

ZB 736 B 9797 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

3/1987



Aktuell: Spacelab im Deutschen Museum
Thema: Vulkanologie
Die Schwebbahn in Wuppertal
Ein Brief Alexander von Humboldts



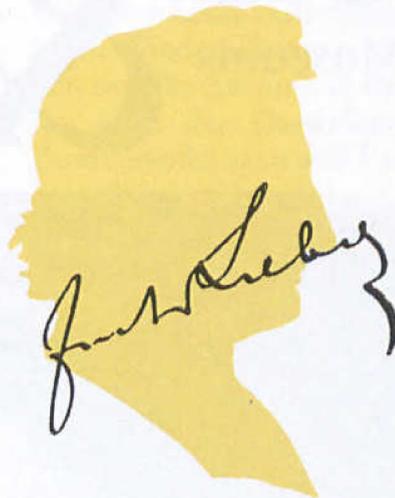
Werden Sie Mitglied!



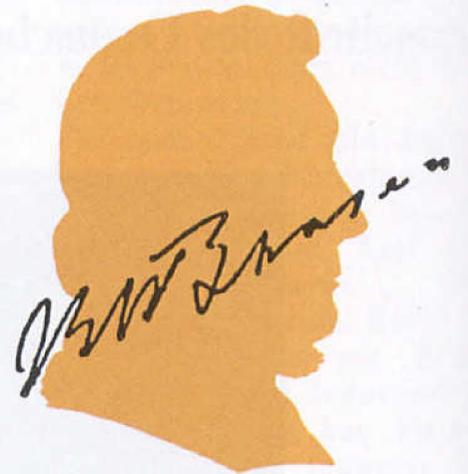
Johannes Gutenberg



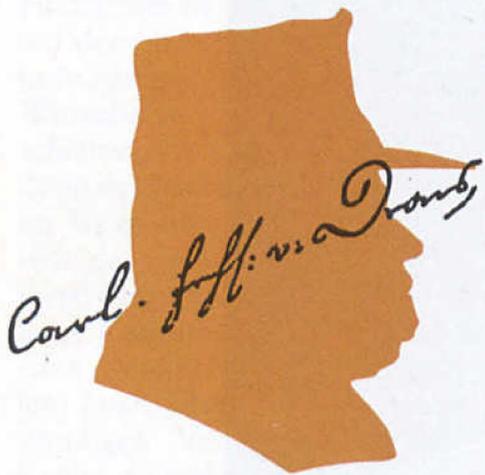
Antoine Lavoisier



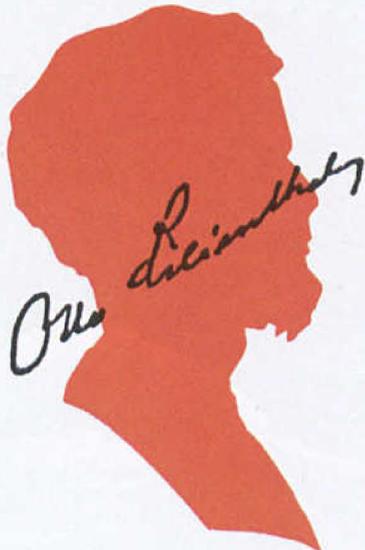
Justus von Liebig



Robert Bunsen



Carl Freiherr von Drais



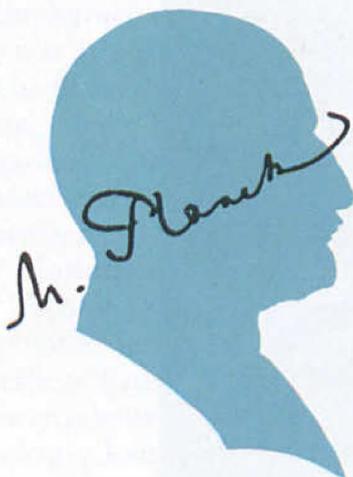
Otto Lilienthal



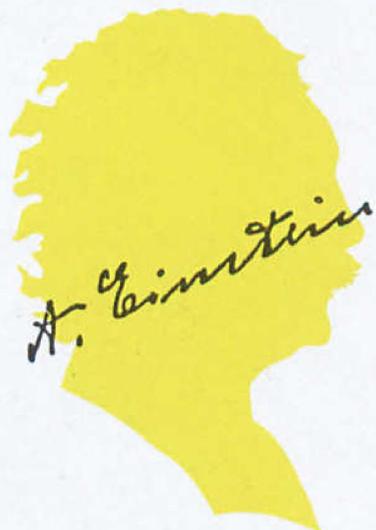
Graf von Zeppelin



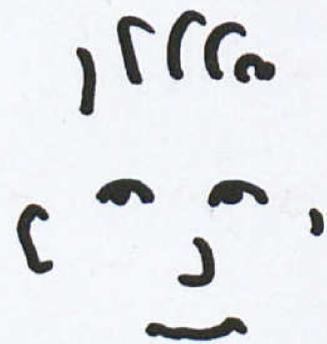
Rudolf Diesel



Max Planck



Albert Einstein



Es lohnt sich*
und ehrt den edlen Spender.

Deutsches Museum

*

Freier Eintritt mit einer Begleitperson, kostenlos die Zeitschrift »Kultur & Technik«, und vieles mehr. Bitte rufen Sie uns an: Telefon (0 89) 2 17 93 31.

INHALT



Pompeji
Ausbruch des
Vesuv 1944



Titelfoto: Beim Flug um die Erde. Der amerikanische Raumtransporter Space Shuttle Challenger mit dem europäischen Weltraumlaboratorium Spacelab in der Ladebucht. (Foto: DFVLR/NASA)

Sir William Hamilton und die Anfänge der modernen Vulkanologie	134	Otto Krätz
Bücherkunde	142	Ernst H. Berninger
Sind Vulkane berechenbar?	144	Hans Pichler Rolf Schick
Spacelab. Europas Einstieg in die bemannte Weltraumforschung	152	Walter Rathjen
Ein unbekannter Computerpionier	160	Ralf Bülow
Museumsportrait: Das Technorama der Schweiz in Winterthur	168	Simon Aegerter
Die Schwebebahn zu Wuppertal	172	Adalbert Kukan
Traum im Deutschen Museum	177	Harald Hartung
Georg-Agricola-Gesellschaft: Ingenieur in Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft	178	Charlotte Schönbeck
Selbstzeugnisse großer Wissenschaftler: Alexander von Humboldt und sein ‚Kosmos‘	180	Rudolf Heinrich
Das Liliput-Zyklotron – ein vergessenes Projekt	182	Maria Osietzki
Berufe: Der Bader	188	Manfred Vasold
Gedenktage technischer Kultur	190	Sigfrid von Weiher
Nachrichten aus dem Deutschen Museum	192	Rolf Gutmann
Für Sie gelesen	195	Ernst H. Berninger
Veranstaltungen des Deutschen Museums Impressum	196	

Werden Sie Mitglied!

SIR

WILLIAM HAMILTON UND DIE ANFÄNGE DER MODERNEN VULKANOLOGIE

Otto Krätz

William Hamilton (1730–1803), 37 Jahre lang britischer Gesandter am Hof des Königs beider Sizilien in Neapel, ist eher als lebenskundiger, weltkluger Diplomat und als Kunstkenner und -sammler denn als Naturforscher in das Bewußtsein der Nachwelt eingegangen. Als Goethe ihn 1787 in Neapel besuchte, erwähnte er den Wissenschaftler in seinen Berichten mit kaum einem Wort. Und doch hat mit den Arbeiten des „alten Ritters“, wie Goethe ihn nannte, die moderne Vulkanologie begonnen.

