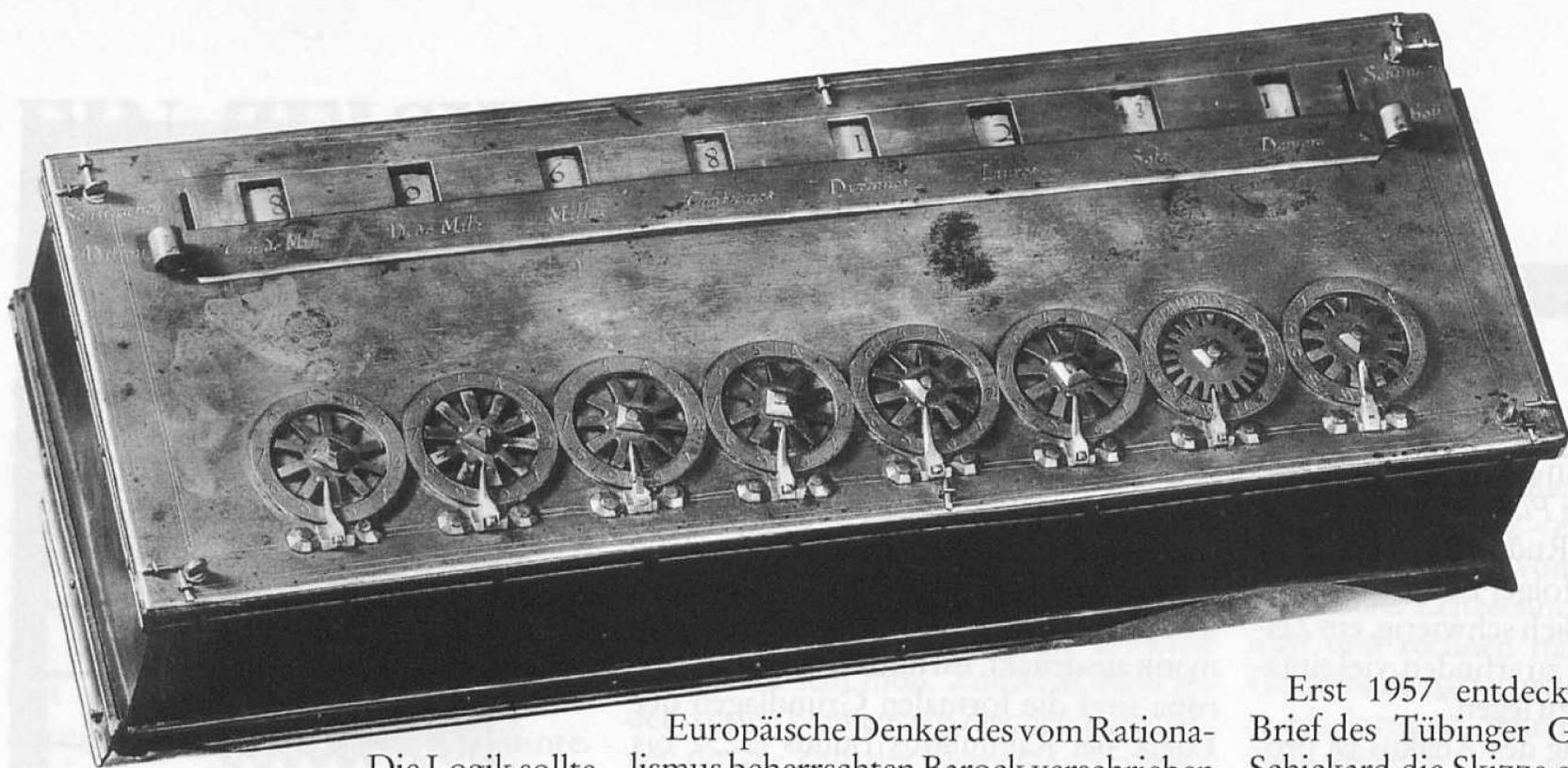
Der ursprünglich aus China stammende Abakus läßt Stellenwerte unterscheiden und macht den Zehner-Übertrag möglich. Ägypter, Griechen und Römer benutzten die Rechenhilfe.



Gottfried Wilhelm Leibniz war der erste, dem der Bau einer Rechenmaschine gelang, die alle vier Rechenarten vollziehen konnte. Sie bestand aus einem unbeweglichen zwölfstelligen Resultatwerk, einem Schaltwerk und einem beweglichen achtstelligen Einstellwerk. Um den Zehner-Übertrag möglich zu machen, hatte Leibniz die Staffelwalze erfunden. Durch ein Handrad angetrieben, wurden bis zu achtstellige Zahlen in das Resultatwerk übertragen. Indessen: Als Leibniz 1673 seine Erfindung der *Royal Society* in London vorstellen wollte, versagte die Maschine. Die Fertigungstoleranzen der damaligen Zeit waren für ein zufriedenstellendes Ergebnis noch zu gering.

Die wohl älteste bekannte Zählhilfe ist der Speicherknochen eines jungen Wolfes, in den ein eiszeitlicher Jäger vor rund 30 000 Jahren Kerben eingeritzt hat, die zu Fünfer-Gruppen zusammengefaßt sind.

Fotos: Aus M. Detlefsen: Kerbknöchel und Kerbhölzer, 1977 (l. u.); Foto: K. & T.; Uwe H. Breker, Köln (M.); Deutsches Museum (r. o.)



Nachbildung der Rechenmaschine Blaise Pascals von 1642. Mit seiner Erfindung hatte Pascal das Addieren mechanisiert. Er wollte seinem Vater Étienne Pascal die nächtelangen Rechnereien ersparen, die mit der Arbeit als Steuerintendant verbunden waren.

Die Logik sollte danach Verfahren bereitstellen, die zu urteilen gestatten, welche Begriffe miteinander vereinbar seien und welche nicht. Diese „Kombinatorik“ bedeutete einen ersten folgenreichen Versuch, die Logik nicht mehr nur zu formalisieren, sondern vor allem auch zu mechanisieren.

Lullus versuchte, sprachliche Grundbegriffe mit geometrischen Figuren darzustellen und in mechanischen Apparaten zu vergegenständlichen, deren Abläufe die Vereinbarkeit oder Unvereinbarkeit verschiedener Begriffe widerspruchsfrei zeigen sollten. Drei Scheiben ließen durch Verschieben alle möglichen Kombinationen von 54 als grundlegend definierten Termini entstehen.

Solche Gedanken bereiteten dem modernen Rationalismus den Boden, wie er von René Descartes (1596 bis 1650) oder Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 bis 1716) bis zu David Hilbert (1862 bis 1943) zu finden ist, ohne deren Leistungen es die modernen Simulationsmaschinen nicht gäbe. Leibniz entwickelte nicht nur das System der dualen Zahlen, er beschäftigte sich nicht nur mit der Konstruktion von tatsächlich funktionierenden Rechenmaschinen, sondern er war auch begeistert von ihren möglichen Anwendungen. In dem Aufsatz *De scientia universalis eo calculo philosophico* schreibt er: „Es wird beim Auftreten von Streitfragen für Philosophen nicht mehr Aufwand an wissenschaftlichem Gespräch erforderlich sein als für zwei Rechenfachleute. Es wird genügen, Schreibzeug zur Hand zu nehmen, sich vor das Rechengesetz zu setzen und zueinander (wenn es gefällt, in freundlichem Ton) zu sagen: Laßt uns rechnen.“

Vernunft wird mit Berechenbarkeit gleichgesetzt, Formalisierbarkeit und damit Mechanisierbarkeit werden unterstellt.

Europäische Denker des vom Rationalismus beherrschten Barock verschrieben sich der Aufgabe, mechanische Rechenmaschinen zu konstruieren. Der schottische Theologe, Mathematiker und Erfinder Lord John Napier of Merchiston (1550 bis 1617), auch Neper genannt, war einer der einflussreichsten. Bis heute von Bedeutung, ist seine Entdeckung der Logarithmen, die er 1614 in seinem Hauptwerk *Mirifici logarithmorum canonis description* veröffentlichte.

Rechenmaschinen verdrängen die Rechenstäbchen

In seinem Todesjahr 1617 stellte Napier ein neues Hilfsmittel für Multiplikationen vor, die sogenannten Napierschen Rechenstäbe. Sie bestehen aus Holz, Pappe, Zinn, Blei, Kupfer oder Messing, die man so anordnen kann, daß die Lösung von Multiplikationsaufgaben durch Zahlenaddition in horizontal benachbarten Abschnitten gefunden wird. Auf den schräg gegitterten Stäbchen ist das kleine Einmaleins aufgeschrieben. Soll zum Beispiel 30422×6 gerechnet werden, legt man die Stäbchen so zusammen, daß ihre oberste Reihe den Multiplikanden ausmachen. Daneben legt man ein Stäbchen mit dem Exponenten und sucht im Exponenten den Multiplikator 6. Nun werden die beiden Zahlen, die dabei auf den Stäbchen auftauchen, addiert. Das ausgeschriebene Produkt ist 182 532.

Während Logarithmentafeln und Rechenschieber bis heute verwendet werden, wurden Napiers Rechenstäbe bald von anderen Instrumenten überholt, vor allem von den mechanischen Rechenmaschinen Wilhelm Schickards (1592 bis 1635), Blaise Pascals (1623 bis 1662) und von Leibniz. In diesen Geräten werden arithmetische Operationen mit Maschinenelementen realisiert.

Erst 1957 entdeckte man in einem Brief des Tübinger Gelehrten Wilhelm Schickard die Skizze einer von ihm 1623 entworfenen Maschine, der ersten bekannten mechanischen Rechenmaschine. Schickard war Theologe und Professor für Mathematik und Astronomie an der Universität Tübingen. In seinen Briefen an den Astronomen Johannes Kepler (1571 bis 1630) und in Handskizzen für den Mechaniker Johann Pfister sind die Prinzipien seiner „Rechenuhr“ festgelegt: Sie sollte die astronomischen Berechnungen leisten, die sich aus den Entdeckungen Keplers ergaben. Am 20. September 1623 schrieb Schickard an Kepler: „Ferner habe ich dasselbe, was Du rechnerisch gemacht hast, kürzlich auf mechanischem Wege versucht, und eine aus 11 vollständigen und 6 verstümmelten Rädchen bestehende Maschine konstruiert, welche gegebene Zahlen augenblicklich automatisch zusammenrechnet: addiert, subtrahiert, multipliziert und dividiert. Du würdest hell auflachen, wenn Du da wärest und erlebstest, wie sie die Stellen links, wenn es über einen Zehner oder Hunderter hinweggeht, ganz von selbst erhöht, beziehungsweise beim Subtrahieren ihnen etwas wegnimmt.“

Die Erfindung dieser ersten bekannten Rechenmaschine brachte Wilhelm Schickard allerdings wenig Erfolg. Wie sein Leben – Schickard starb mit seiner gesamten Familie an den Folgen der Pest – stand auch sein Werk im Schatten des Dreißigjährigen Krieges. Das einzige vollendete Exemplar ist verschollen – vermutlich wurde es im Krieg zerstört.

Die rationalistische Grundhaltung der frühen Neuzeit drängte zur Entwicklung von Maschinen, die auch das „Geistige“ berechenbar und beherrschbar machen sollten. Als Pascal seine Rechenmaschine am Luxemburgischen Hof vorführte, strömte ein staunendes Publikum in Scharen herbei. „Dieses Werk“, so ein Kom-

mentar, „wurde als Naturwunder angesehen, weil dadurch eine Wissenschaft, die ganz und gar im Geiste wohnt, in eine Maschine eingefangen wurde, und weil damit die Mittel gefunden waren, alle Operationen dieser Wissenschaft mit absoluter Sicherheit auszuführen, ohne die Vernunft zu benötigen“.

Angeregt wurde dieses Wunderwerk durch die Interessen des absolutistischen Staates. In Frankreich war die Finanzverwaltung direkt dem König unterstellt, der aber keinen ausreichenden Überblick über seine Finanzsituation hatte. Man entsandte deshalb königliche Intendanten in die Provinzen, um das Finanzwesen zentral kontrollieren zu können. Einer dieser Steuerintendanten, Étienne Pascal, wurde in die Normandie geschickt. Er sollte nicht nur die rund 1500 Steuereintreiber überwachen, sondern auch die Höhe der Steuern festlegen. Diese Aufgabe war mit nächtelangen Berechnungen verbunden. Sein Sohn Blaise Pascal half ihm beim Rechnen, und, um es zu erleichtern, entwarf er eine Maschine, mit der man das Addieren mechanisieren konnte. In einem Brief beschreibt er die Aufgabe seiner Maschine: „Wenn das Publikum einigen Nutzen von der Erfindung hat, die ich erdacht habe zur Ausführung aller Rechenarten auf eine ebenso neue als bequeme Art“, so bestand nach dem Selbstzeugnis Pascals der Grund darin, daß ihn „die Weitschweifigkeiten und Schwierigkeiten der gewöhnlichen Mittel veranlaßt hatten, an einige geeignetere und leichtere Mittel zu denken, um mir die großen Rechnungen zu erleichtern, mit denen ich seit einigen Jahren bezüglich der Verwaltungsangelegenheiten beschäftigt war, mit welchen Sie meinen Vater im Dienste Seiner Majestät in der Haute Normandie beehrt haben“. Pascal verwandte „bei dieser Untersuchung jene Kenntnis, die mich Neigung und Arbeit bei meinen ersten Studien in der Mathematik erwerben ließen ... und ich dachte nur an die Konstruktion dieser kleinen Maschine, die ich Euch, Monseigneur, vorzulegen gewagt habe, nachdem ich sie in den Stand gesetzt hatte, wie es beabsichtigt war, für sich allein, ohne daß irgendeine geistige Arbeit nötig ist, die Operation aller Teile der Mathematik durchzuführen“.

Der erste, der eine Maschine realisierte, die alle vier Rechenarten vollziehen konnte (Vier-Spezies-Rechenmaschine), war Gottfried Wilhelm Freiherr von Leibniz. In Paris hatte er die Pascal-Maschine gesehen, bevor er 1673 in London seine eigen-

ne Maschine vorstellte. Sie bestand aus einem zwölfstelligen Resultatwerk, einem Schaltwerk und einem beweglichen achtstelligen Einstellwerk.

„Rechnen ohne irgendeine geistige Arbeit“

Charakteristisches bauliches Element der Leibnizschen Rechenmaschine ist die Staffelwalze: Neun achsenparallele Zahlleisten, deren Länge gestuft ist, drehen sich auf einer Walze. Je nach der eingestellten Ziffer wird beim Drehen der Staffelwalze das entsprechende Zahnrad des Schaltwerkes weitergedreht. Greift nur die längste Rippe ein, wird das Zahnrad ebenfalls nur um eine Zahl mitgenommen. Bei ganz hineingeschobener Walze greifen alle Rippen und bewegen das Rad entsprechend weiter. Das Prinzip beruht auf der horizontalen Verschiebung der Staffelwalze in neun Schritten über eine Zahnstange, die vom Einstellwerk vor- und zurückbewegt wird. Beim Zehnerübertrag sind die Staffelwalzen durch Zwischenräder gekoppelt. Durch ein Handrad angetrieben, werden bis zu achtstellige Zahlen in das Resultatwerk übertragen.

Die Staffelwalze von Leibniz

Zum Multiplizieren stellte man den Multiplikanden an den Einstellrädern ein. Drehte man ein Handrad, wurde der Multiplikand in das Resultatwerk übertragen. Für die nächste Stelle verschob man das Einstellwerk über eine Spindel und wiederholte den Vorgang mit der nächsten Ziffer des Multiplikators. Multiplikationen und Divisionen wurden als vielfache

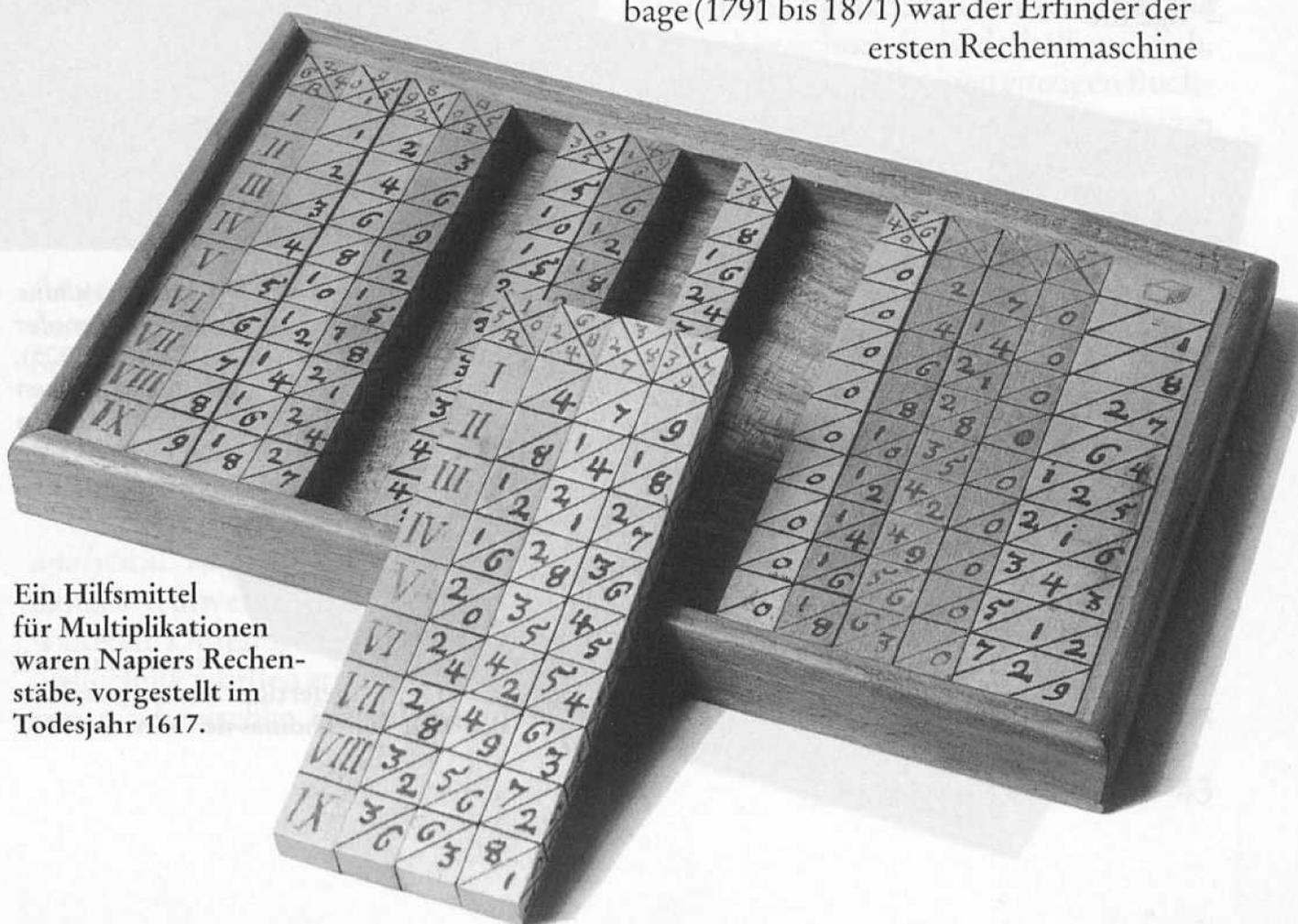
Additionen beziehungsweise Subtraktionen begriffen und durch einen beweglichen Einstellschlitten in ihren jeweiligen Stellenwerten realisiert.

Schon bei der ersten Vorführung im Jahr 1673 vor der *Royal Society* versagte die Maschine. Obwohl er mehr als 24 000 Taler investiert hatte und ihm in Paris die besten Feinmechaniker zur Verfügung standen, konnte Leibniz aufgrund der geringen Fertigungstoleranzen des mechanischen Getriebes zu Lebzeiten keine zufriedenstellend funktionierende Maschine vorstellen.

Das Motiv, das Leibniz als Philosophen und Mathematiker zur Beschäftigung mit Maschinen trieb, war seine Überzeugung, Routine – auch und gerade in der Rechenarbeit – sei des Menschen unwürdig. Die Maschine sollte dem Menschen zum Glück verhelfen, indem sie ihm Arbeit abnahm: „Ich wage zu sagen, daß dies die letzte Bemühung des menschlichen Geistes ist, und wenn der Plan wird ausgeführt sein, wird den Menschen nur noch daran liegen, glücklich zu sein, da sie ein Hilfsmittel haben werden, das nicht dazu dienen wird, die Vernunft zu steigern wie das Fernrohr dazu dient, das Sehen zu vervollkommen.“

Die Vervollkommnung mechanischer Rechenmaschinen hat bis in die 60er Jahre unseres Jahrhunderts hinein große Fortschritte gemacht. Danach wurde sie durch eine grundsätzlich andersartige Technologie überholt, die auf die Idee des Dualsystems der Zahlen zurückgriff. Auch diese Idee geht auf Leibniz zurück. Zudem hatten Steuerungsprogramme für Webstühle neuen Rechnern den Boden bereitet.

Der englische Professor Charles Babbage (1791 bis 1871) war der Erfinder der ersten Rechenmaschine



Ein Hilfsmittel für Multiplikationen waren Napiers Rechenstäbe, vorgestellt im Todesjahr 1617.

mit Programmsteuerung. Die Idee zum Bau einer solchen Rechenmaschine kam ihm, als er mit der Prüfung fehlerhafter Logarithmentafeln beschäftigt war. Diese zeitraubende und geisttötende Beschäftigung mit ständig wiederkehrenden Rechnungen könnte eine mechanische Maschine vereinfachen und beschleunigen. 1822 entwickelte Babbage den Plan einer „Differenzenmaschine“, und er baute ein erstes Modell. Mit Unterstützung des englischen Staates wurde das Werk begonnen, doch 1842 wieder eingestellt. Später, 1854, wurde eine von Per Georg Scheutz (1785 bis 1873) gebaute Maschine nach Babbages Konzept in London vorgeführt.

Gleichzeitig hatte Babbage schon Pläne für eine weit ambitioniertere Maschine, für die *analytical engine*. Sie ließ erstmals die Grundzüge der heutigen automatischen Rechner erkennen. Die Konstruktion sah vor:

- ein automatisches Rechenwerk (mill) für alle vier Rechenarten, beruhend auf dem Prinzip des dekadischen Zählrades;
- ein Speicherwerk (store) für 1000 Zahlen von je 50 Stellen;
- eine Steuereinheit durch Lochkarten;
- eine Dateneingabe;
- eine Datenausgabe in Form eines Druckwerks.

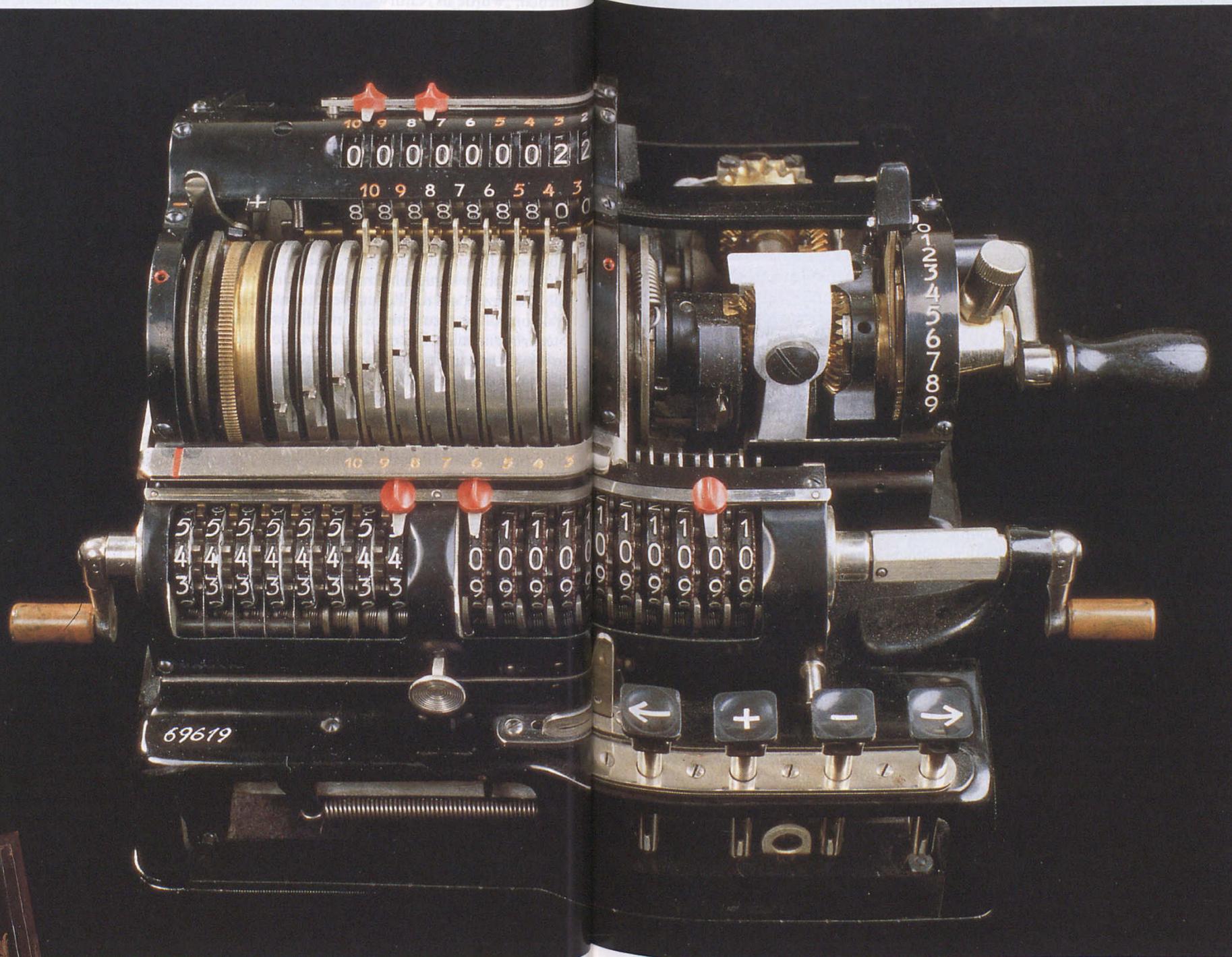
□ Zum ersten Mal in der Geschichte der Rechenmaschinen war das Problem des Programmierens von zentralem Interesse. Die Instruktionen, welche der *analytical engine* mit Hilfe von Lochkarten eingegeben werden sollten, mußten festgelegt werden. Lady Lovelace, geborene Augusta Ada Byron, unterstützte Babbage, damit er seine Ideen präzisieren konnte: „Wir können zutreffend sagen, daß die

Fotos: Uwe H. Breker, Köln (l. u.); Deutsches Museum (M.); IBM (r. o.)



Die erste industriell gefertigte Rechenmaschine der Welt von Thomas de Colmar (1820).

Die Adlermaschine *Brunsviga Matador* (um 1905). Die mechanischen Rechenmaschinen der Firma waren weltweit begehrt.



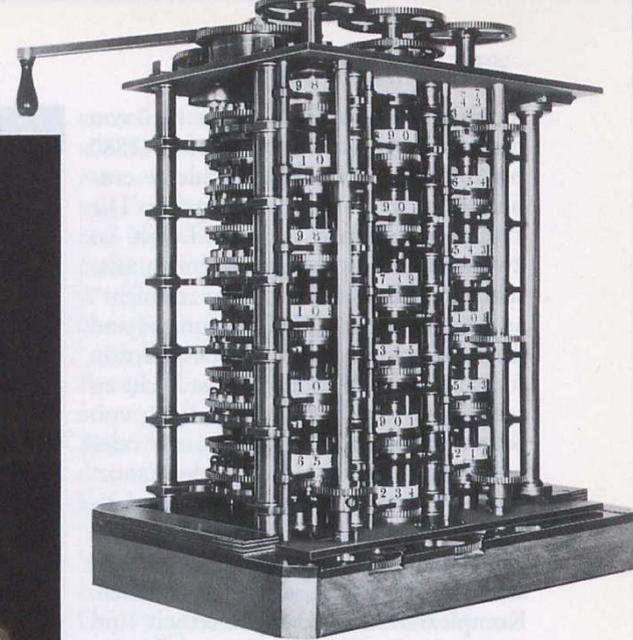
analytische Maschine algebraische Muster webt, genau wie der Jacquard-Webstuhl Blumen und Blätter webt“, schrieb Lady Lovelace. Trotz einer riesigen Geldsumme und 30jähriger Arbeit hat Babbages Modell niemals funktioniert. Teilweise mußten über 20 Zahnräder ineinander greifen. Die fertige Maschine wäre so groß gewesen wie eine Lokomotive. Schon die geringste Unregelmäßigkeit in der Bewegung eines winzigen Einzelteils wäre 100fach verstärkt worden – die Maschine

hätte sich verhakt. Ein späterer Nachbauer der *analytical engine* lieferte den Beweis, daß die Maschine in allen Teilen funktionieren konnte; Babbage selbst gelang die Verwirklichung nicht.

Die immense Kraft, die Babbage in seine Idee einbrachte, zeugt von einem zwanghaften Verhältnis zu Zahlen. So ist bekannt, daß er an den Dichter Alfred Lord Tennyson (1809 bis 1892) einen Brief schrieb, um ihn zu tadeln, weil dieser in einem Gedicht geschrieben hatte: „Jeden

Augenblick wird ein Mensch geboren. Jeden Augenblick stirbt einer.“ Da die Weltbevölkerung nicht konstant bleibe, verbesserte Babbage: „Jeden Augenblick stirbt ein Mensch. Jeden Augenblick wird ein und ein sechzehntel Mensch geboren.“

Getriebe der Komplexität, wie sie die *analytical engine* beanspruchte, waren damals feinwerktechnisch nicht zu bewältigen. Durchbrüche in der Informationstechnik wurden erst durch die Abkehr von mechanischen Bauteilen und durch



Charles Babbage entwickelte 1812 die „Differenzenmaschine“ für Logarithmen und dritte Potenzen.

die Entwicklung von formalen Strukturen auf der Grundlage elektrischer beziehungsweise elektronischer Schaltungen möglich. Schon 19 Jahre nach Babbages Tod verwandte Hermann Hollerith (1860 bis 1929) das Prinzip der Programmierung durch Lochkarten in einer funktionierenden Maschine. Erstmals wurden hier auf der Grundlage elektrischer Ströme Informationen gespeichert und verarbeitet.

Eine weitere Entwicklung mußte hinzukommen, um heutige Rechner zu realisieren: die Entwicklung der formalen Logik und ihre technische Umsetzung in Schaltalgebra. George Boole (1815 bis 1864) führte in seiner 1847 veröffentlichten Schrift *The mathematical analysis of logic* Logik und Mathematik zusammen. Begriffe unseres Denkens werden in verschiedenen Sprachen durch verschiedene Worte bezeichnet. Es ist deshalb möglich, diese Begriffe durch einen einzigen Buchstaben zu ersetzen. Die Verbindung von Begriffen kann mit Hilfe von mathematischen Zeichen erfolgen. Alle Operationen der Sprache können in ein System von Zeichen übersetzt werden, das aus folgenden Elementen besteht: Buchstaben als Symbole für Gegenstände, Zeichen für Operationen und Zeichen für Relationen. Durch Gottlob Frege (1848 bis 1925) und die im Jahr 1903 veröffentlichten *Principia Mathematica* von Bertrand Russell (1872 bis 1970) und Alfred North Whitehead (1861 bis 1947) wurde die Mathematik auf logische Grundlagen zurückgeführt. Die so entstandene formale Logik kann in Form von elektrischen Schaltungen realisiert

werden. Diese Tatsache wurde 1910 von dem Österreicher Paul Ehrenfest (1880 bis 1933) entdeckt. Relaisfachleute entwickelten später die Schaltalgebra. Die zugrunde liegende formale Logik ist zweiwertig: die Aussagen nehmen ausschließlich die Form „ist“ oder „ist nicht“ an. Die wichtigsten Verknüpfungen sind die Konjunktion (und), die Disjunktion (oder) und die Negation. Es ist leicht zu sehen, daß dies durch die Stellung von Schaltern mit den Zuständen „ein“ oder „aus“ materiell abgebildet werden kann.

Alle Strukturen beliebiger Simulationsmaschinen lassen sich mit diesen einfachen Elementen der formalen Logik darstellen und technisch verwirklichen. Komplexität und Kompliziertheit sind danach für den Rechner prinzipiell keine Grenze mehr. Sie erhalten eine Art von Universalität, die es ermöglicht, alle immanenten Probleme der formalen Logik zu lösen. Der Mathematiker Alan Mathison Turing (1912 bis 1954) hat diesen Gesandten der formalen Universalität von automatischen Maschinen 1936 in der viel beachteten Arbeit *Über berechenbare Zahlen mit einer Anwendung auf das Entscheidungsproblem* beschrieben. Das vorgestellte Konzept eines abstrakten Automaten wird seitdem als Turing-Maschine bezeichnet.

Eine Turing-Maschine ist ein theoretisches Modell zur Realisierung von Algorithmen. Sie ermöglicht die fiktive Symbolmanipulation von Zeichenketten bei verschiedenen Alphabeten. Die zugrunde liegende Idee besteht darin, daß die im Algorithmus vorkommenden Anweisungen in ihre Elemente zerlegt werden können. Das fiktive Modell einer Turing-Maschine hat drei Bestandteile: ein Speicherband, dessen einzelne Felder ein Zeichen des Alphabets aufnehmen; ein Schaltwerk mit unendlich vielen Zuständen; einen Lese-Schreibkopf, der zu jedem Zeitpunkt je ein Feld des Speicherbandes lesen, Zeichen verändern, oder ein Feld nach links oder rechts gehen kann.

Die große Illusion Turings war es, diese Art von Problemen mit wirklichen Problemen gleichzusetzen. Die reale Welt entspricht dem nicht. Dennoch war seine Idee einer Universalmaschine bahnbrechend für die Konstruktion moderner Computer.

Das von Konrad Zuse (geboren 1910) entworfene Konzept eines programmgesteuerten Automaten baut in seinen Grundüberlegungen auf den Gedanken von Leibniz, Babbage und Boole auf. An-

Der Verfasser darf die große Akademie von Lagado besichtigen. Umständliche Beschreibung derselben. Die Künste, denen sich die Professoren widmen.

Der erste Professor, den ich sah, befand sich in einem großen Zimmer, und war von vierzig Schülern umgeben. Nach der gewöhnlichen Begrüßung bemerkte er, daß ich ernstlich einen Rahmen betrachtete, welcher den größten Teil des Zimmers in Länge und Breite ausfüllte, und sagte: Ich wundere mich vielleicht, daß er sich mit einem Projekt beschäftige, die spekulativen Wissenschaften durch praktische und mechanische Operationen zu verbessern. Die Welt werde aber bald die Nützlichkeit dieses Verfahrens bemerken. Er schmeichelte sich mit dem Gedanken, daß eine höhere und edlere Idee noch nie aus dem Gehirn eines Menschen entsprungen sei. Ein jeder wisse, wieviel Mühe die gewöhnliche Erlernung der Künste und Wissenschaften bei den Menschen erfordere, er sei überzeugt, durch seine Erfindung werde die ungebildetste Person bei mäßigen Kosten und bei einiger körperlicher Anstrengung Bücher über Philosophie, Poesie, Mathematik und Theologie ohne die geringste Hilfe des Genies oder der Studien schreiben können.

Er führte mich an einen Rahmen, wo alle seine Schüler in Reihen aufgestellt waren. Der Rahmen enthielt zwanzig Quadratfuß und befand sich in der Mitte des Zimmers. Die Oberfläche bestand aus einzelnen Holzstückchen von der Dicke eines Würfels, von denen jedoch einzelne größer als andere waren. Sie waren sämtlich durch leichte Drähte miteinander verknüpft. Diese Holzstücke waren an jedem Viereck mit überklebtem Papier bedeckt, und auf diesen Papieren waren alle Worte der Landessprache in Konjugationen und Deklinationen, jedoch ohne alle

Ordnung aufgeschrieben. Der Professor bat mich, acht zu geben, da er seine Maschine in Bewegung setzen wolle. Jeder Zögling nahm auf seinen Befehl einen eisernen Griff zur Hand, von denen vierzig am Rande befestigt waren. Durch eine plötzliche Umwendung wurde die ganze Anordnung verändert. Alsdann befahl er sechzehn Knaben, die verschiedenen Zeilen langsam zu lesen, und wenn sie drei oder vier Wörter aufgefunden hatten, die einen Satz bilden konnten, diktierten sie dieselben vier anderen Knaben, welche dieselben niederschrieben. Diese Arbeit wurde drei- oder viermal wiederholt. Die Maschine war aber so eingerichtet, daß die Wörter bei jeder Umkehrung einen neuen Platz einnehmen, so wie das ganze Viereck sich von oben nach unten drehte.

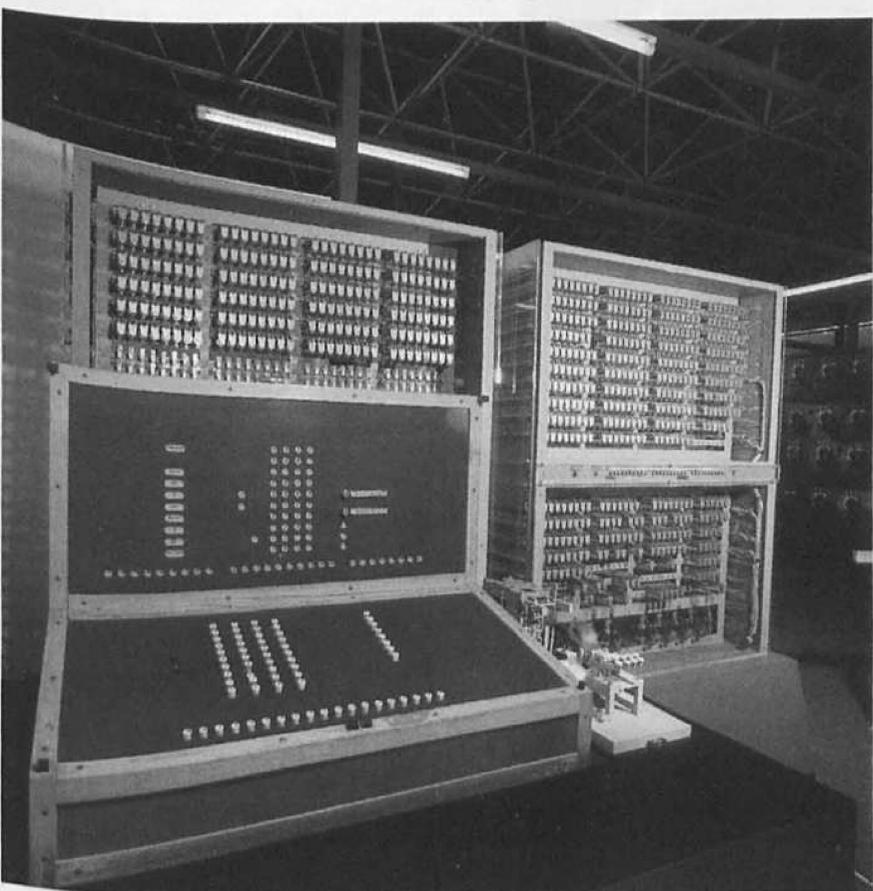
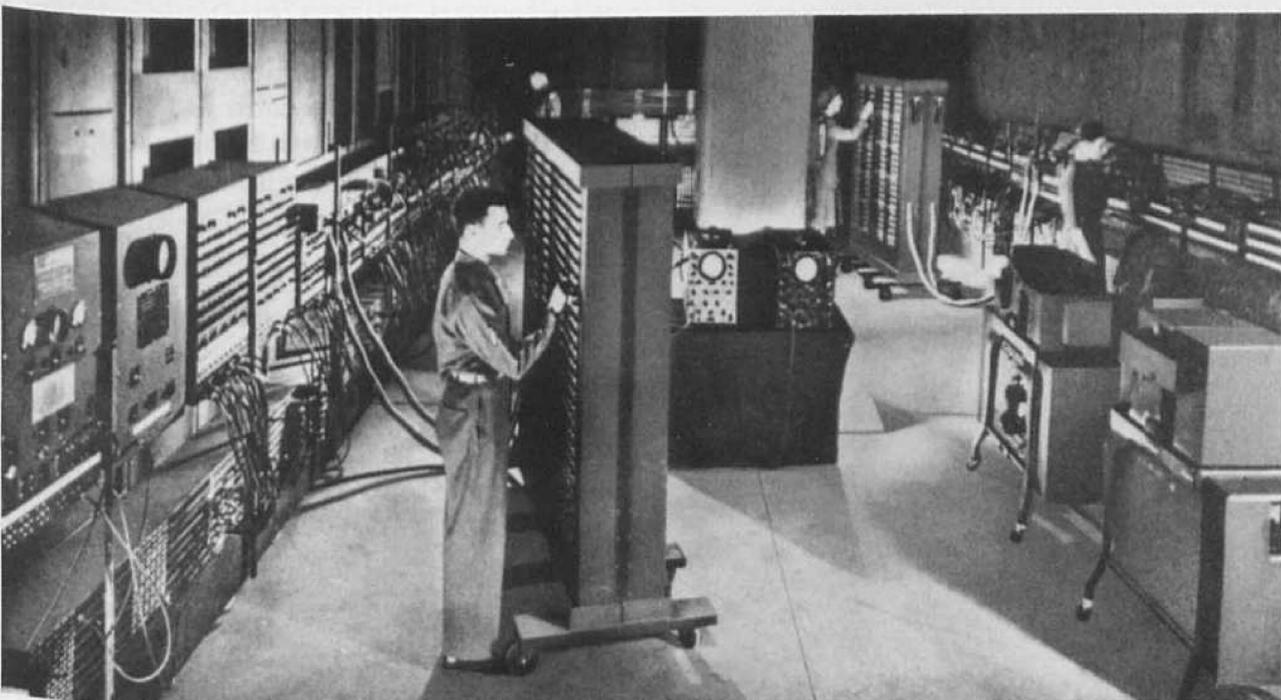
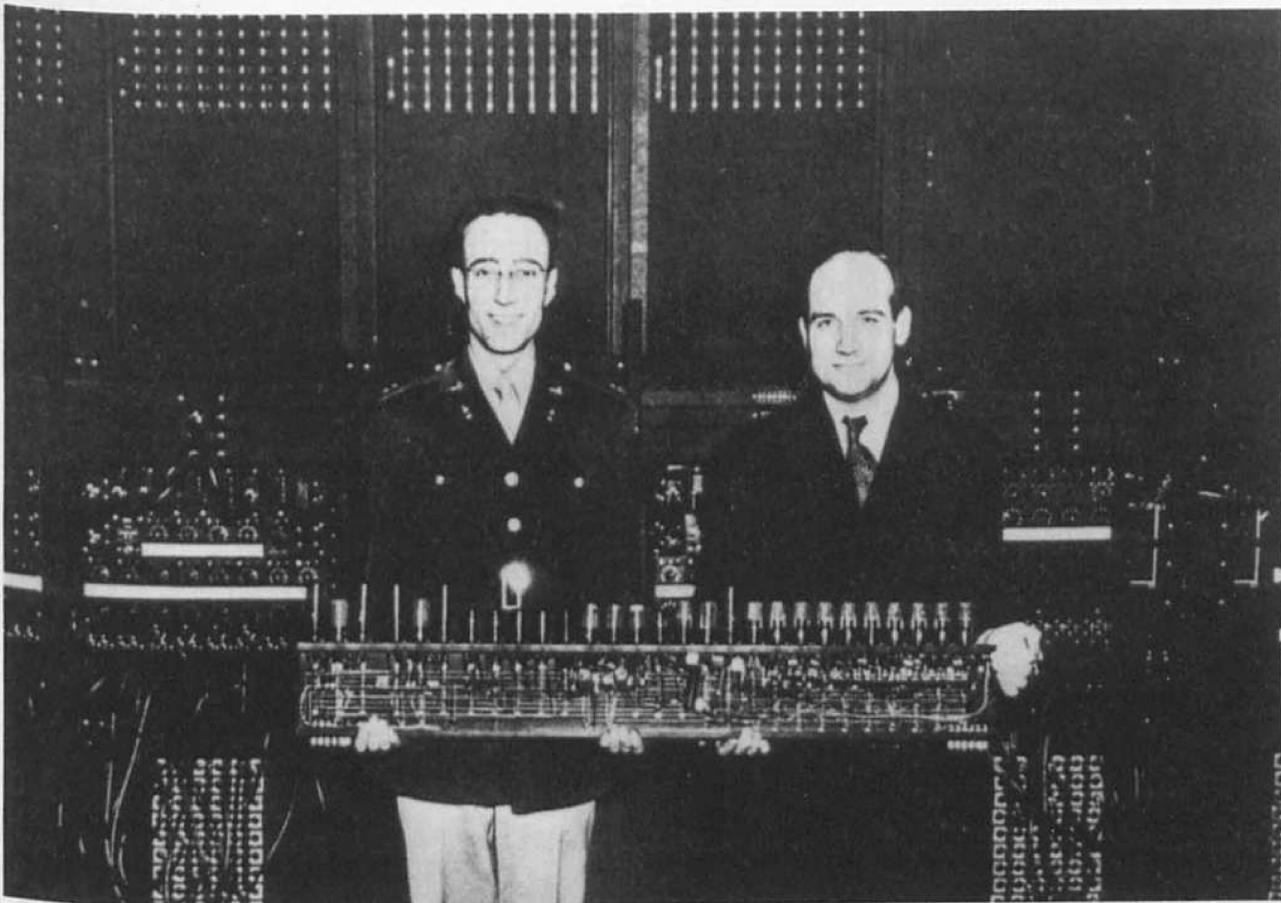
Sechs Stunden mußten die Schüler täglich bei dieser Arbeit zubringen. Der Professor zeigte mir mehrere Folianten, welche auf diese Weise aus abgebrochenen Sätzen gebildet waren, und die er zusammenstellen wollte. Aus diesem reichen Material werde er einen vollständigen Inbegriff aller Künste und Wissenschaften bilden; ein Verfahren, das er jedoch verbessern und schneller beenden würde, wenn das Publikum ein Kapital zusammenbringen wollte, um fünfhundert solcher Rahmen in Lagado zu errichten, und wenn man die Unternehmer zwingen werde, in ihren verschiedenen Kollekten die gehörige Summe beizusteuern.