Was eigentlich hat die Menschheit von runden Jubiläen? Warum werden gerade diese bevorzugt gefeiert? Eigentlich könnte es einem doch gleich sein, ob ein historisches Ereignis neun- undneunzig oder hundertundein Jahr zurückliegt? Woher kommt nur die Faszination der Zahl hundert?

Goethe als Besucher des „alten Ritters“ Hamilton

Wie auch immer! Genau zweihundert Jahre sind verflossen seit Goethes italienischer Reise. Am 25. Februar 1787 nähert er sich Neapel und seinem Wahrzeichen: „Der Vesuv blieb uns immer zur linken Seite, gewaltsam dampfend, und ich war still für mich erfreut, daß ich diesen merkwürdigen Gegenstand endlich auch mit Augen sah.“ (S. 184)¹ Goethe war bei seiner Ankunft in Neapel ausgesprochen guter Laune: „Neapel selbst kündigt sich froh, frei und lebhaft an, unzählige Menschen rennen durcheinan-

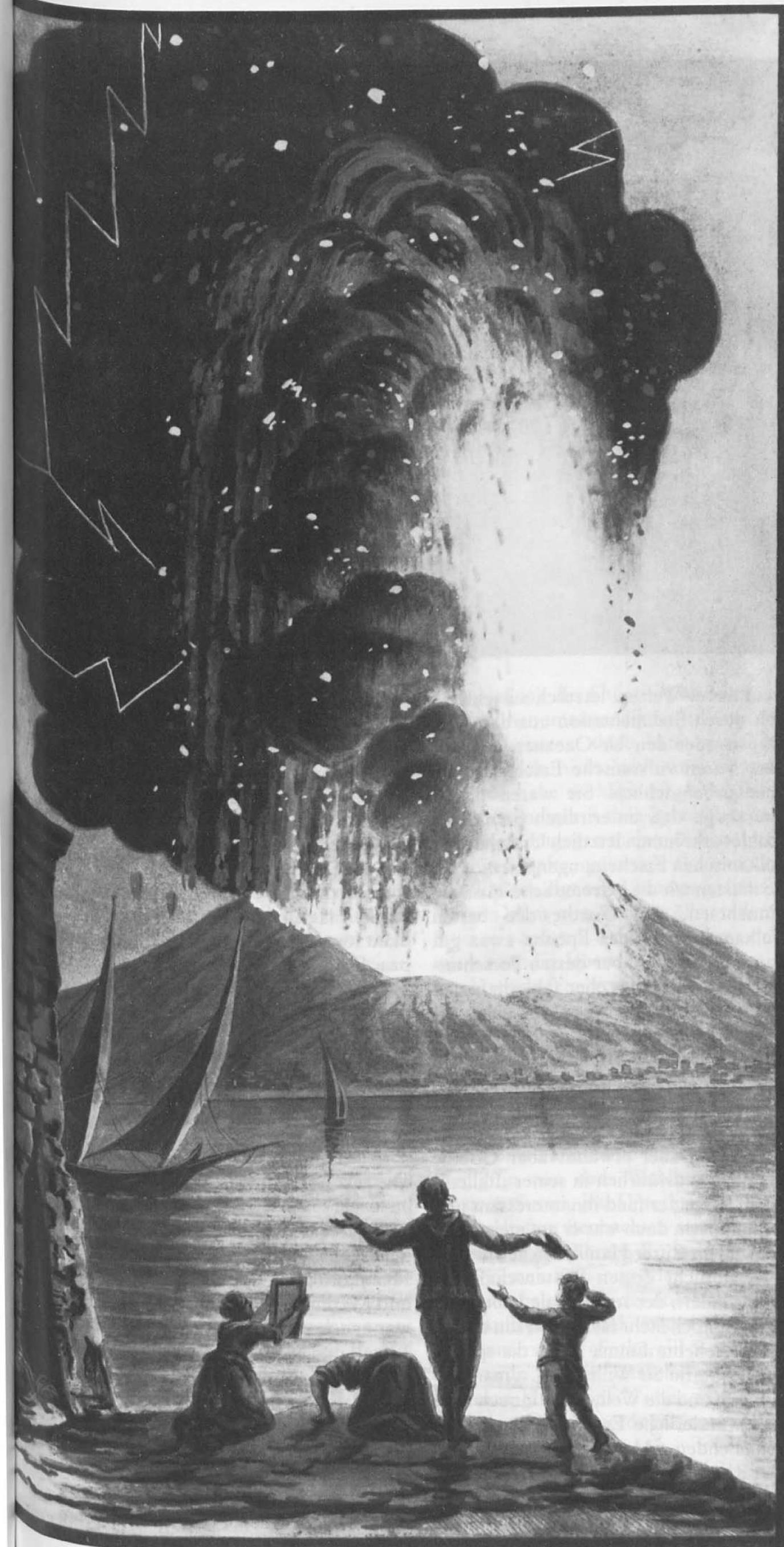
der, der König ist auf der Jagd, die Königin guter Hoffnung, und so kann's nicht besser gehn.“ (S. 184)

Erst beim dritten Versuch erreichte Goethe den Krater des Vesuvs. Zwar hatte er in Briefen stets seine Besonnenheit hervorgehoben, etwas voreilig, wie der folgende Bericht zeigen wird: „Am Fuße des steilen Hanges empfingen uns zwei Führer ... Der erste schleppte mich, der zweite Tischbein den Berg hinauf. Sie schleppten, sage ich; denn ein solcher Führer umgürtet sich mit einem ledernen Riemen, in welchen der Reisende greift und, hinaufwärts gezogen, sich an einem Stabe auf seinen eigenen Füßen desto leichter emporhilft ...“

Wie aber durchaus eine gegenwärtige Gefahr etwas Reizendes hat und den Widerspruchsgeist im Menschen auffordert, ihr zu trotzen, so bedachte ich, daß es möglich sein müsse, in der Zwischenzeit von zwei Eruptionen den Kegelberg hinauf an den Schlund zu gelangen und auch in diesem Zeitraum den Rückweg

zu gewinnen. Ich ratschlagte hierüber mit den Führern unter einem überhängenden Felsen der Somma [Anm.: einem Kraterrest einer früheren Eruption], wo wir, in Sicherheit gelagert, uns an den mitgebrachten Vorräten erquickten. Der jüngere getraute sich, das Wagestück mit mir zu bestehen, unsere Hutköpfe fütterten wir mit leinenen und seidene Tüchern, wir stellten uns bereit, die Stäbe in der Hand, ich seinen Gürtel fassend.

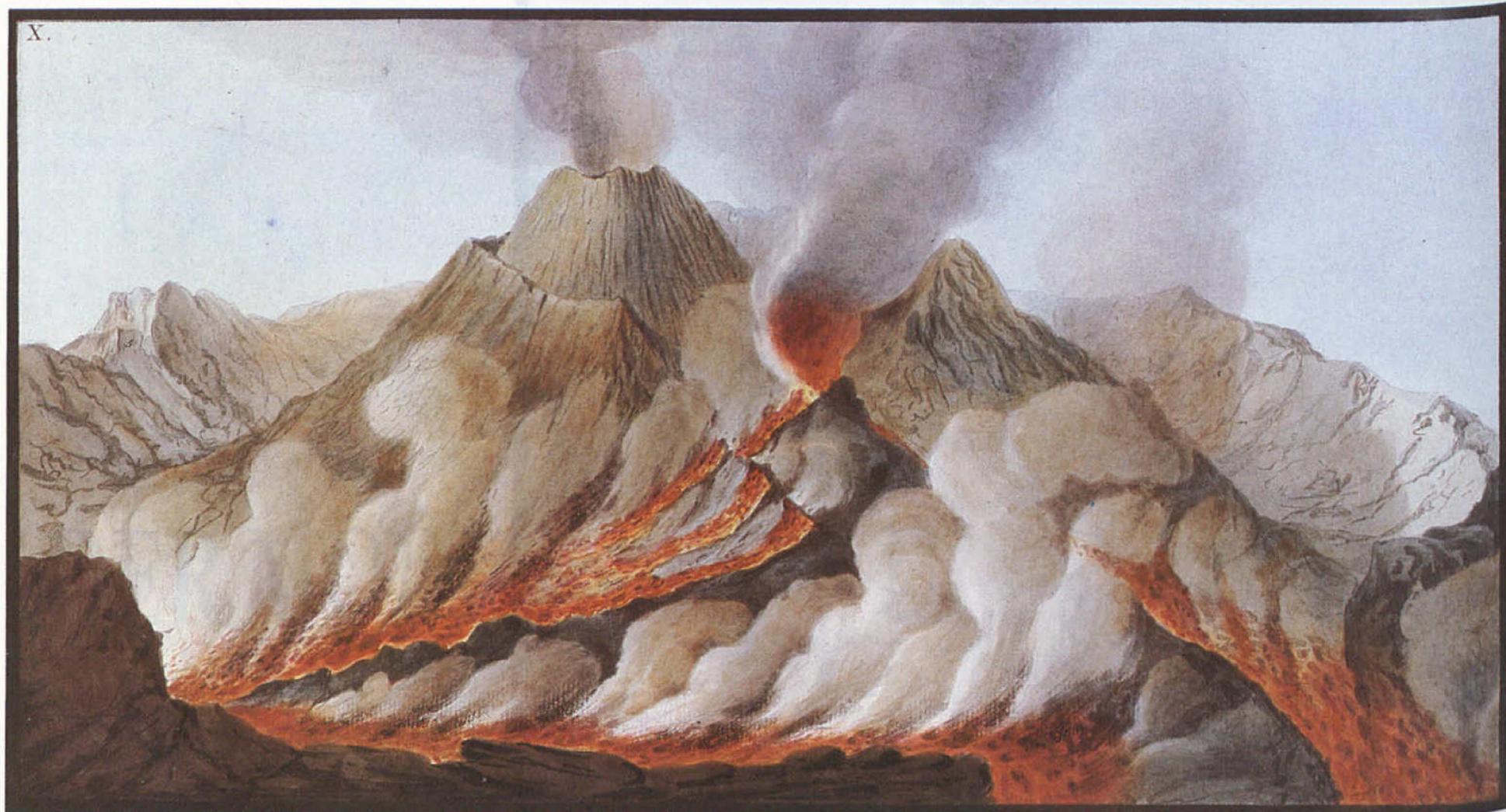
Noch klapperten die kleinen Steine um uns herum, noch rieselte die Asche, als der rüstige Jüngling mich schon über das glühende Gerölle hinaufriß. Hier standen wir an dem ungeheuren Rachen, dessen Rauch eine leise Luft von uns ablenkte, aber zugleich das Innere des Schlundes verhüllte, der ringsum aus tausend Ritzen dampfte. Durch einen Zwischenraum des Qualmes erblickte man hier und da geborstene Felsenwände. Der Anblick war weder unterrichtend noch erfreulich, aber eben deswegen, weil man nichts sah, verweilte man, um etwas her-



Anblick des großen Vesuvausbruchs, in der Nacht des Sonntags, 8. August 1779. In der Nähe des Palastes Seiner Sizilianischen Majestät bei Pausilipo im Augenblick des Ausbruchs gezeichnet. Handkolorierte Radierung von Paul Sandby nach Pietro Fabris aus Sir William Hamiltons Werk ‚Campi Phlegraei‘. (Foto: Bayerische Staatsbibliothek, München, Handschriftenabteilung)

auszusehen. Das ruhige Zählen war ver­ säumt, wir standen auf einem scharfen Rande vor dem ungeheuern Abgrund. Auf einmal erscholl der Donner, die furchtbare Ladung flog an uns vorbei, wir duckten uns unwillkürlich, als wenn uns das vor den niederstürzenden Mas­ sen gerettet hätte; die kleineren Steine klapperten schon, und wir, ohne zu be­ denken, daß wir abermals eine Pause vor uns hatten, froh, die Gefahr überstanden zu haben, kamen mit der noch rieselnden Asche am Fuße des Kegels an, Hüte und Schultern genugsam eingäschert.“ (S. 193 f.)

Goethe währte, daß es ihm als Naturfor­ scher durchaus vergönnt sein könnte, die Rätsel dieses Vulkans zu lösen. So schreibt er am 13. März 1787: „Die vesu­ vianischen Produkte hab’ ich auch nun gut studiert; es wird doch alles anders, wenn man es in Verbindung sieht. Ei­ gentlich sollt’ ich den Rest meines Lebens auf Beobachtung wenden; ich würde manches auffinden, was die menschi-



chen Kenntnisse vermehren dürfte.“ (S. 205)

Es fällt auf, daß Goethe weder bei seinen Besteigungen des Vesuvs, noch bei seinen Betrachtungen über dieses Naturwunder den großen Kenner dieses Berges, den englischen Gesandten Sir William Hamilton erwähnt.²

Die narrative Geschichtsschreibung ist in den letzten Jahrzehnten mehr und mehr zugunsten wissenschaftstheoretischer Ansätze in Mißkredit geraten, die das Entstehen von Wissenschaft aus gegebenen Voraussetzungen logisch abzuleiten versuchen. Leider ist das Leben – und Geschichte ist gelebtes Leben – komplizierter. Eigentlich sollte man als Wissenschaftshistoriker erwarten, daß ein Zusammentreffen zwischen Hamilton, dessen Beobachtungen und Schlußfolgerungen wegbereitend für den Aufstieg des Plutonismus werden sollten, und Goethe, der ein kämpferischer Neptunist war – fast noch entschiedener als sein Freund und Lehrer Abraham Gottlob Werner (1750–1817) –, zu überaus lehrreichen Diskussionen der Beteiligten hätte führen müssen, deren scharfsinnige Exegese ganze Generationen von Wissenschaftstheoretikern inhaltsreiche Betrachtungen über Aufstieg und Niedergang von sog. Paradigmen ermöglicht hätte. Doch leider ist die Geschichte anders verlaufen. Die Sensation, die man eigentlich hätte erwarten dürfen, ist ausgeblieben. Für Neptunisten, die glaubten, alles Ge-

stein dieser Welt sei letztlich ausschließlich durch Sedimentation aus dem Ur-Ozean oder den Ur-Ozeanen entstanden, waren vulkanische Erscheinungen eher nebensächlich. Sie waren davon überzeugt, daß unterirdisch brennende Kohlevorkommen letztlich Ursache aller vulkanischen Erscheinungen seien.