Er gab mir die Versicherung, diese Erfindung habe schon von Jugend auf alle seine Gedanken in Anspruch genommen; er habe seinen Rahmen so eingerichtet, daß er den ganzen Sprachreichtum umfasse, und sogar das allgemeine Verhältnis berechne, welches in Büchern hinsichtlich der Anzahl von Partikeln, Haupt- und Zeitwörtern und anderen Redeteilen stattfindet.

Jonathan Swift: Gullivers Reisen. Nach der Übersetzung von Fr. Kottenkamp, Stuttgart 1843.

geregt durch sein Bauingenieur-Studium an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg, begann Zuse etwa 1935 mit dem Bau verschiedener Modelle. Im Unterschied zu vorherigen Konstruktio-

nen war das Neue, daß Zuse alle Zahlenrechnungen auf die logischen Grundoperationen „Und“, „Oder“ und Negation zurückführte. Zunächst versuchte er dies mit mechanischen Schaltelementen. Spä-



Captain Gold Goldstein (Bild ganz oben, links) und J. P. Eckert präsentieren den „Ringzähler“ des ENIAC, eine Röhrenbaugruppe zur Speicherung einer einzigen Dezimalzahl.

Der ENIAC (Electronical Numerical Integrator and Computer) war der erste arbeitsfähige Rechenautomat der USA in Röhrentechnik (oben).

Konrad Zuses Z3, die erste betriebsfähige, elektromechanisch arbeitende und frei programmierbare Rechenanlage der Welt. Zuse hatte zudem die Bedeutung des Dualsystems für die Computertechnik erkannt.

ter ersetzte er sie durch elektromagnetische Relais, die er fertig kaufen konnte und nur zu verdrahten brauchte. Es gelang ihm im Jahre 1941, die erste programmgesteuerte Maschine, das Modell Z3, fertigzustellen. Dieses Gerät wurde versuchsweise für verschiedene aerodynamische Berechnungen der Luftfahrt eingesetzt.

Eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des modernen elektronischen Computers war die konsequente Begründung der Computerarchitektur durch John von Neumann (1903 bis 1957). Er formulierte 1948 die Idee des intern als Information gespeicherten Programms. Von Neumanns Gedanken sind das Gerüst der gegenwärtig gebauten Systeme: Das Programm wird ebenso wie die zu verarbeitenden Daten codiert und in der Maschine gespeichert. Das als Sequenz von Befehlen gespeicherte Programm enthält auch bedingte Befehle, welche Verzweigungen ermöglichen. Der Computer ist damit in der Lage, logische Entscheidungen über den Verlauf von Prozessen zu treffen.

Die weitere Entwicklung der Computertechnik zu immer kleineren und leistungsfähigeren Systemen beruhte auf Fortschritten sowohl bei der Hard- als auch bei der Software. Auf der einen Seite wurden immer kleinere und schnellere Bauelemente entwickelt. Auf der anderen Seite wurden die Programmiersprachen immer mehr der natürlichen Sprache angenähert.

Dennoch gibt es keine Verwechslungsgefahr zwischen natürlicher und künstlicher Intelligenz. Zu unterschiedlich sind Gehirn und Computer, wenn man die einzelnen Bauteile betrachtet. Zwischen dem biologischen (natürlichen) und dem technischen (künstlichen) Material gibt es keine materielle Äquivalenz. Silicium-Chips – um es banal zu sagen – sind keine Gehirnzellen. Es ist leichter, Menschen biologisch statt technisch herzustellen. Es gibt immerhin einige Milliarden davon. □

DER AUTOR

Peter Faulstich, Dipl.-Ing., Dr. phil., geboren 1946, studierte Stadt- und Regionalplanung, Bildungsökonomie. ErhabilitiertesichimFachErziehungswissenschaften. Seit 1980 ist er Leiter der Kontaktstelle für wissenschaftliche Weiterbildung an der Gesamthochschule Kassel.

SHOPTECH

Die Verbindung von Kultur und Kommerz im Londoner Design Museum

VON MARIA OSIETZKI UND FRANZ RINGELHAN

Längst folgt die Form nur noch selten der Funktion: Design und Styling stehen im Dienst von Marketing und Sozialprestige. In der Anzeige, die in der Designer-Zeitschrift *Blueprint* erschien, sieht sich das Design Museum London als kulturell überhöhte Möglichkeit, Waren zu präsentieren.



Foto: Aus *Blueprint* 59, July-August 1989, London

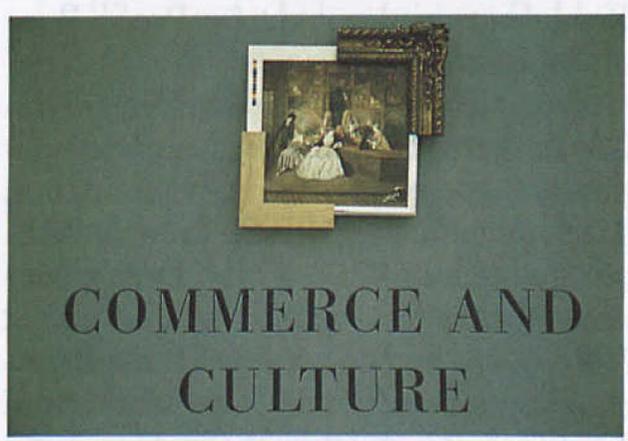
Mit dem programmatischen Anspruch, Kommerz und Kultur zu versöhnen, eröffnete in London das vielbeachtete Design Museum am Ufer der Themse. Provokativ stellt es sich als „kulturelle“ Institution in den Dienst „postindustrieller“ Verkaufsstrategien, wonach nicht mehr der schlichte Besitz von Gütern, sondern das mit den Produkten mitgelieferte Sozialprestige zählt. In seiner ästhetisierten Produktpräsentation erreicht das Museum eine Professionalität, die, wie der Begriff „shoptech“ verdeutlicht, selbst für hochgestylte Boutiquen „vorbildlich“ ist.

Auf dem Gelände der ehemaligen Docklands unweit der Tower Bridge hebt sich das neue Design Museum in kühlem Weiß modernistisch von den alten Werftgebäuden ab. Als Bauhaus an der Themse bezeichnet, nimmt es einen privilegierten Platz an der großzügigen Uferpromenade ein. Die unaufdringliche Architektur des Gebäudes setzt sich in der klaren und einfachen Ausstellung der Innenräume mit vier unterschiedlichen Ausstellungsbereichen fort.

Eine Studiensammlung von etwa 400 Produkten vermittelt den Besuchern einen Eindruck vom Wandel des Designs im 20. Jahrhundert. Entgegen der programmatischen Absicht, Design in seinem künstlerischen, technologischen, sozialen, finanziellen und kulturellen Einfluß zu analysieren, erscheinen die eindrucksvollen Exemplare von Stühlen, Haushaltsgeräten, Fahrrädern, Telefonen und anderen Produkten des modernen Industriedesigns in einer einfachen chronologischen Anordnung. Mit sparsamen Texttafeln, Videofilmen und Erklärungen per Kopfhörer werden sie in einen ästhetisierten historischen Kontext gestellt, bei dem der Akzent ausschließlich auf dem Unterhaltungswert liegt.

„Entertainment“ wurde auch bei den übrigen drei Eröffnungsausstellungen großgeschrieben. Dazu gehörte eine von Perrier gesponserte Graphik-Ausstellung. Von dieser eher noch museal gestalteten Präsentation unterschied sich die weitere Wechselausstellung *Review*: Dort wurden die Besucher mit „dem letzten Schrei“ allerneuester Produkte internationaler Herkunft bekannt gemacht.

Dazu gehörte zum Beispiel eine Konservendose mit einem eingebauten Mechanismus zum Anwärmen der enthaltenen Speisen. Dieser Höhepunkt der Fastfood-Unkultur wurde im Design Museum nur mit einem Hinweis auf den Hersteller kommentiert. Ein anderes Kuriosum war ein Musikstuhl, der, an eine Stereoanlage gekoppelt, die Schwingungen der Bässe auf den Körper des Hörenden überträgt. Auch an die kleinen Besucher war ge-



Der Eingang zum Londoner Design Museum, dem „Bauhaus an der Themse“, und das Motto der Museumsdesigner „Commerce and Culture“ im Innern.

dacht: eine Serie von elektronischen Musikgeräten mit der Aufschrift *My First Sony* sollte Kinder als lebenslange potentielle Kunden ansprechen.

Die Produktshow, die als „shop window of invention“ einem futuristischen Einkaufszentrum glich, wurde ideologisch von der vierten von ihrem Aussagewert her suggestivsten Ausstellung legitimiert. Darin präsentierte das Design Museum sein Programm: Unter dem Motto *Commerce and Culture* propagierte es im Rückgriff auf die Historie eine

Versöhnung zwischen Warenhaus und Museum. Der Untertitel „from pre-industrial art to post-industrial values“ (von vorindustrieller Kunst zu nachindustriellen Werten) verwies auf eine Entwicklungslinie, die das Design Museum in Abkehr von der elitären, in Museen repräsentierten Kunst des vergangenen zur Massenkultur dieses Jahrhunderts nachzeichnen will.

Am Beginn der Ausstellung *Commerce and Culture* wurden die Besucher mit einer eingängigen Philosophie über Kunst und Design konfrontiert: „Kunst wird vielfach zur Ware, und Ware kann zur Kunst werden“, hieß es dort lapidar. Illustriert wurde dies unter anderem durch eine Reproduktion der Mona Lisa als Gobelin oder durch eine Vielzahl von Keramikgefäßen und Plakaten, die als ehemals kommerzielle Produkte nun den Wert von Kunstwerken haben. Obwohl Kunst auf Authentizität beruhe und Design auf Reproduzierbarkeit, sei auch Kunst reproduzierbar, denn Qualität sei von der Einmaligkeit des Kunstwerks zu trennen.

Die durch Exponate suggestiv gestützte Gedankenfolge über die Wandelbarkeit von Kunst in Ware und Ware in Kunst soll den Besuchern nahebringen, daß Qualität und Wert, die ehemals vorwiegend Kunstprodukte auszeichneten, heute potentiell jedem zugänglich seien – und zwar mittels Design, das als authentischer Ausdruck der Kultur des 20. Jahrhunderts präsentiert wird. Diese Argumentationsstrategie dient dazu, das Gefälle zwischen Kunst und Design zu nivellieren. Ob sich vielleicht Designer als verhinderte Künstler auf diese Weise ihren Tempel bauen?

Bei genauerem Hinsehen wird schnell deutlich, daß es nicht nur um die Aufwertung von Design als Kunst geht. Die Texte zu *Commerce and Culture* bekannten vielmehr freimütig die Nähe des Designs zum Kommerz. Sie stehen im Dienst der programmatischen Aufgabe, die getrennte Entwicklung von Warenhäusern und Museen im 19. Jahrhundert als bürgerliches Ergebnis einer elitären Abspaltung der Kultur vom schnöden Mammon des Geschäftslebens überwinden zu helfen. Sie vertreten eine „Demokratisierung“ der Massenkultur. Da diese Kultur nun vorzugsweise durch Kaufhäuser – und jüngst auch im Design Museum – zugänglich ist, ergab sich scheinbar folgerichtig

Fotos: Design Museum London (o.); Maria Osietzki (u.)

eine Versöhnung zwischen *Commerce and Culture*, der das Design Museum Vorschub leisten will.

Indieser Intention fühlt sich das Design Museum durch die jüngste Entwicklung bestätigt, wonach sich Museen und Warenhäuser immer mehr angleichen. Nach Aussage des ehemaligen Museumsdirektors Stephen Bayley haben sie ursprünglich vieles gemeinsam: Sie sind urban, ihre Kunden gehören der gehobenen Mittelklasse an, sie stellen beide aus und sind dem Konsum verpflichtet, sei es dem Konsum von Gemälden, Ideen oder Waren. Im Prozeß der Annäherung zwischen Kultur und Kommerz haben die Warenhäuser und insbesondere die exklusiven Geschäfte mit ihren durchgestylten Auslagen das Niveau musealer Präsentation erreicht, wenn nicht gar überschritten. Nun sei es an den Museen, ihrerseits einen Schritt auf den Kommerz zuzugehen. Das Design Museum sieht sich als Pionier dieser Entwicklung. Sein Selbstverständnis zielt explizit darauf hin, die Stigmatisierung des Ökonomischen und dessen Abspaltung von der Kultur zu überwinden. Als museales Warenhaus präsentiert es Design als „cash value of art“ und reduziert auf diese Weise Kultur auf ein Marktsegment zwischen Coca Cola und Cadillac.

Sicherlich ist Design auch kultureller Ausdruck einer Epoche; doch um diese einfache Feststellung geht es dem Design Museum nicht. Vielmehr soll der Kauf ästhetisierter Produkte zum kulturellen Akt stilisiert werden und den Benutzern die Gewißheit vermitteln, kultiviert zu sein. Mit dieser Ausstellungskonzeption werden die Museumsbesucher vorwiegend als Konsumenten angesprochen. In einer Zeit, in der Design zu einem bedeutenden Management-Instrument geworden ist, kann ein Design Museum, und als solches haben es seine Sponsoren erkannt, den Konsum kräftig anregen. Dabei geht es weniger um die Ausstellung spezieller Produkte bekannter Firmen als um die Vermittlung der Ideologie, gehobenes Design sei mit Kultur gleichzusetzen.

Dies ist auch das Motiv für miteinander konkurrierende Firmen, das Design Museum zu fördern. Es geht ihnen weniger um die Werbung für ihre Produkte; unterstützenswert ist ihnen vielmehr die gesamte Konzeption des Design Museums: Es verkauft Ideologie! Damit spannt es



Foto: Design Museum London

sich vor den Karren „postindustrieller“ Verkaufsstrategien, die dem „Image“ von Produkten besondere Bedeutung verleihen, weil sie Maßstab für deren Reputations- und Prestigewert sind und damit absatzfördernd wirken. Schließlich zählt in einer Wohlstandsgesellschaft nicht mehr so sehr der Besitz als solcher; gesellschaftlich relevant ist vielmehr der Besitz von Produkten mit besonderem Profil: Benetton, Cardin, Ferrari.

Das gilt nicht nur für das Design von Mode, Autos oder simplen Gebrauchsgegenständen, sondern in besonderem Maße auch für High-Tech-Produkte. Ihrer Ausstellung fühlt sich das Design Museum besonders verpflichtet. Es nutzt Videos wie auch neue interaktive Kommunikationsmittel zur Unterhaltung und Unterweisung der Besucher in Fragen des Designs. Darüber hinaus entwickelt es eine spezielle Design-Philosophie für die neuen Medien: Design müsse das Potential der neuen Technologie in Formen ausdrücken, die innovativ sind und ihre Akzeptanz stützen. Darin liege ein weiterer Antrieb für die Überwindung der Distanz zwischen Museen und Warenhäusern, die – so die Vision des Design Museums – als „Wissenszentren“ eins werden. Zur Ironie der ganzen Entwicklung mag gehören, daß Warenhäuser und Museen in Zukunft möglicherweise durch Teleshopping überflüssig werden. Das nötige Wissen über die neuesten Trends kann sich der Konsument dann per Kabel in die eigene Wohnung holen. Mit dieser Perspektive

endete die Ausstellung *Commerce and Culture* – darauf bezogen ohne Kommentar.

Die ausgefeilte Konzeption des Design Museums im Interesse der Prosperität designintensiver Produktionszweige wirft unweigerlich die Frage nach der Herkunft seines Programms auf. Bereits die Vorgeschichte gibt ausreichend Antwort: Wie das Londoner Design Magazin *Blueprint* hervorhob, war die Begegnung zwischen Steven Bayley, dem ersten Chef des Design Museums, und Sir Terence Conran, Besitzer nobler Einrichtungshäuser und Ladenketten, vor mehr als zehn Jahren eine wichtige Zäsur in der Geschichte des britischen Designs.

Marketing im „Bauhaus an der Themse“

Erste museologische Ergebnisse zeigte das Zusammentreffen der beiden gewiefen Manager bereits in der Organisation von Ausstellungen im *Boilerhouse* des traditionsreichen *Victoria and Albert Museums* in London. Die dortigen designorientierten Ausstellungen, wie das *Boilerhouse* selbst, wurden von der speziell zu diesem Zweck gegründeten *Conran Foundation* gesponsert, die auch zum großen Teil das Design Museum finanziert. Die Vorteile für Conran sind vielfältig. Nach angelsächsischem Brauch können Profite steuergünstig in Stiftungen gesteckt werden, die den Namen des Gründers über Generationen weiterleben las-

Das Kunstobjekt folgt dem Gesetz
des Designs: Mona Lisa
ist beliebig reproduzierbar.



Foto: Maria Osietzki

sen. Conran hat sich somit durch die Finanzierung des Design Museums selbst ein Denkmal gesetzt.

Doch damit nicht genug: Auch der Standort des Museums auf dem Gelände der Butlers Werft, an deren profitablen Ausbau Conran teilhat, kommt seinen Immobilieninteressen in hohem Maße entgegen. Die Ansiedlung von Anwohnern und Geschäftsleuten profitiert vom Design Museum, das in der noch nicht ganz renovierten Docklandschaft als illustrer Anziehungspunkt wirkt, den Baustellencharakter des Themse-Ufers mildert und insgesamt die Attraktivität der Region hebt. Das Design Museum profitiert seinerseits von dem entstehenden Nobelviertel, in dem nicht nur exklusive Hotels, Appartements, Galerien und Boutiquen, sondern auch elegante Geschäftshäuser und Büros entstehen. Die Einrichtung einer zusätzlichen Verkehrsverbindung vom Tower of London zum gegenüberliegenden Design Museum – dessen Lage wußte auch das *English Tourist Board* mit einer beachtlichen Geldspende zu würdigen – stellt einen weiteren Vorteil für künftige Anwohner dar. So gehen Geschäft und Kultur aufs engste Hand in Hand.