So müssen wir die befremdliche Tatsache hinnehmen, daß Goethe den besten Vulkanologen seiner Epoche zwar gut kannte, daß ihm aber dessen Forschungen zu Unrecht als eher fehlerhaft und verbesserungsbedürftig erschienen. Sicherlich haben beide miteinander diskutiert. Da es aber offensichtlich keinem vergönnt war, den jeweils anderen zu missionieren, empfanden wohl beide die Gespräche als nicht sonderlich berichtenswert. Dabei erwähnt aber Goethe Hamilton ausführlich in seiner ‚Italienischen Reise‘; er fand ihn interessant und sympathisch, doch was er am meisten an dem „alten Ritter Hamilton“ bewunderte, war nicht dessen Wissenschaftlichkeit, sondern der seigneurale Lebensstil, und fast noch mehr faszinierte ihn dessen junge Geliebte Emma Hart, die spätere zweite Gattin Sir Williams: „... man vergißt sich und die Welt, und für mich ist es eine wunderliche Empfindung, nur mit genießenden Menschen umzugehen. Der Ritter Hamilton, der noch immer als englischer Gesandter hier lebt, hat nun nach so langer Kunstliebhaberei, nach so langem Naturstudium den Gipfel aller

Vesuv, 1756

(Foto: Bayerische Staatsbibliothek, München)

Natur- und Kunstfreude in einem schönen Mädchen gefunden. Er hat sie bei sich, eine Engländerin von etwa zwanzig Jahren. Sie ist sehr schön und wohl gebaut. Er hat ihr ein griechisch Gewand machen lassen, das sie trefflich kleidet, dazu löst sie ihre Haare auf, nimmt ein paar Shals und macht eine Abwechslung von Stellungen, Gebärden, Mienen etc., daß man zuletzt wirklich meint, man träume ... Der alte Ritter hält das Licht dazu und hat mit ganzer Seele sich diesem Gegenstand ergeben.“ (S. 208 f.)

Hamiltons Leben bis zur Gesandtschaft in Neapel

Mit gerechten historischen Beurteilungen ist es so eine Sache. Obwohl William Hamilton als Geologe, Kunstsammler und Mäzen Erstaunliches geleistet hatte, war er schon in der letzten Phase seines Lebens und erst recht in den Jahrzehnten nach seinem Tode völlig in den Schatten seiner einzigartig schönen zweiten Frau getreten: „Lady Hamilton und Lord Nelson“, diese ungeheuer berühmte Skandalgeschichte hat den dritten im Bunde dieser skandalösen „Mélange à trois“ völlig in den Hintergrund treten lassen.



Ganz selten ereignete sich ein Vesuv-Ausbruch im Winter, so daß man durch Schnee laufende Lava beobachten konnte. Hamilton hat dies wohl selbst nie miterlebt. Dargestellt ist ein Ausbruch „vor zwanzig Jahren“, also 1756. (Foto: Bayerische Staatsbibliothek, München)

William Hamilton war der vierte Sohn von Lord Archibald Hamilton, zeitweilig Lord der Admiralität und Gouverneur von Jamaika.³ Auch die Mutter Jane entstammte dem Hochadel. Zwar galt sie als nicht sonderlich schön, sie muß aber lebensklug und tüchtig gewesen sein, denn sie führte über Jahre hinweg erfolgreich den Haushalt des Thronfolgers Frederick, Prinz of Wales, bis zu dessen frühem Tode. So kam es, daß der spätere König Georg III. (1738–1820) und William miteinander aufwuchsen, was sich auf Williams Karriere durchaus belebend auswirken sollte. Als mitteloser, nachgeborener Sohn wählte Hamilton die militärische Laufbahn, doch noch vor Ende des siebenjährigen Krieges nahm er im Mai 1758 im Range eines Hauptmannes den Abschied, um in Catherine Barlow (†1782) eine reiche Erbin zu heiraten. Es handelte sich von beiden Seiten – die junge Frau war leidend – um eine Vernunft-ehe, die aber, vielleicht gerade deshalb, recht glücklich wurde. Catherine galt als unendlich liebenswürdig. Hamilton selbst hat in einem späteren Brief an seinen Lieblingsneffen Charles F. Greville

(1744–1809) die Situation so beschrieben: „Einen unangenehmen reichen Satan zu heiraten, dazu hätte selbst der Teufel mich nicht verlocken können, aber ich habe wirklich ein behagliches und beständiges Leben gewonnen, als ich (etwas entgegen meiner Neigung) eine tugendhafte, gutartige Frau mit einem kleinen eigenen Vermögen ehelichte, von dem wir, sollten alle anderen Stützen versagen, zehren, und mit dem wir anständig leben könnten, ohne irgend jemandem verpflichtet zu sein.“ (Fothergill S. 26 f.)⁴

Im Herbst 1760 bestieg Georg III. den Thron, und damit eröffneten sich auch neue Aussichten für seinen „Milchbruder“. Georg benötigte zur Unterstützung seiner Politik Männer seines Vertrauens im Parlament, und so ließ sich Hamilton von dem Wahlbezirk Midhurst in Sussex ins Unterhaus wählen. Ein boshafter Beobachter schrieb über Hamiltons vierjährige Rolle als zuverlässiger, mehrheitstragender Hinterbänker, er habe seine Partei durch so „manches aufrichtige und *schweigende* Votum“ unterstützt (Fothergill S. 29). Damit wurde auf die Tatsache angespielt, daß man Hamiltons Namen in den Listen der Debattenredner jener Jahre nicht finden kann.

Die Leiden Catherine verschlimmerten sich zusehends. So schien es geraten, für die Dahinsiechende in südlichen Ländern Linderung zu suchen. Daher be-

warb sich Hamilton um eine Stelle im diplomatischen Dienst als britischer Gesandter am Hofe des Königs beider Sizilien zu Neapel. Am 17. November 1764 traf er dort ein, und er verblieb ganze 37 Jahre auf diesem Posten.

Hamiltons späterer Aufenthalt in Neapel fiel in die Regierungszeit König Ferdinands IV. (1751–1825), eines rauhen, aber fröhlichen Burschen, den Sir Williams Biograph als „gutmütig, leutselig und beschränkt“ geschildert hat. Hamilton wurde zu Nutz und Frommen der englischen Regierung dessen bevorzugter Jagdfahrer. Zwar störte ihn, daß der König auf der Jagd gelegentlich in eine Art Bluttausch geriet, doch erwarb er sich dadurch jene intensiven geographischen Kenntnisse, die die Basis seiner vulkanologischen Studien bilden sollten.