Die finanzielle Krise der Museen wurde in den letzten Jahren in der Bundesrepublik wie auch in England vielfach diskutiert. In eine Krise waren vor allem die traditionsreichen Museen geraten: Sie konnten ihren originären Aufgaben der Bewahrung, wissenschaftlichen Aufbe-

reitung und Ausstellung der Sammlungsbestände nicht mehr in dem gewünschten Maße nachkommen. Denn unter dem Druck sinkender finanzieller Förderung durch die öffentliche Hand waren sie auf die Einwerbung von Mitteln industrieller Sponsoren und auf museumseigene Einnahmen aus oberflächlichem Entertainment angewiesen. Die vielen von Regierungen und Privatwirtschaft unterstützten Museumsneugründungen trugen ebenfalls dazu bei, den traditionsreichen Museen das „Wasser abzugraben“. Damit verschob sich zusehends der Akzent museologischer Tätigkeit, die im Design Museum einen Höhepunkt erreichte: Seine gesamte Konzeption ist die umfassende Antwort auf die von Regierungen und Industrie favorisierte Kommerzialisierung der Museen.

Erschöpfte sich das Programm des Design Museums darin, von der eigenen Zunft hochgelobte Produkte und ihre „Schöpfer“ auf den Altar des Design-Kults zu heben, so unterschiede es sich nicht von der Vielzahl bestehender Museen, die im Bereich von Wissenschaft, Technik und Architektur Heroenkult betreiben. Das Design Museum geht jedoch darüber hinaus. Es begnügt sich nicht mit der linearen Anordnung einer Produktpalette vom ersten grobschlächtigen Modell der Jahrhundertwende bis zum elektronisch gesteuerten Typ der Gegenwart oder Zukunft. Seine Konzeption ist weit aus subtiler: Die Programmatik, Kommerz und Kultur durch die Verschmelzung von Warenhaus und Museum zu vereinen, wird räumlich und ausstellungstechnisch professionell umgesetzt. Der Begriff *shoptech*, mit dem sich das Design Museum in der Werbung selbst charakterisiert, steht für diese auf die Spitze getriebene Perversion heutiger Museumsaufgaben.

Gewiß können die Museumskonzeptionen der Vergangenheit nicht Maßstab der Kritik des neuartigen Museumstyps sein. Denn die Beschränkung der Gemäldesammlungen auf die Bewahrung der Kunstwerke und ihre mangelnde Vermittlung an die Besucher ist keineswegs nachahmenswert. Vorbild für eine besucherbezogene Ausstellungskonzeption, die interaktive Lernangebote bietet, kann auch nicht die Verehrung des wissenschaftlich-technischen „Fortschritts“ und die Beweihräucherung der Erfinder

und Entdecker in wissenschaftlich-technischen Museen sein.

Erstrebenswert wäre aber ein Programm, das – bezogen auf das Design Museum – die Gestaltung von Produkten in ihren wirtschaftlichen, sozialen, ökologischen und kulturellen Voraussetzungen und Folgen analysierte.

Es wäre nicht nur die fortschreitende industrielle Funktionalisierung des Designs als Marketing-Instrument im Dienste wirtschaftlicher Prosperität zu hinterfragen; zu wünschen wäre ebenso die Aufklärung der Besucher über die ökologischen Merkmale modernen Designs wie die Umweltverträglichkeit der verwendeten Materialien. Eine gesellschaftskritische Analyse könnte überdies darstellen, in welcher Weise Design zur Aufrechterhaltung und Verstärkung sozialer Ungleichheit beiträgt, indem es Waren durch deren Ausstattung mit einem bestimmten „Image“ gezielt einem wohlhabenden Käuferkreis vorbehält.

Eine Analyse dieser Zusammenhänge würde jedoch eine vollkommen konträre Konzeption des Design Museums voraussetzen. Kultur könnte nicht auf das Niveau von Kommerz heruntergezogen werden. Design erschiene nur als Ausschnitt von Kultur unter dem Einfluß ökonomischen Kalküls. Die Grundidee des Design Museums, Kommerz und Kultur zu vereinen, wäre durch die wünschbare Aufgabe von Museen, ihre Sammlungsobjekte im Kontext ihrer Genese zu zeigen, ad absurdum geführt. Im Falle einer historisch differenzierten Präsentation könnte am Design auch das Widerständige, Hinterfragende, Zweifelnde, Kritische in der Kultur zugelassen werden.

Ob das Design Museum dann jedoch von der *Conran Foundation* finanziert worden wäre? □

DIE AUTOREN

Maria Osietzki, Dr. phil., geboren 1955, ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Wirtschafts- und Technikgeschichte an der Ruhr-Universität Bochum.

Franz Ringelhan, geboren 1957, Innenarchitekt und Designer in München; Mitwirkung an Ausstellungen in Paris, Rom, Frankfurt, Leningrad.

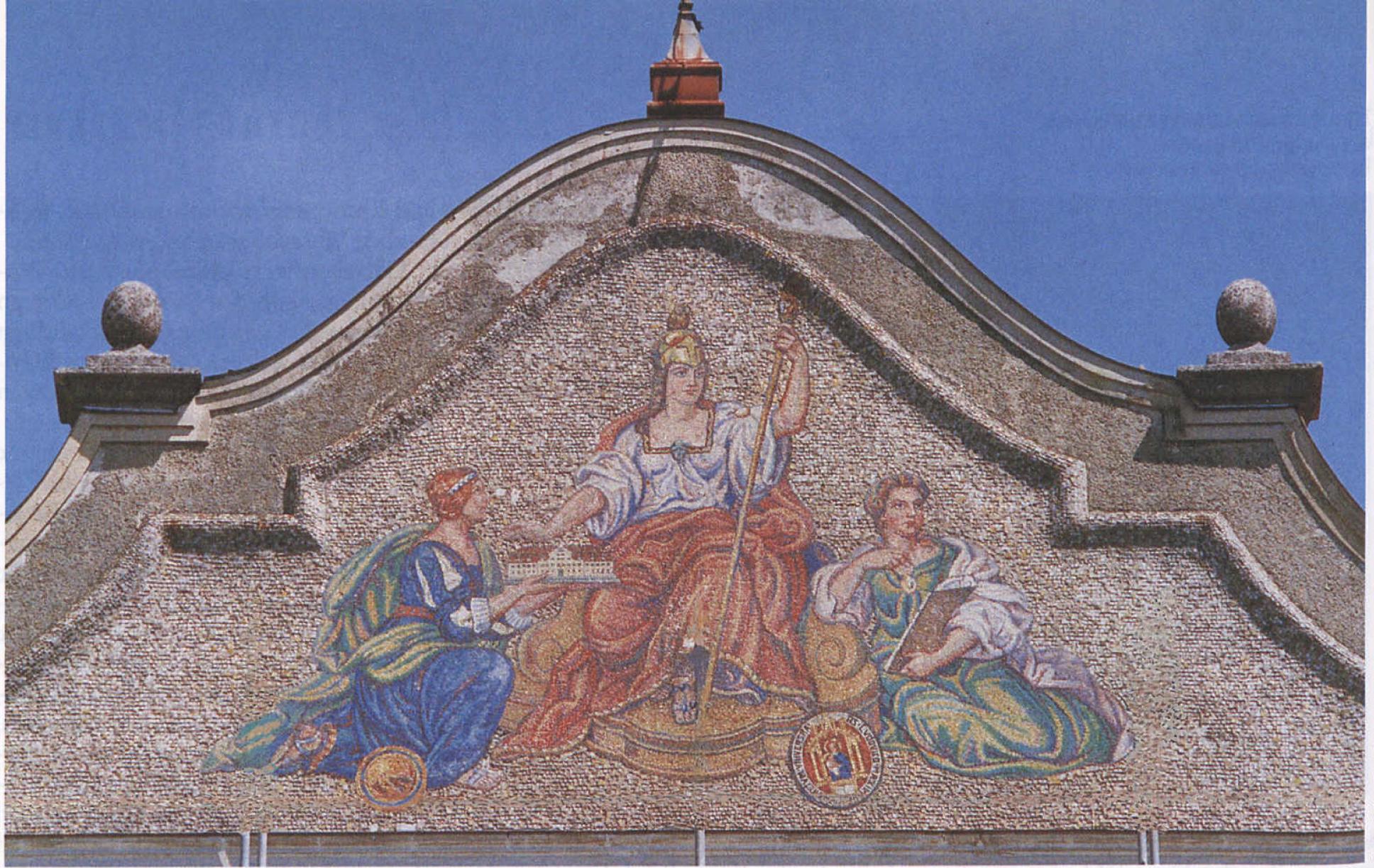


Foto: Jobst Broelmann

„Die Kultur geht so gänzlich flöten bei der Technik“

Der Unternehmer und Privatgelehrte Hermann Anschütz-Kaempfe und Albert Einsteins Beitrag zur Erfindung des Kreiselkompasses

VON JOBST BROELMANN

In Sonderausstellungen des Deutschen Museums wurde in den letzten Jahren das Werk der Physiker Arnold Sommerfeld und Walter Gerlach vorgestellt. Ein Freund der beiden, dessen Rolle als Organisator von Technik, Wissenschaft und Kunst wenig beachtet wurde, war Hermann Anschütz-Kaempfe. Bisher unbekannt: Briefe Albert Einsteins, die bei einem Forschungsprojekt der Schiffsabteilung des Deutschen Museums über die Entstehung der Kreiseltechnik aufgefunden wurden, illustrieren die Arbeitsweise Anschütz-Kaempfes, der den ersten einsatzfähigen Kreiselkompaß entwickelte.

„Anschütz ist ein vollkarätiges Glückskind. Wenn er mir sagte, er werde mit sechs Lipizzanerhengsten zum Nordpol fahren, so würde ich es für möglich halten“, urteilte der Maler und Polarforscher Julius Payer. Der junge Anschütz hatte sich jedoch, gerade um die Jahrhundertwende, für ein Unterseeboot entschieden, lange bevor etwa die deutsche Marine den Einsatz von U-Booten auch nur für die Küstenfahrt erwog. Was trieb einen Kunsthistoriker zu Beginn dieses Jahrhunderts dazu, sein Vermögen in ein solches Projekt zu investieren?

Hermann Anschütz wurde am 3. Oktober 1872 in Zweibrücken in der Pfalz geboren. Das Medizinstudium, das er in

München begann, befriedigte ihn wenig. Ärztliche Diagnosen schienen ihm zu vage, Krankheit und Tod durch Wissenschaft und menschlichen Willen schließlich doch nicht überwindbar. Ein väterlicher Freund, der Salzburger Kunsthistoriker Kaempfe, lud den Unentschlossenen zu Reisen nach Italien und Griechenland ein, den Stätten des klassischen Altertums, für den jungen Anschütz „das Schönste, was man sich denken kann“. Anschütz widmete sich der Kunstgeschichte und schloß seine Studien mit einer Promotion über venezianische Malerei des 16. Jahrhunderts ab. Das Studium und das Erlebnis dieser Epoche prägten ihn, die Ausstattungen seiner

Mosaik am Giebel des Schlosses Lautrach: Anschütz-Kaempfe
Frau Reta (links) übergibt das Schloß der Allegorie
der Wissenschaft. Rechts im Bild die Universität München.

Wohnungen und Villen werden später reich und überschwänglich von ihm ausgeschmückt.

Der kinderlose Kaempfe adoptiert ihn und hinterläßt ihm bei seinem Tode sein Vermögen. Anschütz-Kaempfe geht nach Wien, dessen Flair und Leichtlebigkeit ihm über den Verlust hinweghelfen sollen. Hier trifft er den Maler und Polarforscher Julius Payer. Was Kaempfe dem Studenten Anschütz mit der Kultur des Mittelmeerraumes vermittelte, setzte Payer auf seine Weise mit der Faszination und Strenge der Polarregionen fort. Diese weitgespannte „Polarität“ spiegelt sich im Leben Anschütz-Kaempfes wider, das Lebenslust und verschwenderische Fülle, aber auch zielstrebiges Forschen und das Drängen nach einem selbstgesteckten, fast unerreichbaren Ziel kennzeichnet.

Polarfahrten sind in dieser Zeit der Eroberung der restlichen, noch unberührten Welt in Mode. Anschütz-Kaempfe schließt sich mehreren Schiffsexpeditionen an, die immer wieder im undurchdringlichen Packeis enden. Er studiert die Eisverhältnisse dieser Regionen und trägt in einem Vortrag vor der *K. K. Geographischen Gesellschaft* in Wien im Januar 1901 seinen Plan vor, den Nordpol mit einem Unterseeboot zu erreichen. Ausführlicher erläutert er seine Lösungen der technischen Probleme und der Navigation des Forschungsfahrzeuges.

Da ein Magnetkompaß im geschlossenen stählernen Druckkörper des Unterseebootes unbrauchbar wäre, sollte bei Unterwasserfahrt ein Gyroskop, ein Kreiselgerät, wie es 1852 von Léon Foucault vorgeführt und seit 1898 in den Steuerungsapparaten der Torpedos gebräuchlich war, zur Navigation des Bootes verwendet werden. Obwohl Anschütz sein Projekt sorgfältig vorbereitet hatte, die Helligkeit unterhalb der Eisdecke gemessen und Angebote für ein Unterseeboot eingeholt hatte, sah er sich vielerlei Kritik und Skepsis gegenüber. So erhielt er für seine Pläne den Ratschlag, „sich doch weniger kostspielige Arten des Selbstmordes auszusuchen“ – aus den USA allerdings erhielt er auch die Ehrendoktorwürde.

Das Motiv dieses Technologieprogramms gab Anschütz am Ende eines Vortrags: „Sollte es sich nicht lohnen, ein so wichtiges Experiment zur Ausführung zu bringen, zum Beweise des Könnens deutscher Technik und zur Ehre der Wis-

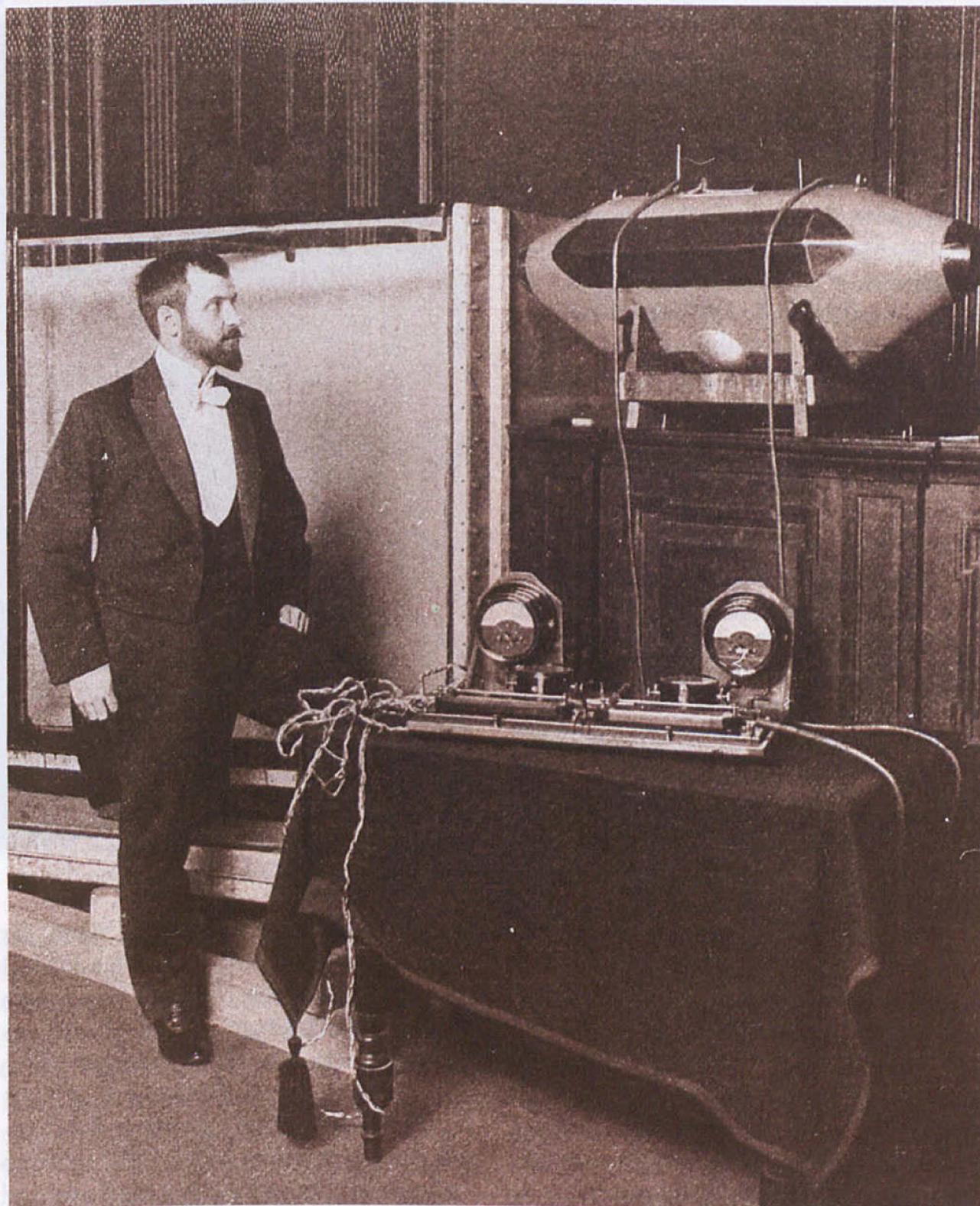
senschaft, die in Deutschland wie sonst nirgendwo hochgehalten wird?“

Die beiden Maximen – Beweis des Könnens deutscher Technik und Ehrung der Wissenschaft – projizieren den Rahmen seines späteren Werks und erklären auch die Grundlage seiner Freundschaft zu Arnold Sommerfeld, wobei das Motiv der „Ehrung der Wissenschaft“ eine gewisse, ungewollte Ironie enthalten sollte, da das Werk Anschütz-Kaempfes, die Entwicklung eines Kreiselkompasses, auch in der Zusammenarbeit mit erstklassigen Wissenschaftlern stets auf eine vom schöpferischen Einfallsreichtum genährte Empirie angewiesen war.

Anschütz-Kaempfe beginnt das Projekt vom Ausmaß eines privaten Apollo-

Programms mit dem Bau des Gyroskops, des Richtungshalters seines U-Bootes, „in glücklicher Unkenntnis der bestehenden Schwierigkeiten“, die ihm Arnold Sommerfeld und Walter Gerlach in ihrem Nachruf bestätigten. Für die Konstruktion dieses Gerätes zieht er den Mechanikermeister Keicher der Münchner Optikwerkstätte *Falter & Sohn* in der Kreuzstraße hinzu, dem er seine Ideen in die Drehbank diktiert und den er nach Arbeitsschluß in seine Wohnung holt, wo ein Billardtisch als Werkbank dient.

Schon bald muß Anschütz-Kaempfe jedoch feststellen, daß die auftretenden Probleme durch Experimente allein kaum zu lösen sind. Er wendet sich im Jahr 1902 zum ersten Mal an die in Mün-



Anschütz-Kaempfe mit einem U-Boot-Modell
bei einem Vortrag über
seine geplante Polarexpedition, 1902.

Foto: Aus Leipziger Illustrierte, 13. 2. 1902/Jobst Broelmann

chen vertretene Wissenschaft und bittet Professor Hermann Ebert, den Leiter des physikalischen Institutes der Technischen Hochschule, um Rat. Ebert, in dessen Institut sich einige der damals üblichen Kreiseldemonstrationsmodelle befanden, sah die bestehenden Schwierigkeiten durchaus und konnte dem Kunsthistoriker nur raten, sein Projekt aufzugeben. Immerhin hatte schon Jahre zuvor Werner von Siemens vor der gleichen Aufgabe kapituliert. Siemens, sicher kein weltfremder Bastler und Erfinder, hatte 1888, zu Beginn einer sich abzeichnenden Ära des Schlachtflottenbaus, den Marktwert eines Kompasses erkannt, der unabhängig von den umgebenden Eisenmassen funktionierte, mit der Verwertung eines holländischen Patentes jedoch keinen Erfolg gehabt und das Projekt enttäuscht fallen lassen.

Anschütz-Kaempfe läßt sich jedoch davon nicht beeindrucken und experimentiert weiter; 1903 werden Versuche im Schwimmbecken des Müllerschen Volksbades durchgeführt, dann weitere auf dem Starnberger See. Das Projekt der Polarfahrt war längst gegen das Forschungsvorhaben Kreiselkompaß ausgetauscht worden, das ihm die Abenteuer der Polarfahrt unter Laborbedingungen vermittelte und für das ein Verwandter, der Münchner Bankier Oskar Schuler, nun weiteres Kapital vorschießen mußte.