Zeitgenossen schilderten Hamilton als einen Mann von „a spare figure and of great muscular power and energy“ und als „the best dancer at the Neapolitanian Court and a creditable musician and artist“. Sir Nathaniel Wraxall (1751–1831) sagte von Hamilton, als dieser schon fünfzehn Jahre in Neapel verbracht hatte: „wiewohl hochgewachsen und mager mit dunkler Gesichtsfarbe, starker Adlernase ..., hatte er doch in seinen Zügen einen Ausdruck von Intelligenz, vereint mit Vornehmheit, die alle, die ihm nahe kamen, mit Macht anzog und ihm gewann“. (Fothergill S. 45 u. 46)

Der Kunstsammler

Jede noch so kurze Biographie Hamiltons wäre absolut unvollständig, würde man nicht auch seine Tätigkeiten als Mäzen, Kunstsammler und Händler erwähnen. Er war „Fellow of the Society of Antiquaries“ und Mitglied der Gesellschaft der Dilettanti. Er versuchte stets das Interesse des neapolitanischen Hofes an den Ausgrabungen in Pompeji wachzuhalten, was bei der unintellektuellen Veranlagung König Ferdinands IV. keine geringe Leistung war. Seine erste Sammlung klassischer – insbesondere etruskischer – Altertümer, die er für 8400 £ an das Britische Museum verkaufte, ist bis heute der Grundstock der Abteilung über die klassische Antike und wurde lange geschlossen im ‚Hamilton Room‘ gezeigt. 1766/67 hat D'Hancarville (P.F. Hugues), sozusagen als Hamiltons Sprachrohr, einen berühmten Katalog dieser Sammlung geschrieben und veröffentlicht. Die Kosten für den Druck und die aufwendigen Illustrationen in der atemberaubenden Höhe von 6000 £ waren von Hamilton selbst getragen worden. Dieser Katalog war von großer stilbildender Bedeutung, da er viele Kunstschaffende weiter auf den Weg zum Klassizismus führte und sich ein unmittelbarer Einfluß auf Wedgwood, Füssli und Flaxman nachweisen läßt. Doch Sir Williams Sammelleidenschaft entflammte aufs neue, und es gelang ihm, eine zweite Sammlung zusammenzubringen, die die erste an Erlesenheit noch übertraf. Im Mai 1796 versuchte er, sie an den König von Preußen zu verkaufen. Als 1798 revolutionäre französische Truppen Neapel bedrohten, sandte er sie auf dem Kriegsschiff Colossus nach England, das aber an den Scilly-Inseln Schiffbruch erlitt. Zum Glück wurden 16 Kisten gerettet, nur 8 gingen damals verloren. Das Wrack ist in den letzten Jahren von Sporttauchern wieder aufgefunden worden, und es gelang die Scherben der Vasensammlung zu bergen. Das Britische Museum hat die Bruchstücke in der Zwischenzeit zusammengesetzt und die Vasen restauriert. Hamiltons herausragendste Erfolge als Kunsthändler waren aber die Verbringung eines riesigen Marmorkraters nach England, der jetzt als Warwick-Vase bekannt ist, sowie der Verkauf einer großen und wohlerhaltenen antiken Glasvase aus dem Palazzo Barbarini in Rom an die Herzogin von Portland, die noch

jetzt als Portland-Vase höchsten Ruhm genießt.

Am 22. April 1800 trat Hamilton von seinen Ämtern zurück. Seine Gesundheit hatte, nicht zuletzt durch die Attacken eines Fiebers, das er sich wohl bei seinen Forschungen in Sumpfgeländen zugezogen hatte, gelitten. Am 6. April 1803 starb er in London in den Armen seiner zweiten Gattin. Lord Nelson, so wird berichtet, hielt seine Hand. Er fand sein Grab in Milford Haven.

Der Vulkanologe

Zwar gilt die Royal Society als das große Sammelbecken britischer Gelehrsamkeit, doch nahm man es in früheren Jahrhunderten mit den Aufnahmebedingungen nicht übertrieben genau. So kam es, daß sich die Schar der „Fellows“ aus zwei deutlich unterscheidbaren Gruppen zusammensetzte. In die größere wählte man Männer von Reichtum, Einfluß und öffentlichem Ansehen, die den Naturwissenschaften zwar wohlwollend und vielleicht auch interessiert gegenüberstanden, die aber nie durch eigenständige Forschung in Erscheinung getreten waren, die aber die naturwissenschaftlichen Bestrebungen der kleineren Gruppe echter Forscher unterstützten. Hamilton wurde als „Milchbruder“ des Königs bar jeglicher naturwissenschaftlichen Verdienste in die Royal Society gewählt. Doch als 1766 der Vesuv mit einer seit Jahrzehnten nicht mehr erlebten Heftigkeit ausbrach, erregte dieses einzigartige Naturwunder sofort das Interesse des neuen englischen Gesandten, und da er nun schon einmal Fellow der Royal Society war, lag es nahe, diese Naturerscheinung zu beobachten und darüber nach London zu berichten. Er begann den Vulkan häufig zu besteigen und beobachtete ihn von seinen besonders günstig gelegenen Villen aus. Gleichzeitig sammelte er ältere Literatur, in der vergangene Vesuvausbrüche beschrieben worden waren.

Erstaunlicherweise gewöhnte sich auch die zarte Gattin Hamiltons an die geräuschvollen Unarten des Vulkans. So schrieb Catherine einmal an eine Freundin, wie eines Abends aus dem Krater „... die prachtvollste Traube feurig roter Steine ...“ hochschloß. Doch dies konnte Sir William und seine Gattin und ihre beiden als Pagen fest angestellten Musiker – einen Geiger und einen Cellisten – nicht beim Quartettspiel stören: „Es war

ein erstaunlicher Anblick, doch wir spielten weiter, ebenso wie Du es getan hättest, wenn Du auf der Straße ein Kindergewehr hörst.“ (Fothergill S. 59)

In den ersten vier Jahren der Beobachtung bestieg Hamilton den Vesuv zweihundzwanzigmal, und bis zum Ende seiner Amtszeit hatte er dies achtundfünfzigmal unternommen. Dabei kam ihm seine Sportlichkeit sehr zugute. Durch Geistesgegenwart und Beweglichkeit gelang es ihm, ernsthafteren Verletzungen durch fallende Gesteinsbrocken zu entgehen. Einmal rettete ihn ein Dauerlauf über mehrere Meilen. Doch seine Begeisterung an Vesuvausbrüchen nahm eher zu. Selbst amtlichen Depeschen, die er in jenen Jahren nach England sandte, kann man die Freude anmerken, mit der er beobachtete; so ergötzte er seine Regierung am 20. Oktober 1767 mit einer länglichen Betrachtung des Vesuvausbruches. Bei der Lektüre möge man beachten, daß der eigentliche diplomatische Inhalt der Depesche die Mitteilung war, daß die Braut des Königs unerwartet an den Pocken verstorben sei. Die tote Erzherzogin Maria Josepha vermochte aber Hamilton nicht völlig zu fesseln: „Die Straßen Neapels sind beständig voller Prozessionen, an denen Frauen barfüßig und mit aufgelöstem Haar teilnehmen. Am Dienstag steckte die Menge das Tor des Kardinal-Erzbischofs in Brand, weil Seine Eminenz sich geweigert hatte, die Reliquien des heiligen Januarius aus der Kathedrale zu holen ... Am Donnerstag war die Menge so angewachsen und aufrührerisch, daß Seine Sizilische Majestät es für geraten hielt, die Prozession zu befehlen; an ihr nahmen wenigstens 20000 Menschen teil. Sie zogen bis zur Porta Maddalena, dem äußersten Ende Neapels zum Vesuv hin, und wenn nicht zufällig der Lärm aufgehört hätte, so hätten sie, wie man glaubt, den Kardinal gezwungen, bis zu der Lava zu ziehen. Nachdem sie ihren Heiligen mit den ärgsten Beschimpfungen überhäuft hatten, weil er zugelassen habe, daß der Berg sie in solche Angst versetze, fiel diese ungebärdige Menge (sobald der Lärm wie üblich nach fünf oder sechs Stunden aufhörte) aufs Gesicht und zog anschließend zur Kathedrale zurück ...“ (Fothergill S. 88 f.)

Die ‚Beobachtungen über den Vesuv, den Aetna und andere Vulkane‘

In der Zeit vom 10. Juni 1766 bis zum

5. März 1771 verfaßte Hamilton insgesamt sechs Briefe an die Royal Society, die alle in den ‚Philosophical Transactions‘ veröffentlicht wurden. Liest man diese Schreiben, so bemerkt man deutlich, wie sie über die Jahre hinweg immer tiefer in die Materie eindringen, die Beobachtungen an Schärfe gewinnen und die historischen Kenntnisse über frühere Ausbrüche immer umfassender werden. Seine ersten Besteigungen waren nicht viel mehr als Spaziergänge gewesen, die er in Begleitung eines besonders mutigen Bauern – Bartolomeo Pumo – unternommen hatte. Seine Briefe erweckten in London das höchste Interesse. So schrieb Sir Joshua Reynolds am 17. Juni 1770 an Hamilton und gratuliert ihm „zu der Ehre, die Sie mit dem Bericht eingelegt haben, welchen Sie der Royal Society über den Vesuv und den Ätna sandten. Ich höre jedermann voll des Lobes davon sprechen als von der besten Beschreibung, die bis dato erschienen ist.“ (Fothergill S. 93)

Der Ruhm dieser Publikationen war so groß, daß der Verleger und Buchhändler Thomas Cadell der Ältere (1742–1802) auf die Idee kam, die Briefe gesammelt in Buchform heraus zu geben. Bemerkenswert ist dabei, daß Cadell in dem damals aufblühenden Italientourismus wohlhabender Engländer – unter dem Sir William als englischer Gesandter übrigens nicht wenig zu leiden hatte –



Pietro Fabris zeichnend in der Fossa Grande, einem von den Gießbächen des Regenwassers in die Flanken des Vesuvs geschnittenen Hohlweg. Dieser Ausschnitt gibt etwas von der Mühsal der künstlerischen Arbeit an den entlegenen Orten unter sengender Sonne wieder.
(Foto: Bayerische Staatsbibliothek, München)

eine Chance für den guten Verkauf des Werkes sah.

Diese Buchveröffentlichung⁵ war ein so großer Erfolg, daß Sir William sich entschloß, die ‚Observations‘ zweisprachig, englisch-französisch, mit handkolorierten, zusätzlich erläuterten Tafeln in einer Prachtausgabe herauszugeben (Campi Phlegraei, observations on the volcanos of the Two Siciles ... Neapel 1776).

Bemerkenswert war die Anfertigung der Tafeln. Hamilton wählte seinen Protegé Pietro Fabris aus, den er speziell für diese Aufgabe anlernte. Er brachte ihm bei, die abzubildenden Landschaften und Gesteine sozusagen mit geologischen Augen zu sehen. Hamilton wies ihn auch genauestens an, was er wo und wie zu zeichnen hatte. Fabris⁶ hat sich zwar trotz intensiver Protektion Hamiltons späterhin nicht zu einem Stern wirklich erster Größe ausgewachsen, doch stand er – zwar Italiener, doch englischer Untertan – gerade zur Entstehungszeit des Werkes auf dem Höhepunkt seiner Schaffenskraft. 1768 und 1772 wurden in London Ausstellungen seiner Werke veranstaltet.

Besonders hervorzuheben ist der Stecher der Tafeln. Paul Sandby⁷ (1725–1809) war von 1768 bis 1799 Zeichenlehrer an der Militärakademie zu Woolwich und gilt als Vater der Aquarellmalerei in England. Zwischen ihm und der Familie Hamilton gab es enge und kunsthistorisch bedeutsame Querverbindungen: Hamiltons Lieblingsneffe Charles F. Greville,⁸ der als Mäzen, aber auch als Amateur in die Kunstgeschichte einging, hatte von J. B. Le Prince (1734–1781) das Geheimnis der von ihm erfundenen, damals in England noch weitestgehend unbekanntes Aquatinta-Technik gekauft und an Sandby weitergegeben, die dieser nun mit großem Erfolg anwandte. Man darf daher annehmen, daß Greville Sandby seinem Onkel empfohlen hatte. D. h. die Landschaften dürften in England gestochen, jedoch in Neapel gedruckt und koloriert worden sein. Doch darf man annehmen, daß die einmalige Qualität der Aquarell-Kolorierung auf Sandbys Einfluß zurück zu führen ist. 1779 folgte ein Supplementband. Sir William war mit Recht nicht wenig stolz auf sein Werk. Er war der Meinung, daß die Abbildungen „die klarste Vorstellung von jeder Schicht aller Krater in diesem Lande“ geben. (Fothergill S. 143)

Trotz aller Schwierigkeiten war er gegen Ende der Drucklegung recht zuversichtlich: „Bedenkt man, wie schwierig es ist, in zwei Fremdsprachen zu drucken, verspricht die Ausgabe gutes“, schrieb er an seinen Neffen Greville am 12. März 1776: „... aber die Tafeln, die das Wesentliche sind, werden sicherlich alles in dieser Art übertreffen. Ich war genötigt, Übersetzer, Korrektor, Aufsichtsperson etc. etc. zu sein. Schlimmer noch: der Beschaffer des Geldes; mehr als 1300 £ sind schon dahin, aber gottlob ist die letzte Tafel fertig, womit 54 voll sind. Nichts wesentliches ist ausgelassen. Ich habe die Originalzeichnungen an mich genommen, freilich haben sie durch Hantieren, Fliegen etc. viel gelitten ...“ Hamilton kannte den Wert seiner eigenen Arbeit (1. Mai 1776).⁹ „Nachdem ich also einen so beträchtlichen Erdstrich, gleichsam anatomisch – wenn ich so sagen darf – untersucht, die genaueste Vorstellung von den Theilen, woraus er bestehet – auch solchen, die am wenigsten auffallend sind – gemacht, und zugleich dadurch seinen vulkanischen Ursprung unwidersprechlich – wie ich glaube – dargetan habe; so werde ich mit unendlichem Vergnügen vernehmen, daß die von mir hingeworfenen Ideen noch mehr erweitert worden sind; daß sie zu noch weit beträchtlicheren Entdeckungen über diesen Gegenstand Veranlassung gegeben, und zu besserer Entwicklung der Theorie der Erde nicht wenig beygetragen haben ...“

Hamiltons vulkanologische Erkenntnisse

Doch wie sahen Hamiltons vulkanologische Erkenntnisse im einzelnen aus? Leider hat er sich nicht die Mühe gemacht, die in seinen Werken recht verstreuten Erkenntnisse zur Geologie in einer abschließenden Bewertung zusammen zu fassen.¹⁰

Betrachtet man die Schriften Hamiltons, so erkennt man, daß seine Leistungen auf zwei verschiedenen Ebenen liegen. Die eine Ebene ist die der exakten Beobachtungen und der daraus folgenden Schlüsse. Dabei muß man hervorheben, daß diese Erkenntnisse so gut wie ausschließlich das geistige Eigentum Hamiltons darstellen. Im einzelnen sind dies folgende Ergebnisse: Berge entstehen aus Vulkanen, nicht Vulkane aus Bergen. Vulkane haben eine verfolgbare Geschichte. Aus Gestalt, Größe und

ANFÄNGE DER VULKANOLOGIE

Schichtenfolge kann man auf das ungefähre Alter und eventuell auch auf zukünftige Entwicklungen schließen. Vulkane sind untereinander ähnlich. Zwar speien sie manchmal verschiedene Produkte – nicht immer Lava und Asche zugleich –, aber man kann einen erloschenen Vulkan an seinen Auswurfprodukten erkennen. Basalte sind ausschließlich vulkanischen Ursprungs. Die Vulkane Siziliens liegen nicht willkürlich in der Landschaft, sondern auf diskreten Linien.