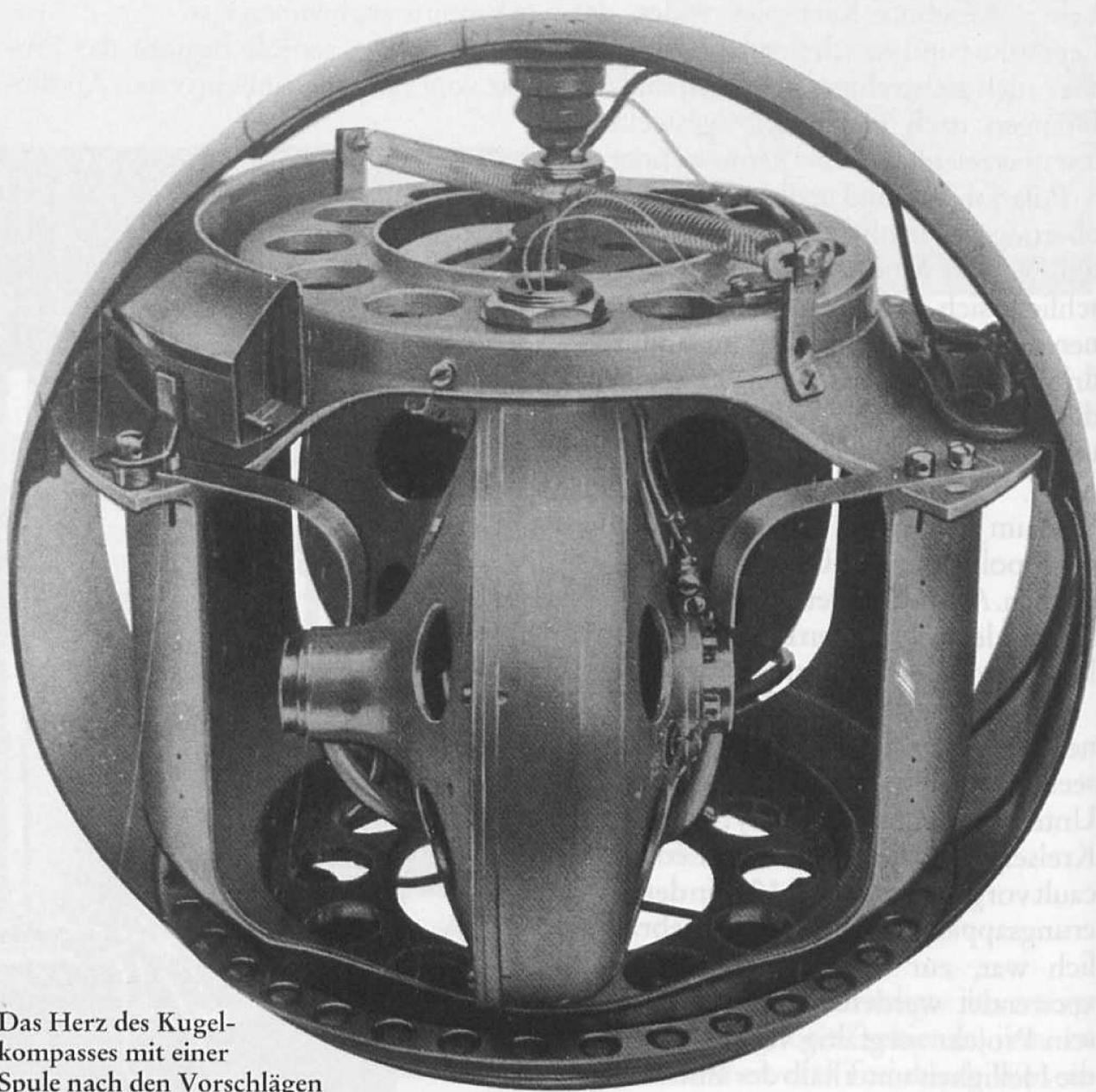
Anschütz-Kaempfe wußte, daß nur die kaiserliche Marine, die dringend nach einem Ersatz für den Magnetkompaß suchte, als zukünftiger Abnehmer eines Kreiselkompasses in Frage kam. Er begann, Kontakte zu knüpfen, und zog nach Kiel, wo in Torpedowerkstätten Kreisel in Steuerungsapparate eingebaut wurden. Die Marine verhielt sich jedoch nach eigenen Fehlschlägen in der Entwicklung von Kreiselkompassen dem Außenseiter gegenüber besonders skeptisch. So war sie auch nach Vorführungen in Berlin und auf einem Kreuzer im Jahr 1904 nicht bereit, die Entwicklung seines Kreiselkompasses zu unterstützen. Anschütz-Kaempfe gelang es aber immer wieder, aufgeschlossene Partner und Geldgeber zu begeistern.

Die Auffassung, daß ein technisches Produkt auch ein soziales Konstrukt sei, ist in seinem Werk wörtlich zu nehmen. Teil seiner Erfindungsgabe war immer auch das Geschick, fähige Partner in seinen Kreis zu ziehen, um aus diesem Potential dann mit eigener Energie und

Zielstrebigkeit seine Erfindungen zu kristallisieren. Zusammen mit dem Financier Friedrich Treitschke, einem der ersten deutschen Flugzeugführer, gründete er 1905 eine eigene Firma in Kiel. Dort gewann er auch seinen Vetter, den Maschinenbaustudenten Max Schuler, für sein Projekt. Mit Max Schuler, der an der Technischen Hochschule München bei August Föppl Mechanik und bei Johann Ossanna Elektrotechnik, speziell Drehstromtechnik, studierte, erhielt Anschütz-Kaempfe nun das, was er schon 1902 gesucht hatte: nämlich Anschluß

Die Flotte übernahm ihn als ersten von hunderten weiteren.

In München zog es Anschütz-Kaempfe bald darauf wieder mehr zur Wissenschaft. In das „Wunschbuch“ des *Deutschen Museums*, in welches Besucher Wünsche und Vorschläge für neue Exponate eintragen konnten, trug sich Dr. Anschütz-Kaempfe am 4. 6. 1908 ein, nicht unter den Gruppen „Kriegsschiffe oder Schiffswesen“, sondern unter „Physik, Dynamik“: „Ein Kreisel-Apparat (nach Foucault) zum Nachweis der Erdrotation und des Einschwingens eines rotierenden



Das Herz des Kugelkompasses mit einer Spule nach den Vorschlägen Einsteins im unteren Teil.

und Verbindung zum letzten Stand der Technik. Föppl hatte beispielsweise 1904 den Foucaultschen Versuch mit einem elektrisch betriebenen Kreisel wiederholt. Mit Schulers Hilfe konnte endlich der erste brauchbare Prototyp eines Kreiselkompasses gebaut werden, den Anschütz-Kaempfe im März 1908 auf SMS *Deutschland* dem Kaiser vorführte und anschließend sofort dem Initiator des kaiserlichen Flottenbaus, Admiral von Tirpitz, zum Preise von 20000 Mark anbot.

Kreisels von nur zwei Freiheitsgraden in den Meridian der Erde. Zur Stiftung erklärt sich bereit: Firma *Anschütz & Co.*“

Es folgt ein für das *Deutsche Museum* typischer Briefwechsel. Im Oktober 1909 erinnert Oskar von Miller an die Stiftungsabsicht: Den erwähnten Kreiselapparat (der ja schon einen Kreiselkompaß darstellte) hätte er gerne, und vielleicht auch noch einen Kreiselkompaß, von dem neuerdings soviel die Rede sei. Anschütz-Kaempfe ist nun bereits mit der

Erweiterung der Fabrik beschäftigt und bittet, einen Museumsmitarbeiter zum Kennenlernen der komplizierten Anlage und zur anschließenden Montage in München abzustellen; von Miller antwortet, das Museum verfüge über Strom von 110 und 220 Volt, jedoch über keinen abkömmlichen Mitarbeiter. So erklärt sich Dr. Anschütz-Kaempfe bereit, selbst nach München zu kommen, um den Apparat nach beendeter Montage eigenhändig zu regulieren. Es waren sicher willkommene Anlässe, Kiel zu verlassen und eine Reise nach München anzutreten.

schuf, von denen er zu neuen Erfindungsexpeditionen aufbrechen konnte. Der Münchner Freundeskreis blieb aber nicht nur auf die Vertreter der schönen Künste beschränkt.

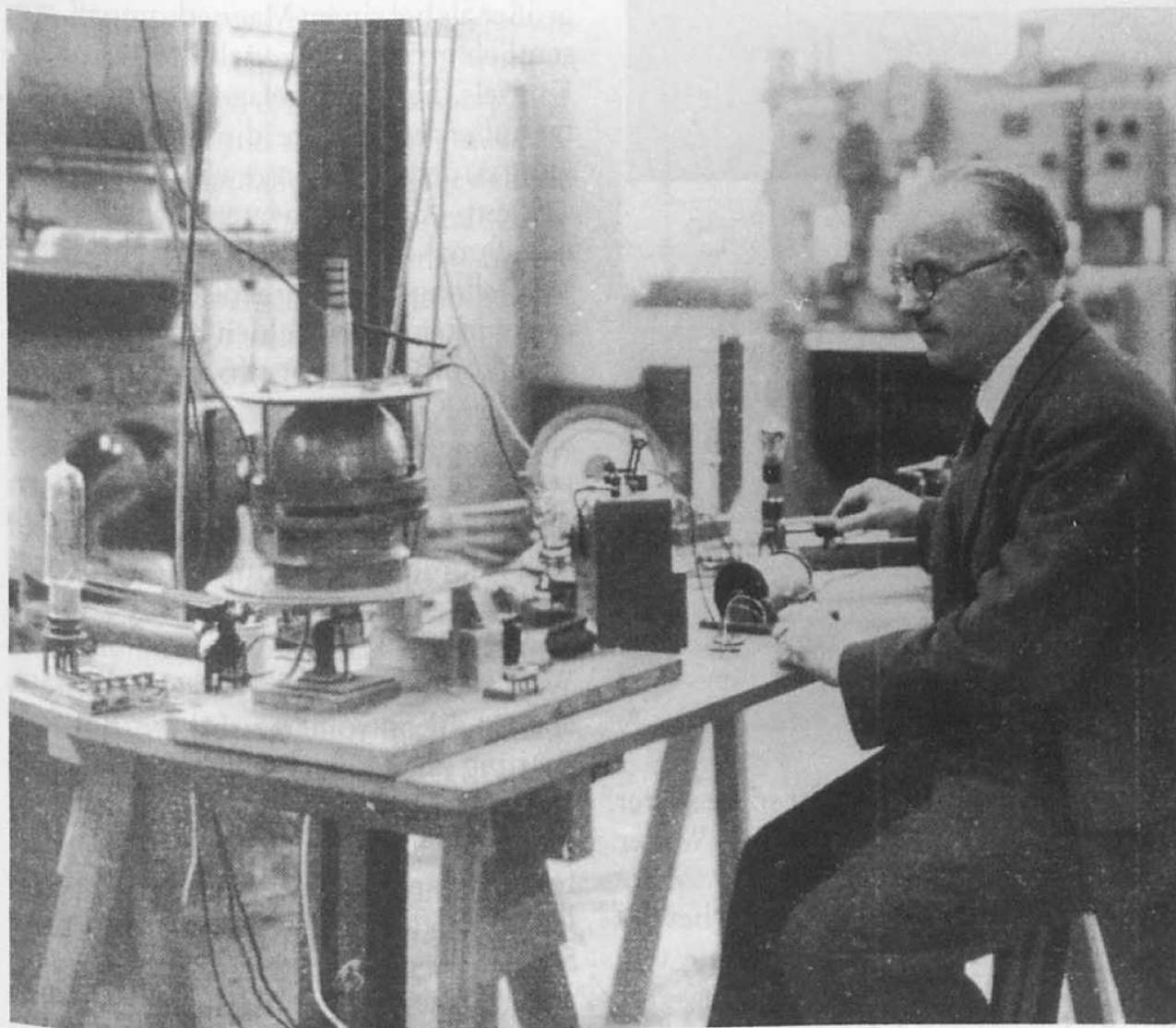
Arnold Sommerfeld, seit 1906 ordentlicher Professor der theoretischen Physik an der Universität München, hatte seit 1896 zusammen mit Felix Klein an einem Werk *Über die Theorie des Kreisels* gearbeitet, um im Sinne Kleins die Bedeutung der Wissenschaft für die Anwendung in der technischen Mechanik zu demonstrieren. Das Werk war dabei in einem weitge-

Teils der *Theorie des Kreisels*. Zwischen Anschütz-Kaempfe und Sommerfeld entwickelte sich eine lebenslange Freundschaft. Sommerfeld war im Vergleich zu Anschütz-Kaempfe, der pragmatisch in der Anwendung war und von Politik wenig wissen wollte, viel anwendungsorientierter und betonte auch in seinem Lehrbuch, daß der Kreiselkompaß für die Kriegsmarine „geradezu eine Lebensfrage bilde“.

Das große Geschäft mit dem Kreiselkompaß in der Phase der internationalen Flottenrüstung hatte auch den amerikanischen Erfinder und Unternehmer Elmer Sperry gelockt, gegen das weltweite Marktmonopol der Firma *Anschütz & Co.* anzugehen. Sperry besuchte die Firma in Kiel, zeigte sich an einer Vertretung in den USA interessiert und stellte in einer betont harmlosen und schrulligen Art viele Fragen, um später eine eigene, modifizierte Version auf den Markt zu bringen.

Obwohl die kaiserliche Marine Sperrys Kompaß nach Vergleichsversuchen als unterlegen erklärte, führte die Firma Anschütz einen der häufigen Patentprozesse. Dem Gericht war die komplizierte Materie, beschrieben in der Terminologie der Erfinder, denen es um ihren Anspruch, weniger um Klarheit ging, zu verworren, so daß es Albert Einstein zum Gutachter bestellte, der selbst einmal als „technischer Experte III. Klasse“ Angestellter am Berner Patentamt gewesen war. Das Urteil des Gerichts, das Sperry schließlich untersagte, Kreiselkompass nach der Bauart Anschütz-Kaempfes herzustellen, wurde mit dem Kriegseintritt Amerikas hinfällig.

Der U-Boot-Krieg wurde für den Kreiselkompaß zur Bewährungsprobe. Bei kleinen, stark schlingernden Booten traten noch Probleme mit der Aufhängung des Kreiselsystems auf. Die Marine forderte dringend, die Störquellen zu beseitigen. Der Dreikreiselkompaß, mit dem Schuler 1912 den Einkreiselkompaß ersetzt hatte, wurde nun mit einem vierten stabilisierenden Kreisel versehen. Aber Anschütz-Kaempfe lehnte es ab, das Gerät weiter nur additiv zu verbessern. Der Ästhet konnte den notgedrungen unorganisch gewachsenen Mechanismus „nicht mehr sehen“. Zu sehr war die bisherige Entwicklung – der Weg vom Gyroskop, dem Richtungshalter und Azimutkompaß, zum schwerkraftbeeinflussten Meridiankompaß –, zu sehr war die Behe-



Hermann Anschütz-Kaempfe bei Laborversuchen zum Kugelkompaß in Kiel, 1925. Er machte das Prinzip anwendungsreif.

In München pflegte Anschütz-Kaempfe seinen Freundeskreis, zu dem die Maler der Münchner Sezession, der *Jugend* – unter ihnen Leo Putz und Reinhold Max Eichler – sowie der Marinemaler Raoul Frank, später auch Olaf Gulbransson und der Bildhauer Fritz Behn gehörten. Kunst war für Anschütz-Kaempfe Gebrauchskunst, ein Teil seiner Lebenskunst und Accessoire eines Lebensstils, mit dem er Freundschaften und Beziehungen pflegte und Räume entspannter Atmosphäre

spannten, aber schließlich zu langatmig angelegten Bogen hinter der technischen Entwicklung zurückgeblieben. So konnte Sommerfeld bei der Abfassung des letzten, den Anwendungen gewidmeten Teils den Kreiselkompaß schon im *Deutschen Museum* bewundern: „ein Meisterwerk der Feinmechanik“, wie es sich für das Motto dieses Hauses ziemte. Die Empirie war der Wissenschaft zuvorgekommen.

Anschütz-Kaempfe und Schuler lasen für Sommerfeld Korrekturen des vierten

Abbildungen: Privatbesitz Dora Kubierschky



Die Kieler Förde aus der Villa des Kreiselkompaß-Fabrikanten gesehen (um 1916). Bis Kriegsende lieferte er der kaiserlichen Flotte etwa 700 Kreiselkompaß-Anlagen.

Skizze von Leo Putz: Der Maler karikiert seinen Freund Anschütz-Kaempfe als Forscher-Asketen, der im Kompaßgehäuse eingeschlossen ist (vermutlich 1916).



bung des Schlingerfehlers aus dem Gebot einer Grundlagenforschung entstanden, die immer unter dem Druck der Beweisführung seiner umstrittenen These stand: Ein Kreiselkompaß sei auch auf schlingernden Schiffen funktionsfähig und praktikabel.

Die Situation war nun anders, Anschütz-Kaempfe war erfolgreich und besaß die finanziellen Mittel, um sich der Perfektion des Gerätes nach seinen Vorstellungen zu widmen.

Schon 1916 kehrte Anschütz-Kaempfe wieder als „Privatgelehrter“ nach München zurück. Die Nähe zur Wissenschaft, das Forschen interessierten ihn mehr als das Unternehmertum und die Produktion, die in Kiel für die Ausrüstung der U-Boote auf Hochtouren lief. Nahe der Universität, in der Leopoldstraße 6, richtete er sich eine luxuriöse Wohnung ein, in der sich neben Orgelsaal und Bibliothek

auch sein Labor befand. Hier sollte später auch sein Freund, der Physiker Walter Gerlach, als Nachbar wohnen.

Nähe zur Universität München bewies Anschütz auch durch eine Stiftung von einer Million Mark, die er dort 1919 „für Physik, Chemie und Naturwissenschaften“ errichtete, ganz im Sinne des Kreiseltheoretikers und Wissenschaftsorganizers Felix Klein, die Wissenschaften durch ihre Anwender in der Industrie selbst fördern zu lassen.

In seiner Wohnung hielt Anschütz-Kaempfe „Fakultätssitzungen“ ab und pflegte freundschaftliche Beziehungen zu Wissenschaftlern wie Richard Willstätter, Karl F. Herzfeld und Wilhelm Lenz, die sich an seinen Arbeiten beteiligten. Ein Schüler Sommerfelds, Karl Glitscher, wurde Angestellter in seinem privaten Labor. Anschütz-Kaempfe lag vor allem das Experimentieren mit neuartigen Materia-

lien, die er sich in den letzten Kriegsjahren erst mühsam organisieren mußte. Für Versuche mit spezifisch schweren Wolframlegierungen für Kreiselkörper plante er, Starkstromkabel in sein Haus in der Leopoldstraße legen zu lassen, um einen Schmelzofen betreiben zu können.

Das Ziel, das Anschütz-Kaempfe nun mit seinen Laborversuchen verfolgte, ist kurz zu umreißen: Er suchte einen Weg, das Kreiselsystem möglichst reibungsfrei und unabhängig in dem umgebenden Gehäuse zu lagern. Wie bei den Magnetkompassen, war auch beim Kreiselkompaß die reibungsarme Lagerung ein konstruktives Problem. Zwar war dessen Richtkraft, sich in die Nordrichtung einzustellen, größer als bei einem Magnetkompaß, wesentlich größer aber auch die Masse des Kreisels, die hierbei gelagert werden mußte; außerdem mußte die Stromübertragung zu den Motoren gewährleistet sein.

Dem „Gedankenvater“, wie er sich manchmal nannte, schwebte in seiner Vorstellung vom organischen Zusammenwirken der einzelnen Komponenten eine kompakte, kugelförmige Umhüllung der Kreisel vor, die berührungsfrei in einer Tragflüssigkeit schwamm und dabei keiner Nabelschnur zur Außenwelt bedurfte – die Energie für den Kreiselantrieb sollte durch die Tragflüssigkeit übertragen werden.

Anschütz-Kaempfe suchte nun einen Weg, die schwebende Kugel behutsam, aber doch kontrolliert zu führen. Bei einer Bettung in geschichteten Flüssigkeiten verschiedener Dichte traten wieder unerwartete Reibungseffekte auf. Da kam Hilfe von Albert Einstein, der ihn gelegentlich in Patentfragen beraten hatte und im September des Jahres 1920 Gast bei Anschütz-Kaempfe in Kiel war. Einstein schlug vor, die in der Flüssigkeit schwebende Kugel durch eine ringförmige Magnetspule, die „Blasspule“, zu zentrieren, und nahm damit den Schwebeeffekt der Magnetschwebebahn vorweg. Schon einen Monat später berichtete Anschütz-Kaempfe in einem Brief an Einstein von seinen ersten Versuchen mit der Spule und ließ durch seinen Freund Sommerfeld eine Einladung an Einstein aussprechen, demnächst in seiner Wohnung in München Gast zu sein.

Sommerfeld schrieb am 18. Dezember 1920 an Einstein: „Wir wollten Sie längst einmal hier haben, in der *Physikalischen Gesellschaft* und in der Universität über-

haupt. . . Dazu kommt, daß Herr Dr. Anschütz mich beauftragt hat, Sie einzuladen, sein Gast zu sein. Sie werden also hier besonders angenehme Tage verbringen – das Münchner Anschütz-Haus ist ein Kunsttempel sonder Gleichen!“

Der vielbeschäftigte Einstein muß Sommerfeld absagen. Anschütz-Kaempfe, der nicht länger warten will, berichtet Einstein wieder brieflich über die Kugel und schlägt vor, ihm als Vorab-Lizenzgebühr für den Vorschlag des Ring-Magneten schon „jetzt, bei den elenden Zeiten“, 20000 Mark „gern gelegentlich Ihres Hierseins“ einzuhändigen; Anschütz-Kaempfes Frau grüßt als „Vizemutter“.

In Briefwechseln und bei einigen Zusammenkünften vertieft sich die Zusammenarbeit. Verschiedene Ausführungen der Spule werden diskutiert und erprobt. Die Wicklung und Anordnung des Magneten soll nur auf die Höhenlage der Kugel, nicht aber auf ihre horizontale Richtung einen Einfluß haben. Einstein stellt zwar einige Überschlagsrechnungen an, im wesentlichen bleibt das Vorgehen aber empirisch. Nur Versuche können erweisen, ob der eingeschlagene Weg richtig ist oder modifiziert werden muß. Vor seinem nächsten Besuch in Kiel im August 1921 bittet Einstein, über den letzten Stand der Entwicklung zu schreiben, da er gerade schön Zeit zum Überlegen habe. Anschütz-Kaempfe schätzt nicht nur Einsteintechnisches Einfühlungsvermögen, sondern auch dessen Autorität bei Patentstreitigkeiten. Mit zunehmender Freundschaft zwischen beiden erklärt sich Einstein gutmütig bereit, bei Prozessen auch einmal als „Kinderschreck“ aufzutreten.

Um seinen „Fakultätssitzungen“ einen würdigen Rahmen zu verschaffen, erwirbt Anschütz-Kaempfe 1921 in Lautrach bei Memmingen ein Barockschloß, das er der Wissenschaft, speziell der Philosophischen Fakultät der Universität München, widmet. Anschütz-Kaempfe an Einstein am 16. Dezember 1921: „Wissen Sie schon, daß ich für die Universität hier in nächster Nähe Ihrer Heimat ein verträumtes altes Schloß erworben habe, das allen Freunden an der philosophischen Fakultät in erster Linie offen stehen soll. Da dürfen Sie natürlich nicht fehlen. . . Die Gegend ist so unberiest vom Berliner, wie es in Bayern nur denkbar ist. . . Ihre beiden Buben hätten es da von Lindau aus sehr nahe, wir hoffen jedenfalls auf einen Besuch; Ihr Ältester

Also sitz' ich kummervoll
Weiss nicht, was ich klagen soll
Sommer bleibt der Schlossherr heiter
Brennt die Sonn' auch immer weiter,
Trotz der vieler Professoren
Stüernerungelud, weltverloren
Die stets Weisheit von sich geben
Dass es schier nicht zu erleben,
Ob schlapp und wasserscheu
Oder höflich gar und sehn
Oder geistig überfüttert
Jede andre war' erschüttert
Voll der Hausfrau ohne Lehren
Ist alles alles einorlei
Füttert ihren Lieben Schar
Und mockiert sich wunderbar
Neckt die Buben, schwimmt geschwind
Halb schon Hansfrau, halb noch Kind
Paradiesi sehr! O Verdruß
Dass ich schon von hinnen muss.
Albert Einstein
16. VII 23.

Einträge von Albert Einstein und
Arnold Sommerfeld in das „Beschwerdebuch“
des Schlosses Lautrach.

Erwidernng.
Spürt man in Lautrach den Magen
brennen
Soll man's beim rechten Namen
nennen.
Doch der Professor hat ~~er~~ andre Wirkung,
Schiebt er auf „geistige Überfütterung“.
A. Sommerfeld
14. VI. 24

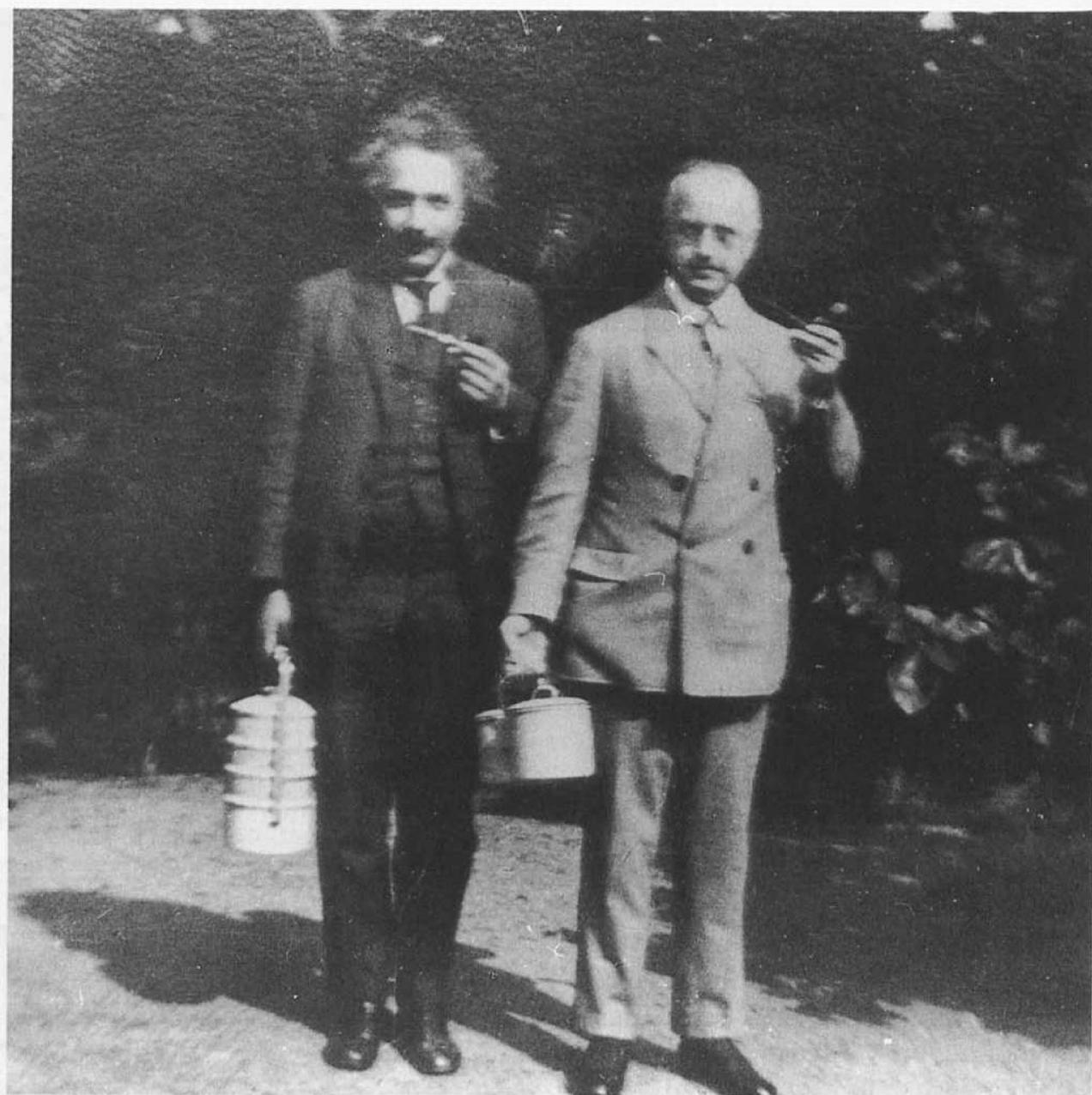
muß mir helfen, einen künstlichen See zum Baden anzulegen; wir müssen einen Bach stauen.“

Beiläufig verbindet der Gastgeber die Einladung mit dem Arbeitsprogramm und hält für alle Fälle das „Beschwerdebuch“, wie er das Gästebuch nennt, bereit. Einstein hält sich in den Jahren 1923 und 1924 mehrfach mit seinen „Buben“, einmal fast drei Wochen, in Lautrach auf, findet aber im Beschwerdebuch, in das er sich per Gedicht einträgt, so recht keinen Anlaß zur Klage. Arnold Sommerfeld, „als Mutterkristall“, ist mit Schülern, unter ihnen Walther Kossel, häufig und gern zu Gast – „schon wieder“, wie er regelmäßig einträgt. Auch Kossels Vater, der Nobelpreisträger Albert Kossel, gehörte neben weiteren Nobelpreisträgern zu den Gästen des Schlosses zu Lautrach.

Für den begeisterten Segler Einstein ist auch Kiel als Sommerfrische attraktiv. Mehr noch scheint aber die für ihn unerträgliche Situation in Berlin der Anlaß zu sein, Kiel als neuen Wohnsitz zu erwägen. Anschütz-Kaempfe schreibt am 12. Juli 1922 an Sommerfeld, daß Einstein nun ganz bei ihm arbeiten wolle. Dem Organisator erscheint es fast peinlich, durch dieses Angebot als „Kanonenschlucker“ gelten zu müssen:

Lieber verehrter Freund!

Letzte Woche gab es hier eine große Sensation, Einstein mit Frau waren bei uns, jetzt ist mir auch Manches klar geworden, was zu dem bescheidenen und klaren Wesen Einsteins nicht recht stimmen wollte; doch das läßt sich besser erzählen als schreiben. Das Neueste ist: Einstein ist müde von Berlin mit Allem, was daran hängt an Besuchen u. offiziellen Dingen u. will horrible scriptu in die Technik; da hat er nun mir zuerst die Frage gestellt, ob ich ihn brauchen könne, u. ob er mir in meinem Werk von Wert sein könne. Das steht nun natürlich außer Frage, denn ich verdanke ihm schon manchen guten Rat in technischen Fragen u. war immer erstaunt u. begeistert von seiner Art und seinem Geschick, mit der (dem) er sich in technische Dinge vertiefen konnte. Insofern können Sie sich vorstellen, daß die Frage mich fast erschreckt hat, denn es ist keine Kleinigkeit, vor aller Welt als Kanonenschlucker dazustehen; ich betrachte es aber u. Kossel, mit dem ich mich beriet, giebt mir Recht, als eine Aufgabe u. zwar als eine sehr liebe Aufgabe, Einstein



Albert Einstein und Hermann Anschütz-Kaempfe in Kiel, um 1922.

in seiner Flucht aus Berlin in die relative Ruhe hierher zu unterstützen...

Bei mir in der Fabrik findet er immerhin Aufgaben, die ihn interessieren u. die ihm mehr Erholung als Arbeit bedeuten u. ich will schon dafür sorgen, daß er das tut, wozu er seiner Begabung nach prädestiniert ist. Da hat mich also ein freundliches Schicksal vor eine große Aufgabe gestellt; ich will sehen, daß ich ihr gerecht werde. Und dabei ist keine Rede davon, daß Einstein mir nicht als Mitarbeiter sehr viel bedeutet; er ist von dem Kugel-Kompaß so begeistert u. arbeitet an all den kniffligen Fragen, die diese außergewöhnlich freche Konstruktion mit sich bringt, mit solcher Begeisterung mit, daß ich mir gar nichts besseres wünschen kann, als jederzeit mit meinen Sorgen zu ihm kommen zu können. Einstein hat bereits ein altes Haus hier angesehen, das er sich kaufen will, einen verwilderten Garten hat er (mit) begeisterten Augen begrüßt und im oberen Stockwerk sind ein paar recht isoliert gelegene Zimmer, die er für sich ganz allein, wie er sagt, haben müßte; ich freue mich, ihm dabei helfen zu können...

In einem Brief gleichen Datums teilt Einstein jedoch mit, daß er dieses Haus nicht kaufen werde. Er fürchtet, auch in Kiel dem Antisemitismus ausgesetzt zu sein, der ihm das Leben in Berlin verleidet und der ihn später zwingen würde, Deutschland zu verlassen:

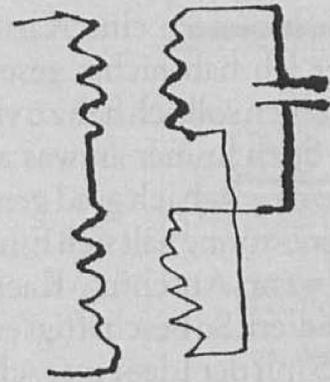
Lieber Herr Anschütz! Das war eine schöne und hoffnungsfrohe Woche in Kiel in Ihrem Märchenhause. Die Aussicht auf ein geradezu normales menschliches Dasein in der Stille, verbunden mit der willkommenen praktischen Arbeitsmöglichkeit in der Fabrik entzückt mich. Dazu die wundervolle Landschaft, das Segeln – beneidenswert. Nur von dem Ankauf der romantischen Villa Esmarch (Johann Esmarch, Kieler Chirurg, Arbeiten über Kriegschirurgie; d. Verf.) müssen wir leider Abstand nehmen. Denn die Kieler Bürger würden den Ankauf eines historisch so schwer belasteten Gebäudes durch einen Juden als provokatorischen Akt empfinden und sich irgendwie an mir rächen; es gibt immer Möglichkeiten, wenn man nur will.

1955/4

17. IX. 21.

Lieber Herr Anschütz!

Ich entdeckte soeben, dass in der kleinen Rechnung für das Teilenmachen der Schwachkräfte ein verhängnisvoller Zeichenfehler ist. Man muss die beiden Induktionsspannen nicht über eine Selbstinduktion sondern über eine Kapazität schliessen, um die Kraftkurve steil zu bekommen. Dabei tritt leider Frequenzabhängigkeit des Effektes ein. Bei dieser Sachlage ist es fraglich, ob sich die ganze Methode lohnt. Ich glaube aber doch, dass man es versuchen sollte. Es ist beschämend für mich, dass ich den Fehler gemacht habe, aber Sie müssen vorgehen.



Liegen Sie bitte auch den Herrn Schuler und Zylitscher wegen des erdmagnetischen Versuchs, damit es nicht vergessen wird (kerngeschlossene Spule statt massive Scheibe).

Die prächtigen Tage in Kiel gehen mir noch oft angenehm im Kopf herum. Auf frohes Wiedersehen in München Anfangs November. Mit herzlichem Grüssen an Sie und Ihre Frau Ihr

A. Einstein.

P.S. Es wird nicht leicht sein, eine beliebig grosse Kapazität mitzubringen!

ERFINDER-PORTRÄT

Anschütz-Kaempfe, der Einstein gerne in seiner Nähe sähe, geht nun auf diese Bedenken und Einsteins bescheidene Art ein und schlägt ihm vor, in Kiel anstelle der Villa doch eine „Diogenestonne“, also ein kleines bescheidenes Häuschen, zu beziehen, das er ihm einrichten werde – „Hauptsache, eine Ruh' wie man in Bayern sagt, ist darin zu Hause“. Einstein findet den Plan wundervoll – „es soll aber auch wirklich ganz klein sein, wie es dem Namen entspricht“. Die Behausung erhält dann immerhin noch zwei Eingänge – einen für Herrschaften, einen für Diener und Experimentalphysiker, wie Walther Kossel bemerkte.

Anschütz-Kaempfe, der durch seine Arbeit in Kiel häufig von seiner Frau getrennt ist, nennt in seinen Briefen an sie Einstein scherzhaft sein „Verhältnis“ und beschwichtigt dementsprechend: „An Einstein hab' ich gestern eine Karte geschrieben, aber ich hab nichts geschrieben, daß er kommen soll, ich hab zu viel zu tun u. er fängt doch immer an was anderem an u. zu denken hab ich grad genug.“

In der Diogenestonne hält sich Einstein aber auch auf, wenn Anschütz-Kaempfe in Lautrach residiert. So beschäftigt er sich im August 1925 mit der Idee einer schleifringlosen Stromübertragung. Daß Albert Einstein seine Erfindungsideen, die während der gemeinsamen Arbeit mit Anschütz-Kaempfe entstanden, durchaus als Ergebnis einer regelrechten Erfinder- und Ingenieurleistung betrachtete, wird daraus deutlich, daß er bis 1938 für sie Lizenzgebühren bezog und, als die Zahlungen ausblieben, noch im Januar 1940 aus Princeton schriftlich anmahnte. Die Vertragsfirma GIRO, eine 1923 in Holland gegründete Tochter- und Vertriebsgesellschaft der *Anschütz & Co*, war aber im Juli 1938 aufgelöst worden.

Die endgültige Erprobung des neuen Kugelkompaß forderte von Anschütz-Kaempfe noch einmal nächtelange Laborversuche in Kiel. Die Entsaugungen, die seine Konzentration auf das komplexe Gerät fordert, dessen „Unberechenbarkeit“ er wohl nur scherzhaft resignierend seiner eigenen Dummheit zuschreibt und die Geselligkeit und Nähe zu einer ihm vertrauten Kultur ausschließen, lassen ihn zu dem Schluß kommen, daß Technik die Kultur fast notwendig verkümmern läßt: „Heut nacht hab ich furchtbar viel denken müssen, aber es hat sich glaube ich gelohnt, muß aber erst abwarten, ob's wahr

Gedicht Arnold Sommerfelds an den Bauherrn des Schlosses Lautrach.

ist. Zu dumm, daß ich nie ein Gedankenexperiment so machen kann, daß ich auf die Bestätigung des physikalischen Experiments verzichten kann, da würde ich viel Zeit und Arbeit sparen, aber da bin ich halt zu dumm dazu. Hier weiß ich jetzt schon nicht mehr, was für einen Tag wir haben, da müßte ich erst fragen; eigentümlich, wie extrem ich lebe. . . In München ist's halt doch schöner wie hier, die Kultur geht so gänzlich flöten bei der Technik. Ist doch schön, daß ich beides im Leben habe.“

Im Jahr 1925 war der Kugelkompaß fertiggestellt. In seinen wesentlichen Bauprinzipien wird er heute noch produziert. Anschütz-Kaempfe starb am 6. Mai 1931, kurz nach der Besichtigung eines Reitstalles im Englischen Garten in München, den er der Universität gestiftet hatte. Willstätter nannte in der Grabrede seinen Freund „einen Pionier ohne Pathos und Ellbogen“. Anschütz-Kaempfes Mehrheitsanteil an der Firma *Anschütz & Co* ging auf seinen Wunsch in die *Carl-Zeiss-Stiftung* über. □

Der nicht von dem Dichter
Hand mit feineren Fäden schmückt
A. Anschütz

Aus der grossen Seestadt Caputh
Zwischen Kiefernwald und Sand
Schwingt sich auf ein Gruss nach
Lautrach
Nahe bei dem Schlabenland.

Hier in Caputh nimmer ruhet
Jener Wellenbau - Programm,
Das Elektron, Photon, Schwere
Eink im Formel-Perlageprogramm.

Also auch in Lautrach rastete
Nimmermehr des Bauherrn Pläne.
Von dem Keller bis zum Giebel
Von dem Goldgrund zur Fontäne.

Heil dem Schloßherrn, heil der
Schloßfran,
Heil den grossen Zukunftswerken!
Möge Glauben und Gelingen
Hier wie dort die Bauherrn stärken!

HINWEISE ZUM THEMA

Eine kommentierte Ausgabe des Briefwechsels zwischen Hermann Anschütz-Kaempfe und Albert Einstein erscheint demnächst als Veröffentlichung der Schleswig-Holsteinischen Landesbibliothek, Kiel.

Zur Biographie Anschütz-Kaempfes siehe Walter Gerlach und Arnold Sommerfeld: Hermann Anschütz-Kaempfe. In: Die Naturwissenschaften, Heft 31/1931.

Besonderer Dank gilt Frau Dora Kubierschky und der Firma Anschütz & Co für die Überlassung von Fotos und Dokumenten sowie der Hebrew University of Jerusalem für die Reproduktionsgenehmigung der Manuskripte Albert Einsteins.

DER AUTOR

Jobst Broelmann, geboren 1943, studierte Schiffstechnik in Hannover und Hamburg. Nach Forschungstätigkeit an der Universität Hamburg Konstruktionsingenieur bei der MAN, Neue Technologien; seit 1984 Konservator der Abteilung Schifffahrt im Deutschen Museum.

C.H. BECK
C.H. BECK
C.H. BECK
C.H. BECK
C.H. BECK

Auswahl aus dem Programm 1990

«Ich hoffe, der Himmel wird
Deutschland erhalten»



**Das 19. Jahrhundert
in Briefen**

Herausgegeben von
Jürgen Moeller

C.H. Beck

312 Seiten. Leinen DM 38,-
ISBN 3 406 34754 1



224 Seiten mit 17 Abbildungen
und 9 Tabellen.
Gebunden DM 38,-
ISBN 3 406 34739 8

Thomas Nipperdey
**DEUTSCHE
GESCHICHTE**



1866-1918

Band I
Arbeitswelt und
Bürgergeist

Verlag C.H. Beck

885 Seiten. Leinen DM 78,-
ISBN 3 406 34453 4

**MACHT
UND RECHT**
**GROSSE PROZESSE
IN DER
GESCHICHTE**

Herausgegeben
von Alexander Demandt
C.H. Beck



318 Seiten. Leinen DM 48,-
ISBN 3 406 34672 3

Ingeborg Weber-Kellermann
**Vom Handwerkersohn
zum Millionär**



Eine Berliner Karriere des
19. Jahrhunderts

C.H. Beck

226 Seiten mit 56 Abbildungen.
Gebunden DM 39,80
ISBN 3 406 34707 X

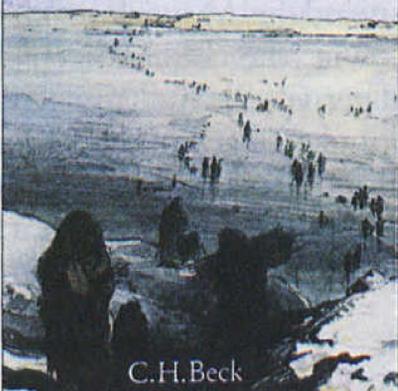
ST. PETERSBURG



240 Seiten mit 295 Abbildungen.
Leinen DM 98,-
ISBN 3 406 34698 7

Brian M. Fagan
Die ersten Indianer

Das Abenteuer
der Besiedlung Amerikas



C.H. Beck

232 Seiten mit 47 Text- und
78 Tafelabbildungen.
Gebunden DM 48,-
ISBN 3 406 34679 0



360 Seiten mit 63 Abbildungen.
Gebunden DM 48,-
ISBN 3 406 34719 3

Verlag C.H. Beck

TECHNIK UND GESELLSCHAFT

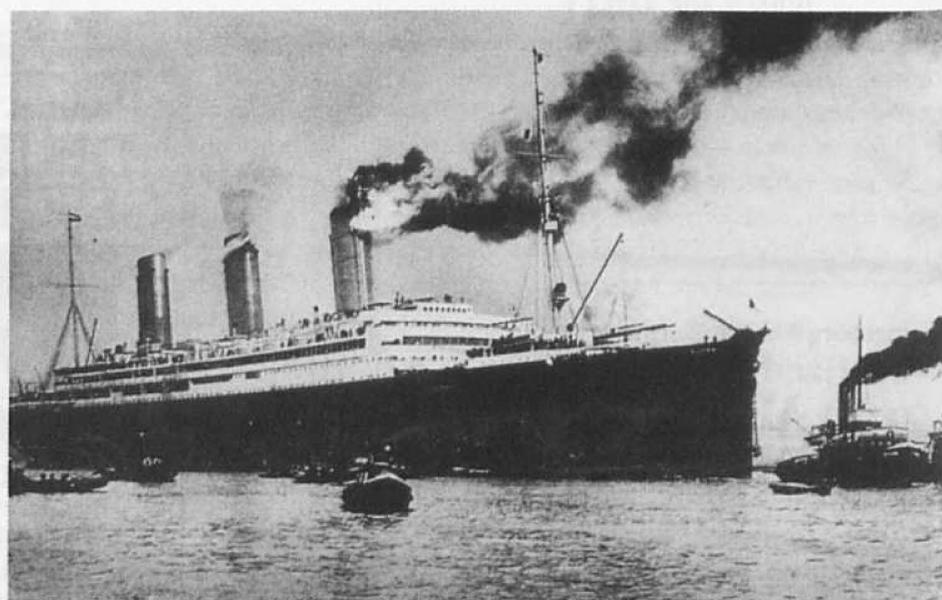
Die Anfänge der deutschen
Technikgeschichtsschreibung

VON HELMUTH ALBRECHT

hung zur Technik. Sie beschäftigte sich fast ausschließlich mit der politischen, dynastischen, militärischen und diplomatischen Historiographie. In diese Phalanx vermochte allenfalls die Wirtschaftsgeschichte allmählich einzudringen.