Alle Vulkane, auch die erloschenen, verdanken ihre Existenz unterirdischen Feuern. Durch Auszählen der Folgen von durch Oberflächenverwitterung vulkanischen Gesteines entstandener Böden und Reste der Humusschichten kann man innerhalb der Schichtenfolgen der Vulkanauswürfe die Zahl der Eruptionen ermitteln. Aus der Dicke dieser Erdschichten kann man annähernd auf die Ruhezeiten eines Vulkans schließen. Unternimmt man eine solche Abschätzung beim Vesuv, so kommt man nach Hamilton zu der Erkenntnis, daß er mindestens 15 000 bis 20 000 Jahre alt sein muß. Die damals weitverbreitete, auf Bibelexegese beruhende Vorstellung, die Welt sei um 4004 v. Chr. erschaffen worden und die Erde sei mithin zur Zeit Hamiltons nur runde 5700 Jahre alt, kann daher nicht zutreffen.

Das ausgegrabene Pomeji steht seinerseits auf Lavaschichten früherer Ausbrüche. Das Feuer eines Vulkans befindet sich nicht im Berg selbst, sondern in einiger Tiefe darunter. Dies kann man aus der Menge der ausgeworfenen Lava und Schlacke schließen. Kämen diese enormen Mengen aus oberflächennahen Bereichen, müßte sich unter der Oberfläche ein so großer Hohlraum befinden, daß der Vulkan in Ruhezeiten in sich zusammenbrechen müßte.

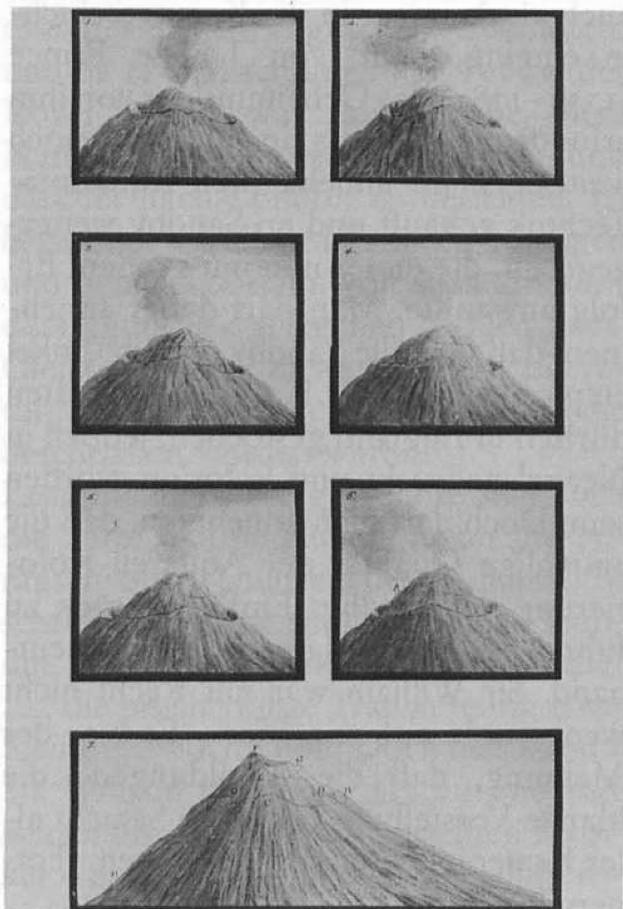
Vor und parallel zu Hamilton war man der Meinung, vulkanische Feuer würden im Berg selbst nahe dem Kraterrand brennen und wahrscheinlich von Kohlevorkommen genährt. Das „vulkanische Feuer“ hat die Phlegräischen Gefilde nicht zerrissen, sondern es hat sie erst aufgebaut. Überhaupt trägt das unterirdische Feuer in hohem Maße zum Aufbau des festen Landes bei.

Trotz des katastrophalen Charakters der Vulkanausbrüche verlaufen geologische Vorgänge insgesamt äußerst langsam. Es ist schwer, die Natur über ihrer Tat zu ertappen. Diese Schlüsse trugen wesent-

lich zum Aufkommen jener geologischen Lehrmeinung bei, die als Plutonismus in die Geschichte einging.

Schon Hamiltons glühendster Anhänger, der Abbé Giraud-Soulavie (1752–1813), sagte 1781 von der Erde:¹¹ „Erst nach einer langen Dauer ihres glühenden und brennenden Zustandes, der sie zu einem Aufenthalt organisierter lebender Wesen unfähig machte, kühlte sie allmählich ab, und gab verschiedenen Tiergeschlechtern ihr Daseyn.“

Doch wenden wir uns der zweiten Ebene zu, die mindestens ebenso wichtig ist. Vor Hamilton stand einer wissenschaftlichen Beobachtung der Vulkane die religiöse Vorstellung im Wege, vulkanisches Feuer sei eine Art von Sichtbarwerden des Höllenfeuers auf der Erde zur Warnung sündiger Menschen. Für einen Mann der Aufklärung wie Hamilton war aber ein Vulkan eine Naturerscheinung wie jede andere auch. Im Gegenteil, ein Vulkanausbruch war für Hamilton „unvergleichlich schön“. So war er denn auch in der Lage, nicht nur die zerstörerische Seite eines Vulkans, sondern auch die aufbauende zu erkennen: „Ich glaube mir schmeicheln zu dürfen, daß so getreue Vorstellungen so vieler reizender Szenen, die alle durch vulkanische Erschütterung hervorgebracht worden, diese so schauervolle Operation der Natur hinfort nicht mehr als verwüstend, sondern als schöpferisch werden betrachten lassen“, heißt es 1784 in einem späteren Brief.¹² – Doch kehren wir zu Goethe zurück: All dies vermochte nicht ihn zu überzeugen. □



ANMERKUNGEN

¹ Die Goethe-Zitate wurden entnommen aus J.W.v.Goethe: Italienische Reise. In: Goethes Werke. Hamburger Ausgabe in 14 Bänden. Bd. 11. 10. Aufl. München: C.H.Beck 1981.

² Dieser Artikel ist eine gekürzte und überarbeitete Fassung des Nachwortes zu Sir William Hamilton: Beobachtungen über den Vesuv, den Aetna und andere Vulkane. Berlin 1773. Nachdruck Weinheim 1986. (Dokumente zur Geschichte von Naturwissenschaft, Medizin und Technik. Bd. 10.)