Dabei war die Forderung nach einer „kritischen Geschichte der Technologie“, welche als Sozialgeschichte technische und gesellschaftliche Aspekte und deren Wechselwirkungen umfassen sollte, damals schon fast ein halbes Jahrhundert alt. Karl Marx (1818 bis 1883) hatte sie formu-

Noch vor der Wende zum 20. Jahrhundert kam es im Zusammenhang mit dem „Methodenstreit“ in der Geschichtswissenschaft zu neuerlichen Impulsen für eine Einbeziehung der Technik in größere gesellschaftliche Zusammenhänge. Die sich dabei als „Oppositionswissenschaft“ gegen die traditionelle Historiographie etablierende „Kulturgeschichte“ nahm sich auch der Debatte um den Kulturwert der Technik an, wobei Karl Lamprecht (1856 bis 1915) mit dem zweiten Ergänzungsband seiner *Deutschen Geschichte*



Nur allmählich setzte sich eine Sicht der Technikgeschichte durch, die neben den großen Erfindern und Erfindungen auch die Wechselwirkungen zwischen Technik und Gesellschaft bedachte. Bis heute ist das Selbstverständnis der Technikgeschichtsschreibung zwischen Geschichtswissenschaft und Wissenschaftsgeschichte, zwischen Soziologie und den Ingenieurwissenschaften keineswegs endgültig bestimmt.

Technikgeschichtsschreibung wird in Deutschland professionell seit dem Ende des letzten Jahrhunderts betrieben. Sie lag zunächst in den Händen von historisch interessierten Ingenieuren. Ausgehend von einem engen Technikbegriff, konzentrierten sie sich ganz überwiegend auf die bedeutenden „Männer der Technik“ und ihre „großen Erfindungen“. Die etablierte allgemeine Geschichte dagegen hatte zu dieser Zeit praktisch keine Bezie-

liert und war damit seiner Zeit weit vorausgeeilt. Zumindest in Deutschland dauerte es bis in die Jahrzehnte nach dem Zweiten Weltkrieg, ehe die sozialen Voraussetzungen und Folgen der Technik in der allgemeinen Geschichtsschreibung und in der Technikgeschichte thematisiert wurden.

Erste Ansätze einer über die Darstellung der reinen technischen Entwicklung hinausgehenden Technikgeschichtsschreibung finden sich indessen schon um die Jahrhundertwende und sogar vor Marx. Johann Beckmann (1739 bis 1811) fragte in seinen *Beyträgen zur Geschichte der Erfindungen* Ende des 18. Jahrhunderts gelegentlich nach den Ursachen und Auswirkungen des technischen Wandels. 1868 bot – freilich vergeblich – der Historiker Johann Gustav Droysen (1808 bis 1884) in seinem *Grundriß der Historik* die Integration der Technik in geschichtliche Betrachtungsweisen an, um die wertorientierte Dimension technischen Handelns zu erschließen.

in Ingenieurkreisen als „Bahnbrecher“ für eine Geschichtsauffassung gefeiert wurde, die die Technik einbezog.

Etwa zur gleichen Zeit kam es in der historischen Schule der deutschen Nationalökonomie zu interessanten Ansätzen einer historischen Funktionsbestimmung der Technik. Gustav von Schmoller (1838 bis 1917), Ferdinand Tönnies (1855 bis 1936) und vor allem Werner Sombart (1863 bis 1941) bemühten sich in ihren Arbeiten um eine interdisziplinäre Zusammenschau technischer, ökonomischer, politischer und gesellschaftlicher Faktoren. Auf dem ersten deutschen Soziologentag 1910 in Frankfurt am Main regte Sombart an, daß eine künftige Technikgeschichte vor allem die Voraussetzungen und die Auswirkungen der Technik sowie die beständigen Wechselwirkungen von Technik und Kultur in den Mittelpunkt ihrer Untersuchungen stellen solle. Bei der Mehrzahl der Historiker und Soziologen fanden derartige Vorschläge damals und in den folgenden Jahr-

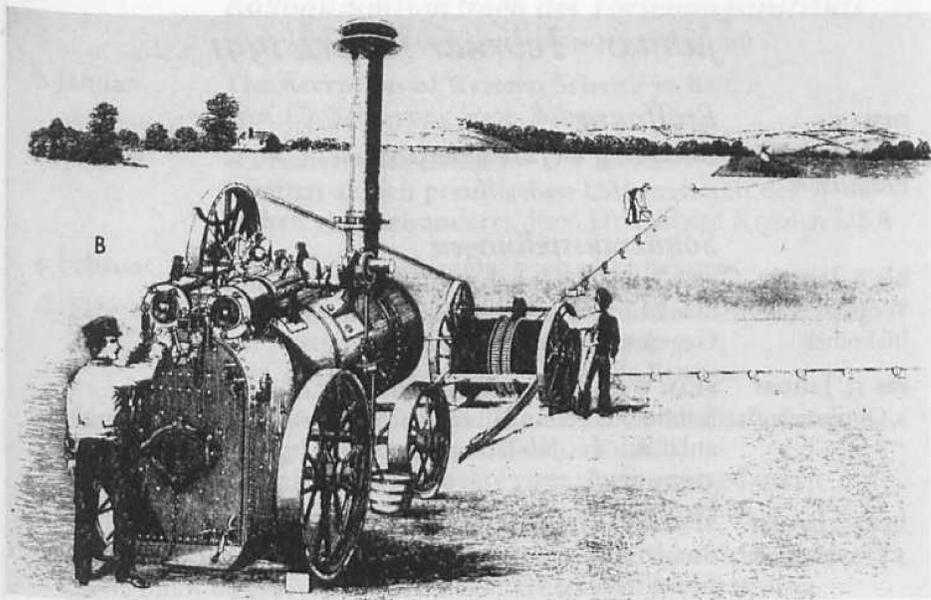
zehnten kein Gehör. Franz Schnabels (1887 bis 1966) im Jahre 1934 erschienener dritter Band der *Deutschen Geschichte im Neunzehnten Jahrhundert* stellte mit seiner Einordnung der Technik in die gesamtgesellschaftliche Entwicklung eine absolute Ausnahmeerscheinung im Bereich der Geschichtswissenschaften dar.

Bei der fehlenden Bereitschaft der etablierten Geschichtswissenschaft, sich mit der Technik auseinanderzusetzen, entstand um die Jahrhundertwende eine Gruppe von Personen, die sich um die

Dampfmaschine beschäftigt er sich allerdings nur auf sieben (!) von über 1600 Seiten mit den „sozialen Wirkungen der Dampfmaschine“, während 275 Seiten der „Dampfmaschine im Rahmen der Wirtschafts- und Kulturgeschichte“ gewidmet sind.

Matschoß war zutiefst davon überzeugt, daß der technische Fortschritt trotz mancher Anpassungsprobleme „zum Glück der Menschheit“ führen werde. Negative soziale Folgen des technischen Fortschritts, wie Arbeitslosigkeit, De-

Verzögerungen und fachliche Eifersüchteleien. Bis heute ist die Technikgeschichtsschreibung eine Disziplin, die ihr Selbstverständnis zwischen der Geschichtswissenschaft, der Soziologie, der Wissenschaftsforschung und den Ingenieurwissenschaften noch zu bestimmen sucht. Fest steht lediglich, daß die Frage nach den Wechselwirkungen zwischen Technik und Gesellschaft beziehungsweise den gesellschaftlichen Voraussetzungen und Folgen der Technik in diesem Selbstfindungsprozeß einen hohen Stellenwert einnimmt. □



Um die Jahrhundertwende veränderte die Entwicklung der Dampfmaschine viele Bereiche in Industrie, Verkehr, aber auch Landwirtschaft. Der soziale Strukturwandel wurde von der Technikgeschichtsschreibung der damaligen Zeit kaum beachtet.

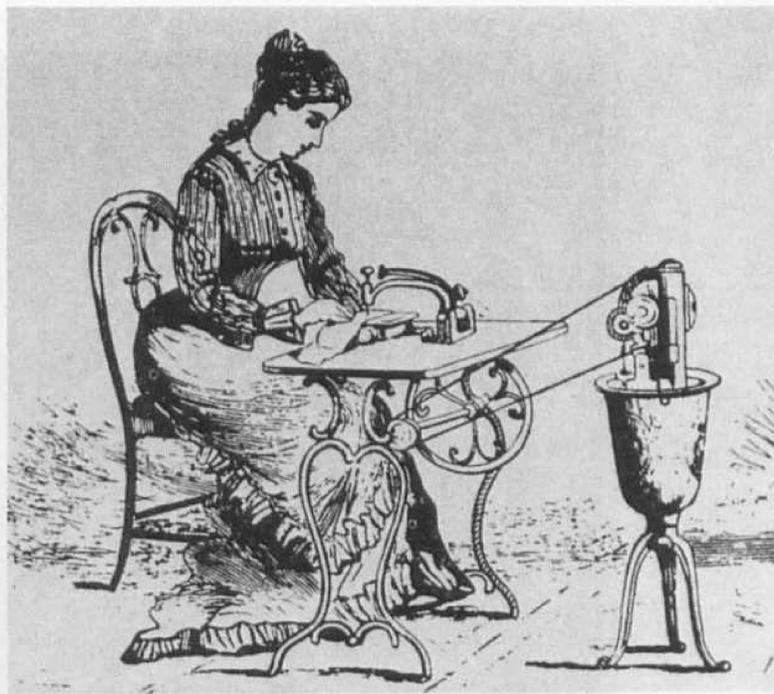
Die Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft am 25. und 26. Oktober 1990 stand unter dem Thema „Technik und Gesellschaft“. Die Ausführungen von Helmuth Albrecht sind ein kurzer Abriss seines Vortrages „Zum Verhältnis von Technik und Gesellschaft im Spiegel der Technikgeschichtsschreibung“. Über die weiteren Vorträge der Tagung – Hermann Lübke: „Der Lebenssinn der Industriegesellschaft. Über die moralische Verfassung der wissenschaftlichen Zivilisation“; Herwig Hulpke: „Die Umwelt in historischer Dimension“ – wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet.

Geschichte der Technik und die Rolle der Technik in der Geschichte zu bemühen begann. Sie bestand aus interessierten Ingenieuren, die vor allem aus standespolitischen Bedürfnissen den kulturellen Wert der Technik zu begründen suchten. Zu ihnen zählten die Brüder Ludwig und Theodor Beck (1839 bis 1917), Conrad Matschoß (1871 bis 1942) und Franz Maria Feldhaus (1875 bis 1957). Mit ungeheurem Fleiß, großer Akribie und viel Sachkompetenz trugen diese Technikhistoriker eine gewaltige Menge an Material zur Geschichte der Technik zusammen, ohne dabei jedoch in hinreichendem Maße dem sozio-ökonomischen Kontext der Technik Rechnung zu tragen. Allenfalls Conrad Matschoß ist im Zusammenhang mit seinen Arbeiten und methodischen Überlegungen zur Technikgeschichte eine in Ansätzen vorhandene Sensibilität für das Thema „Technik und Gesellschaft“ nicht abzusprechen. In seinem 1908 erschienenen, großen zweibändigen Werk *Die Entwicklung der*

qualifizierung oder Umweltprobleme, übersah er allerdings nicht. Gleichwohl vertrat er die Ansicht, daß die Technik selbst für diese Entwicklung nicht verantwortlich zu machen sei. Technik ist für ihn von gesellschaftlichen Einflüssen weitgehend frei. Allenfalls ihre konkrete Ausformung unterliegt gesellschaftlichen Bedürfnissen. Oberstes Ziel von Matschoß war es, die Technik als Kulturträger auszuweisen. Er versuchte daher vorrangig, den Einfluß der Technik auf die kulturelle Entwicklung der Menschheit darzustellen. Darüber gerieten ihm die gesellschaftlichen Voraussetzungen der Technik oder die Wechselbeziehungen zwischen Technik und Gesellschaft aus dem Blick.

Es blieb der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg vorbehalten, die Einseitigkeit dieser Technikgeschichtsschreibung zu überwinden und an jene Fäden anzuknüpfen, die Marx, Droysen, Lamprecht oder Sombart aufgenommen hatten. Auch dies geschah nicht ohne ideologische Auseinandersetzungen, zeitliche

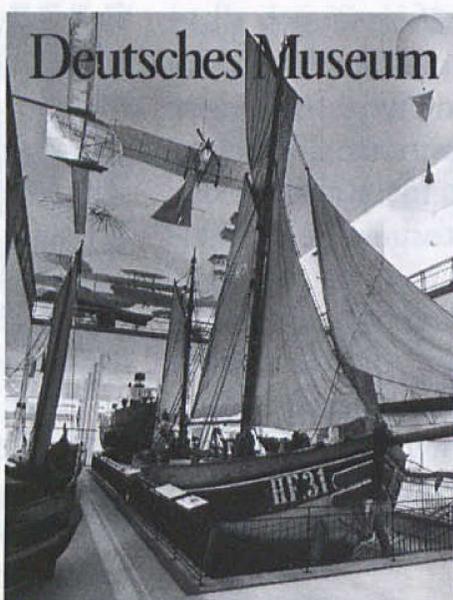
Dampfmaschinenbetriebene Nähmaschine. Die Technik als Glücksverheißung – wenige dachten an die Folgen.



Abbildungen: Aus Sigvard Strandh: *Die Maschine*, Göteborg/Schweden 1979, dt. Ausgabe Herder Verlag 1980

**Gedenktage
Technischer Kultur**

Um eine Übereinstimmung zwischen den Gedenktagen und dem Erscheinungszeitraum von *Kultur & Technik* zu erreichen, erscheint Sigfrid von Weihers Rubrik in dieser Ausgabe nicht. Ab Heft 2/1991 wird sie wieder regelmäßiger Bestandteil von *Kultur & Technik* sein.



Titelbild »Deutsches Museum«

**Neugestaltete Abteilung
»Werkzeugmaschinen«**

Werkzeugmaschinen bearbeiten Metall, indem sie es schneiden, schleifen, bohren, hämmern oder pressen. Die Entwicklung all der Geräte, die die moderne Zivilisation ausmachen, wäre nicht möglich gewesen ohne die Präzisionswerkzeugmaschinen. Einzelteile schnell und mit gleichbleibender Genauigkeit herzustellen, sodaß die Teile austauschbar sind; das Zusammensetzen austauschbarer Teile – darauf beruht die Massenproduktion in der modernen Industrie.

Die 600m² große Ausstellung des Museums wurde neu gestaltet. Sie zeigt die lange Entwicklungsgeschichte der Werkzeugmaschinen in drei Räumen. Schwerpunkte sind Maschinen im 18. und 19. Jahrhundert, die Entwicklung nach 1945 und moderne computergesteuerte Maschinen seit 1985. Der gesamte

Maschinenpark ist funktionsfähig und wird auf Wunsch vorgeführt und erläutert.

Eröffnet wird die neue Abteilung am 28. 2. 1991.

**Neue Bücher aus dem
Deutschen Museum**

Der *Führer durch die Sammlungen* liegt nun in völlig überarbeiteter und erweiterter Ausgabe vor. 336 Seiten, 60 Pläne, 256 Abb., meist in Farbe, DM 8,-.

Deutsches Museum. Der großformatige Bildband mit über 220 farbigen Abbildungen und erklärenden Textbeiträgen bietet einen Überblick über die Museumsgeschichte und die Schwerpunkte der Sammlungen. DM 34,-.

In der Reihe *Technikgeschichte im Deutschen Museum* erschien als zweiter Band »Eisenbahn«, ein Führer durch die Ausstellung, der durch seine fundierten historischen Beiträge auch als Nachschlagewerk dient, DM 48,-.

Diese Bücher sind zu beziehen über den Museumsladen, Deutsches Museum, 8000 München 22.

**Henrich Focke
1890 – 1979**

Noch bis Ende Januar 1991 präsentiert das Museum in der Luftfahrt-halle eine kleine Sonderausstellung über den Flugzeug- und Hubschrauberpionier anlässlich seines 100. Geburtstages.

Bereits 1924 gründete Focke eine eigene Flugzeugfirma. Sein Ziel war,

VERANSTALTUNGEN

Januar · Februar · März 1991

- neu:**
28. Februar Erdgeschoß **Eröffnung**
Abteilung Werkzeugmaschinen
- bis 8. Januar**
Vorraum Bibliothek **Sonderausstellungen**
»150 Jahre Eisenbahn München–Augsburg«
Der Münchner Hauptbahnhof in Geschichte und Gegenwart
- bis 13. Januar**
2. Obergeschoß **»Ein Werkstoff mit Zukunft – Natürlich Papier«**
Sonderausstellung über Papierherstellung und -verwendung anlässlich des Jubiläums »600 Jahre Papier in Deutschland 1390–1990«
- bis 27. Januar**
3. Obergeschoß **»Portugiesische Fliesenkultur«**
Sonderausstellung der Deutsch-Portugiesischen Gesellschaft, Landesverband Südbayern, im Rahmen der Portugalwoche vom 28. Oktober bis 4. November 1990
- bis 27. Januar**
Erdgeschoß **»Henrich Focke – Pionier der Luftfahrt, Wegbereiter des Hubschraubers«**
Sonderausstellung zum 100. Geburtstag des Flugzeug- und Hubschrauberpioniers am 8. Oktober 1990
- bis 3. Februar**
2. Obergeschoß **»Griechische Vorratsgefäße – gestern und heute«**
Keramikbehälter aus den letzten zwei Jahrhunderten nach antiken Vorbildern
- 11. bis 14. März**
Bibliothek **»Jugend forscht«**
Ausstellung der preisgekrönten Arbeiten
- neu:**
17. Januar bis 31. März 2. Obergeschoß **»Textilhandwerk in Indien«**
Eine Ausstellung der Aktion Dritte Welt Handel/GEPA

**Sonntagmatineen und Orgelkonzerte in der
Musikinstrumentensammlung**
(1. Obergeschoß, Platzkarten an der Kasse)

- 12. Januar**
15.30 Uhr **»Münchener Organisten an den Orgeln des Deutschen Museums«**
Solisten: Studenten der Meisterklasse von Karl Maureen
- 13. Januar**
11.00 Uhr **Matinee: Die Gruppe für Alte Musik München:**
Johannes Brahms, Liebeslieder
- 16. Februar**
15.30 Uhr **»Münchener Organisten...«**
Solist: Franz Lörch, München
- 17. Februar**
11.00 Uhr **Matinee: Bläserquintett Gerd Fischer:**
Werke des 18. bis 20. Jahrhunderts
- 9. März**
15.30 Uhr **»Münchener Organisten...«**
Solist: Karl Maureen, München
- 10. März**
11.00 Uhr **Matinee: Süddeutsches Vokalensemble München:**
Werke von Jan Dismas Zelenka und Rupert Ignaz Mayr



CNC-gesteuerte MAHO-Lasercav von 1990 (O).

Fliegen sicher zu machen. Ab 1930 begann er auf dem Gebiet der Drehflügler zu arbeiten. 1936 löste er das Problem des Hubschrauberflugs: Bei einem Helikopter hat der Rumpf des Flugkörpers das Bestreben, sich entgegen der Drehrichtung des Rotors zu drehen. Er meisterte diese unerwünschte Bewegung, indem er seinen Hubschrauber Fw 61 mit zwei auf Auslegern mon-

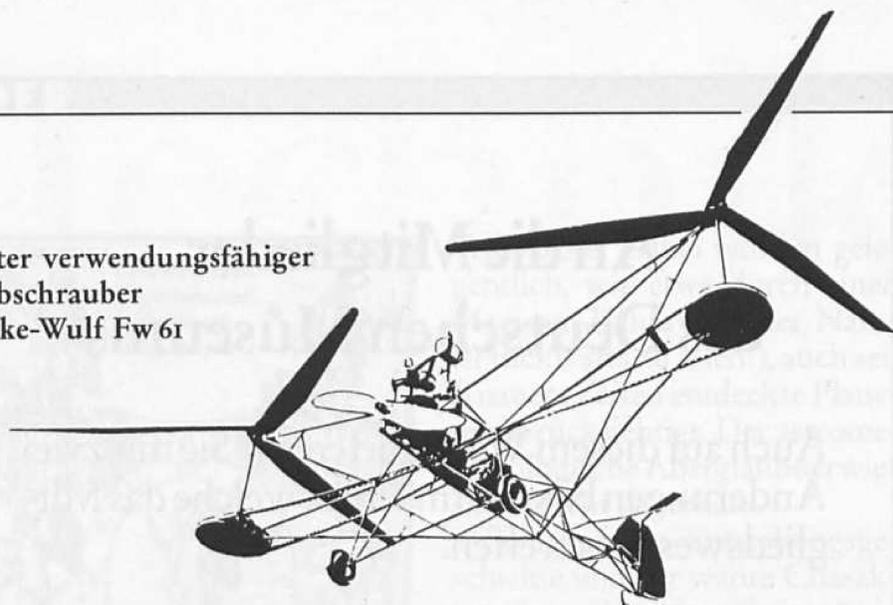
tierten Rotoren versah, die sich entgegengesetzt drehen.

Für seine Arbeiten wurde Focke mehrfach ausgezeichnet. Er starb am 25. 2. 1979 in Bremen.

Eine besondere Neuerwerbung

Ein Ford-V 8-LKW, Baujahr 1938, steht nun im Deutschen Museum.

Erster verwendungsfähiger Hubschrauber Focke-Wulf Fw 61



VERANSTALTUNGEN

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

7. Januar The Reception of Western Science in Korea
Prof. Dr. Sang-yong Song, Korea
21. Januar »Forschen oder Lehren?« Die medizinischen Wissenschaften an den preußischen Universitäten des frühen 19. Jahrhunderts Prof. Dr. Richard Kremer, USA
4. Februar Thema bei Drucklegung noch nicht bekannt.
18. Februar Vom Handwerk zur Industrie – Technikentwicklung am Beispiel der iberischen Keramik
Prof. Dr. Uwe Mämpel, Hochschule Bremen
4. März Interpretationen von Staat und Gesellschaft durch Metaphern aus Natur und Technik. Exemplarische Aspekte zum Ordnungsgedanken
Prof. Dr. Laetitia Böhm, Universität München

18. März Schiffbauversuchsanstalten – ihre Geschichte und Bedeutung für die moderne Schiffbauforschung
Dr. Michael Meyer, Universität Rostock

Professor-Auer-Experimentalvorträge

(19 Uhr, Leibniz-Saal, Kongreßzentrum, freier Eintritt)

20. Februar Die Kunst aus dem Licht der Sterne zu lesen
Prof. Dr. Rolf-Peter Kudritzki, Universitäts-Sternwarte München
- Vorträge des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte und des Deutschen Museums
(19 Uhr, Leibniz-Saal, Kongreßzentrum)
22. Januar Intelligente Sensorsysteme in der Natur – Teil 1
(Lichtbildervortrag) Dr. Hermann Heywang, München
5. Februar Intelligente Sensorsysteme in der Natur – Teil 2
(Lichtbildervortrag) Dr. Hermann Heywang, München
26. Februar Aus der Geschichte der Verkehrsmittel
(Filmabend mit Einführung) Herbert K. Studtucker, München

19. März Telekommunikation verändert die Gesellschaft
(Lichtbildervortrag) Georg Glünder, München

Frauen führen Frauen

9. Januar bis 10. Februar wöchentliche (jeweils mittwochs und sonntags) Führungen von Frauen für Frauen, Informationen und Faltblatt bei der Pressestelle, Tel. (089) 2179-250.
14.30 bis ca. 15.30 Uhr

Münchner Volkshochschule im Deutschen Museum

Teilnehmer der vhs-Programme erhalten ermäßigten Eintritt. Für die Programme können Sie sich auch an der Volkshochschule einschreiben, weitere Auskünfte: Tel. (089) 48006-138 oder 162.

Deutsches Museum

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

Das Besondere: der Pritschenwagen dokumentiert die technische Möglichkeit, auch ohne fossile Brennstoffe fahren zu können. In den dreißiger Jahren, als Benzin knapp wurde, konstruierte der Lothringer Ingenieur George Imbert den Holzgas-Generator. Dieser Wagen wurde 1942 umgerüstet.

Im Kessel hinter dem Führerhaus wird Holz verbrannt, die Verbrennungsgase treiben den Motor an. alle 40 Kilometer muß Holz »nachgetankt« werden.

Der Ford-V 8-LKW ist ein Geschenk der Ford-Werke, restauriert wurde das Fahrzeug von Lehrlingen der Ford-Werke, Köln.

Textilhandwerk in Indien

Dieses Handwerk hat in Indien eine jahrtausendealte Tradition. Es gehört zum kulturellen Reichtum dieses Landes und hat Indien bereits im Mittelalter in Europa bekannt gemacht. Während der kolonialen Fremdherrschaft durch England wurde das indische Textilhandwerk

Seminar für Museologie

Häufig wurde das Deutsche Museum von Kollegen anderer, auch kleinerer Museen gebeten darzulegen, nach welchen Prinzipien, mit welchen Zielvorstellungen, Techniken und Strategien gegenüber den Besuchern wir in unserem Haus arbeiten.

Aus diesem Grund bieten wir nun Kurse an, in denen Einblicke in Management, Ausstellungsplanung, Gestaltung, Öffentlichkeitsarbeit, Dokumentation und Forschung gegeben werden.

Auskunft über Kosten und Termine der Kurse erhalten Sie unter Tel. (089) 2179-294.

größtenteils durch maschinelle Produkte verdrängt. Der »Freihandel« zerstörte den Lebenserwerb für Abertausende Textilhandwerker/innen Indiens. Aus diesem Grunde wurde die handwerkliche Verarbeitung von heimischer Baumwolle in den Dörfern (*Khadiindustry*) zu



Ford-V 8-LKW von 1938. 1942 erhielt dieser Wagen einen Imbert-Holzgas-Generator.

An die Mitglieder des Deutschen Museums

Auch auf diesem Wege dürfen wir Sie mit zwei Änderungen bekanntmachen, welche das Mitgliedswesen betreffen.

Familienkarte ab 1. 1. 1991

Die Mitgliedskarte gilt jetzt auch für die Familie. Neben dem Ehegatten oder einer sonstigen Begleitperson können bis zu zwei Kinder (Höchstalter 18 Jahre) kostenfrei in die Sammlungen und in das Planetarium mitgenommen werden. Die Mitgliedskarte ist allerdings nur auf den Ehegatten übertragbar.

Wir bitten um Verständnis, daß bei der Mitgliedschaft mit ermäßigtem Beitrag von 34,- DM (Jungmitgliedschaft) eine Begleitperson nicht mehr mitgenommen werden kann.

Neuaufnahme der Mitgliedsdaten

Auch bei der Verwaltung der Mitgliedschaften hat nun der Computer Einzug gehalten. Der Versand der Mitgliedskarte, welche Sie in diesen Tagen erhalten oder schon erhalten haben, wurde nach den in unserer EDV-Anlage gespeicherten Adreßdaten vorgenommen. Um Unzulänglichkeiten in der Zustellung der Zeitschrift "Kultur & Technik" und sonstiger Nachrichten zu vermeiden, bitten wir Sie, uns zu benachrichtigen - Tel. (089) 2 179-310 - falls Sie Fehler in Ihrer Anschrift feststellen.

Der Ihnen gleichzeitig zugehende Zahlschein für den Mitgliedsbeitrag 1991 kann nunmehr bei allen Geldinstituten verwendet werden.

Deutsches Museum

Museumsinsel 1, 8000 München 22
Tel (089) 21 791

einem Kernpunkt der indischen Unabhängigkeitsbewegung unter Führung *Mahatma Gandhis*. Heute, gut 40 Jahre nach der Unabhängigkeit der Indischen Union, gibt es etwa 12 Mio. Textilhandwerker/

innen, davon etwa 5 Mio. Handwerker/innen. Insgesamt leben weit über 20 Mio. Inder/innen von diesem Gewerbe. Es ist nach der Landwirtschaft der wichtigste Versorgungszweig im ländlichen Indien.

Die Ausstellung zeigt keine musealen Reste einer glorreichen Handwerksvergangenheit, sondern Zeugnisse der zeitgenössischen Textilkunst Indiens: Khadi- und Handwebstoffe, Ikate und Brokate, Stoffdruck, Stickereien, Applikationsarbeiten. Hergestellt wurden sie nicht von einer kleinen Künstlerelite, sondern von uns namenlosen Textilhandwerker/innen, wie es sie zu Hunderttausenden in Indien gibt.

Die Sonderausstellung der »Gesellschaft zur Förderung der Partnerschaft mit der Dritten Welt« (GEPA) ist bis Ende März 1991 zu sehen.



Typisch indisches
Muster eines
Handmodells
zum Bedrucken
von Stoffen.



»Albarradas«-Fries
aus der 1. Hälfte
des 19. Jahrhunderts

500 Jahre Portugiesische Fliesenkultur

Eine nicht alltägliche Begegnung mit Portugal können Museumsbesucher noch bis 27. 1. 1991 machen.

Die Anfänge dieser Kunst, von Arabern und Spaniern entlehnt, waren polychrome Fliesen, die in raffinierten geometrischen Mustern

nicht nur Innenräume, sondern auch Außenwände, Brunnenumrandungen und Sitzbänke schmückten. Die Portugiesen lösten sich von den rein geometrischen Fliesenkompositionen und schufen die ersten Fliesenbilder, die Portugal so berühmt gemacht haben.

Die Ausstellung zeigt ausgewählte Beispiele dieser Kunst.

DER „HUNDERT- JÄHRIGE“, DER KEINER WAR

KURT-R. BIERMANN

Vor 330 Jahren beendete Mauritius Knauer seine Wetterbeobachtungen, die die Grundlage des „Hundertjährigen Kalenders“ wurden. Was hat es mit diesem für eine Bewandnis?

Sieben Jahre lang, von 1652 bis 1658 führte Mauritius Knauer (1613 bis 1664), seit 1649 Abt des Klosters Langheim im Bistum Bamberg, ein Witterungsjournal, das für die Witterungsgeschichte nicht ohne Bedeutung ist. Aber indem Knauer von astrologischen Vorstellungen ausging, gelangte er zu abwegigen Schlussfolgerungen. Er glaubte nämlich, daß das Wetter in jedem Jahr (vom 21. März bis zum 20. März des folgenden Kalenderjahres) durch einen anderen von sieben Planeten bestimmt werde, und zwar in der Reihenfolge Saturn, Jupiter, Mars, Sonne (!), Venus, Merkur, Mond (!), und daß sich dieser Siebenjahreszyklus permanent wiederhole.

Hervorzuheben ist, daß Knauer keinen Anspruch auf Geltung seiner Prognosen außerhalb seiner engeren Heimat erhoben hat und daß bei ihm nie die Rede von einem 100-Jahre-Turnus gewesen ist. Sein „Beständiger Haus-Kalender, aus welchem jährlich die Witterung zu erkennen und danach der Wein- und Feldbau mit Frucht und Nutzen anzuordnen“ sei, füllte offensichtlich in seiner Zeit, in der Mißernte und Hungersnot Synonyma waren, eine Marktlücke. Er hatte nicht nur über das Wetter, das Auftreten von Krankheiten und Unge-

zierer Buch geführt und daraus seine Vorhersage gebildet, sondern er hatte aus seinen Beobachtungen auch Verhaltensregeln für Bauern, Winzer und Fischer abgeleitet. Sein Kalender fand daher rasch in – meist fehlerhaften – Abschriften Verbreitung und Beachtung auch außerhalb Frankens.

Zu einem Bestseller wurde er, als ihn der Arzt Christoph Hellwig (1663–1721), damals in Bad Tennstedt in Thüringen, mit manchen „Verschlimmbesserungen“ zuerst 1701 in Erfurt drucken ließ. Hellwig hatte nämlich einen genialen Einfall. Er erfand die Bezeichnung „auf Hundert Jahr gestellter Kalender“ und suggerierte durch diese Beteiligte die Vorstellung, das Wetter wiederhole sich alle 100 Jahre. Das war durch den Leser nicht zu kontrollieren, während auch ein schwaches Gedächtnis die Erinnerung an Witterungsextreme sieben Jahre lang bewahrt.

20 Jahre später ersetzte ein Erfurter Drucker die Hellwigsche Benennung durch den noch werbewirksameren Titel „Hundertjähriger Kalender“. Nun war dessen Siegeszug nicht mehr aufzuhalten. Auflage folgte auf Auflage. Aus einem immerwährenden siebenjährigen Kalender war plötzlich ein hundertjähriger geworden...

„Die Bibliothek des gemeinen Mannes“

Auch die jährlich erscheinenden Kalender verzichteten einst durchaus nicht auf astrologische Orakel, auf Witterungsvorhersagen (oft aus dem „Hundertjährigen“ übernommen), auf sogenannte Kalenderpraktiken, wie etwa Vorschriften zur Einnahme von Medizinen, zum Abführen, zum Aderlaß. Prophezeiungen und Anweisungen waren fester Bestandteil des den Kalendern angefügten Beiwerks, die wegen der Angabe der Festtage unentbehrlich waren.

Nach der Bibel waren die Kalender das verbreitetste Druckerzeugnis. Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716), der erste Präsident der 1700 gegründeten Berliner Akademie der Wissenschaften, nannte sie daher tref-



Titelblatt der Kulmbacher Drucke des Hundertjährigen Kalenders, die mit dem Jahr 1704 begannen

fend „die Bibliothek des gemeinen Mannes“, und den Massenbedarf an Kalendern zur Finanzierung der Neugründung zu nutzen, war ihm ein naheliegender Gedanke. Auf seinen Vorschlag erhielt die Akademie durch Patent vom 10. Mai 1700 das Kalenderprivileg, welches lange Zeit ihre bedeutendste, ja ihre einzig wirklich ins Gewicht fallende Einnahmequelle blieb: Allein die Akademie wurde in Preußen zur Berechnung, Herausgabe und zum Verkauf von Kalendern berechtigt (und verpflichtet). Schon bald, nachdem ihr dies Monopol zugesprochen worden war, sah sie sich, die „nichtige Weissagungen“ aus den Kalendern verbannen wollte, mit Forderungen konfrontiert, nicht auf Vermutungen über das zu erwartende Wetter zu verzichten. So sehr sie sich auch im Zeichen der Aufklärung bemühte, in ihren Kalendern statt Aberglauben und Scheinwesen praktisch verwertbare „gemeinnützige“ Kenntnisse zu vermitteln – die Beliebtheit des „Hundertjährigen“ konnte sie so bald nicht beeinträchtigen. Als „Contrebande“ fand er weiter seinen Weg auch nach Preußen.

Nicht nur im 18. Jahrhundert wurde, wie erwähnt, der „Hundertjährige Kalender“ immer wieder aufgelegt; bis in die Gegenwart folgten einander Neuauflagen, Nachdrucke und

Teildrucke. Dabei wurden gelegentlich, wie etwa durch einen Magister Tiehrawnu (der Name ist rückwärts zu lesen!), auch seit Knauers Zeiten entdeckte Planeten berücksichtigt. Der astrometeorologische Aberglaube erwies sich als sehr dauerhaft.

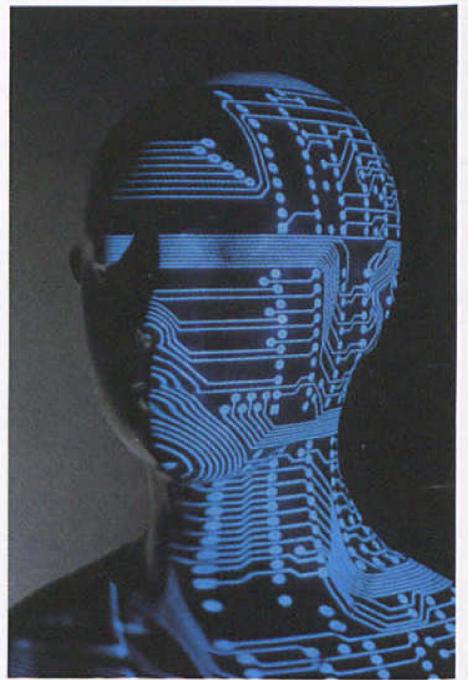
So lange die Entstehungsgeschichte und der wahre Charakter des „Hundertjährigen“ in Vergessenheit geraten waren, mag die Versuchung, ihn gelegentlich zu konsultieren, noch verständlich gewesen sein. Nachdem ihn aber Ernst Heimeran (1902 bis 1955) in einer historisch-kritischen Edition zugänglich gemacht hat, kann die Entschuldigung mit Unkenntnis nicht mehr gelten. Gewiß, der wissenschaftlichen Wettervorhersage haftet ungeachtet aller Fortschritte der Meteorologie noch ein Rest Unsicherheit an. Aber beim „Hundertjährigen“ verhält es sich umgekehrt: Übereinstimmungen seiner Vorhersagen mit dem tatsächlichen Wetter sind rein zufällig.

Die Alternativstatistik lehrt, daß die Zuverlässigkeit von Prognosen dann, und nur dann diskutabel ist, wenn sich unter 100 Vorhersagen mehr als 64 Treffer finden. Von solchen Trefferquoten mag Knauer – der sich übrigens oft recht vorsichtig äußerte – geträumt haben: In der Realität treten sie nicht auf. □

DER AUTOR

Kurt-R. Biermann, Dr. rer. nat. und Professor emeritus, Vizepräsident der *Académie internationale d'histoire des sciences*, zählt zu den anerkanntesten Wissenschaftshistorikern der ehemaligen DDR. Seit rund 30 Jahren ist er in der Alexander von Humboldt-Forschung tätig. Der hier wiedergegebene Beitrag erschien ursprünglich in *Spectrum*, Zeitschrift der Akademie der Wissenschaften der DDR, Heft 20/1989.

Autos sind nicht mehr nur das „Lieblingskind“. Die Automobilkonzerne denken weiter. Bei BMW und VW wird über umweltfreundliche Autos nachgedacht, nicht nur Daimler-Benz will das voll recyclingfähige Auto entwickeln. *Kultur & Technik* fragt nach den Plänen der Automobilindustrie. □ Der Siegeszug des Computers scheint unaufhaltsam. Aus welchen Anfängen heraus ist der Wunsch entstanden, künstliche Intelligenz zu verwirklichen? Können Eiweißmoleküle den Megachip ersetzen? *Kultur &*



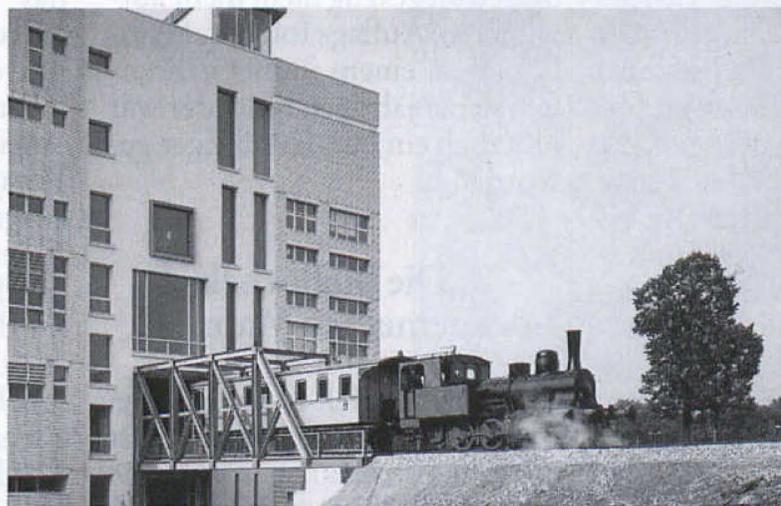
Die Informationsverarbeitung auf Silizium-Basis stößt an technische Grenzen. Organische Moleküle könnten die Speicher von morgen sein.



Übermotorisierung und damit verbundene Umweltbelastungen prägen die Verkehrssituation. Welche Zukunft hat das Auto?

Technik berichtet über den Stand der Forschung. □ Ein neues Industriemuseum in Mannheim stellt den Anspruch, Technikgeschichte als Arbeits- und Sozialgeschichte zu begreifen. Kann der Anspruch eingelöst werden? *Kultur & Technik* stellt eine Museums-konzeption vor, die in Deutschland Neuland betreten will.

Das Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim wurde eröffnet. Im Bild die Tenderlokomotive Eschenau, 1896.



IMPRESSUM

Kultur & Technik 

Zeitschrift des Deutschen Museums. 15. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-8000 München 22, Telefon (0 89) 21 79-1

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Dr. Ernst-Peter Wieckenberg, Peter Kunze (Deutsches Museum). Redaktionsassistentin: Angelika Schneider. Redaktionsanschrift: Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40. Telefon: (0 89) 38 18 93 31 – Telefax: (0 89) 38 18 94 02

Verlag: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40, Telefon: (0 89) 3 81 89-0, Telex: 5 215 085 beck d, Telefax: (0 89) 38 18 93 98, Postgirokonto: München 62 29-8 02

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

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

Gestaltung: Prof. Uwe Göbel, D-8000 München

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

Anzeigen: Fritz Leberherz (verantwortlich), Verlag C.H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1, Postanschrift: Postf. 11 02 41, D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (0 69) 75 60 91-0, Telefax: (0 69) 74 86 83. – Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 7. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

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

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

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

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

Bezugspreis 1991: Jährlich DM 36,- (incl. DM 2,36 MwSt.), Einzelheft DM 9,50 (incl. DM -,62 MwSt.), jeweils zuzüglich Versandkosten.

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

Bestellungen über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen: mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

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

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

ISSN 0344-5690

Beilagenhinweis: Dieser Ausgabe liegt das Register für die Jahre 1989/90 als Verlagservice bei.