³ Warwick Worth: Sir William Hamilton. In Dictionary of National Biography. Bd. XXIV. London 1890; S. 224–227; J.K.Laughton: Lady Emma Hamilton. Ebenda Bd. XXIV. London 1890, S. 148–154.

⁴ Brian Fothergill: Sir William Hamilton. Diplomat, Naturforscher, Kunstsammler. München 1971.

⁵ W.Hamilton: Observation of Mount Vesuvius, Mount Aetna and other volcanos; in a series of letters to the Royal Society. London 1772.

⁶ Ulrich Thieme, Felix Becker: Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler von der Antike bis zur Gegenwart. Bd. XII. Leipzig 1942, S. 170.

⁷ Ebenda Bd. XXIX, S. 106. Zur Bedeutung P. Sandbys als Pionier der Aquarellmalerei in England siehe: Haus der Kunst München. Das Aquarell. 1400–1950. München 1973, S. 103–107 (Edward Croft-Murray), sowie Adolf Paul Oppé: The Drawings of Paul and Thomas Sandby at Windsor. Oxford 1947.

⁸ Thieme/Becker, Bd. XV, S. 17.

⁹ Wilhelm Hamilton: Neuere Beobachtungen über die Vulkane Italiens und am Rhein in Briefen ... Frankfurt und Leipzig 1784, S. 35–36.

¹⁰ Zur Geologie Hamiltons siehe auch Mark C.W.Sleep: Sir William Hamilton (1730–1803). His Work and Influence in Geology. In: Annals of Science. London 25 (1969), H. 1, S. 319–338; Roy Porter: The Making of Geology. Earth Science in Britain 1660–1815. Cambridge 1977, S. 99, 106, 123–125, 127, 159–161, 233.

¹¹ Vgl. Anm. 9, S. 16.

¹² Ebenda S. 38.

DER AUTOR

Dr. Otto Krätz, geb. 1937, Studien Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Seit 1973 ist er Leiter der Abteilung Chemie des Deutschen Museums sowie Lehrbeauftragter für Geschichte der Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität. Er war viele Jahre Vorstandsmitglied der Fachgruppe „Geschichte der Chemie“ in der Gesellschaft Deutscher Chemiker. 1987 erhielt er den Preis der Gesellschaft Deutscher Chemiker für Journalisten und Schriftsteller.

Veränderungen des Vesuv-Gipfels in der Zeit vom 8. Juli bis 29. Oktober 1767. (Foto: Bayerische Staatsbibliothek, München)

STANDORT: MÜNCHEN. DIE GANZE WELT DES GELDES IST UNSER ZUHAUSE.



Bayerische Landesbank
Girozentrale

Die BAYERISCHE
LANDESBANK Girozentrale
ist eine der großen Univer-
sal-Banken Deutschlands.

Mit Anschluß und Know
how an allen wichtigen
Börsen- und Finanzplätzen
der Welt.

Unsere Stärke, unsere
Kompetenz und Flexibilität
im Geldgeschäft haben uns
auch international zu einem
potenten Partner gemacht,
der für seine Kunden welt-
weit erfolgreich und profi-
tabel operiert. Dabei helfen

Wir können Ihnen mit un-
seren Verbindungen auch
andere Türen öffnen.

uns unsere Präsenz in den
internationalen Geld-Zen-
tren und über 5.000 Kor-
respondenz-Banken.

Internationales
Bankgeschäft ist nicht nur
eine Frage von Geld und
Zins, darum sollten Sie in je-
dem Fall mit uns sprechen.

In München, Nürnberg
und über jede bayerische
Sparkasse sowie in Bonn,
Frankfurt und Luxemburg.
Außerdem in London, New
York, Singapur (Nieder-
lassungen), Johannesburg,
Toronto, Wien (Repräsen-
tanzen). Sie erreichen uns
auch über Btx: * 38000 #



Bayerische Landesbank
Girozentrale

Leupolds Theatrum: Eine Enzyklopädie der Technik.

Ernst H. Berninger

Jacob Leupolds THEATRUM MACHINARUM, das in 10 Bänden mit ca. 1800 Seiten Text und mehr als 500 Kupfertafeln in der Zeit von 1724 bis 1788 im ansehnlichen Folioformat erschienen ist, kann, obwohl der Autor den ursprünglichen Plan, nämlich alle technischen Fachgebiete „in etlichen zwanzig Tomis“ darzustellen, nicht vollenden konnte, mit einigem Recht als das erste enzyklopädische Werk der Technik angesprochen werden.

Jacob Leupold wurde 1674 als Sohn eines in mancherlei Gewerben recht geschickten Handwerkers in Zwickau geboren. Er studierte in Jena, Wittenberg und Leipzig zunächst Theologie, widmete sich später aber ganz der Mathematik und den mechanischen Künsten. In seinem Wesen verbindet sich wissenschaftlich analytischer Sinn mit praktischer Fertigkeit. Dies macht den besonderen Wert seiner Arbeiten aus. Als Kind einer Zeit, die stark vom Merkantilismus geprägt war,



Jacob Leupold

setzte er sich ganz im Sinne dieser Wirtschaftstheorie dafür ein, die handwerkliche Qualität wissenschaftlicher Instrumente und Geräte zu heben. Er gründete eine „mechanische Fabrique“ in Leipzig, in der er solche Instrumente, Apparate und Maschinen herstellte, um dadurch die Einfuhr aus den auf diesem Gebiet führenden Ländern Frankreich, England und Holland überflüssig zu machen. Einzelne der in seinen Werkstätten angefertigten Instrumente existieren noch heute, so befindet sich zum Beispiel eine zweistieflige Luftpumpe um 1710 von Jacob Leupold im Inventar der Abteilung Physik des Deutschen Museums. Seine Instrumente und Geräte erreichten sehr bald in Präzision, handwerklicher Ausführung und technischem Wissen den hohen Standard der führenden Länder.

Leupold stand als Lieferant solcher Erzeugnisse in engem Kontakt zu den experimentellen und mechanischen Wissenschaften der Universität Leipzig, wurde Mitglied der

Preußischen Akademie der Wissenschaften und zum „Commerciens-Rath“ in Preußen ernannt. Gleichwohl gelang es ihm zeitlebens nicht, als Universitäts-Mechaniker standesgemäßen Eingang in die akademische Welt zu finden. Er erteilte Privatunterricht in Rechnen und einfacher Mechanik an Maurer, Zimmerleute und sogenannte „Kunstmeister“; das waren die Vorläufer der Maschinenbauer des Industriezeitalters – und erwarb sich auf diese Weise zusätzlich vielerlei didaktische Fähigkeiten.

Nicht zuletzt diesen Umständen, dem verwehrten Zugang zum Lehrkörper der Universität, der außerordentlichen Qualifikation und dem ideellen Streben verdankt das monumentale Werk ‚Theatrum machinarum‘ seine Entstehung. Wir erkennen heute als seine besonderen Vorzüge die gute, direkte Verständlichkeit, die fundierte und wohl-erwogene Kritik gegenüber der älteren technischen Literatur sowie die überzeugende Rationalität. Diese hervortretenden Eigenschaften des ‚Theatrum machinarum‘ hängen ursächlich auch damit zusammen, daß Leupold durch die Verbindung der bis dahin unscharfen Berufsbilder des „Mathematicus“ und „Mechanicus“ eine damals zukunftsweisende Berufsrichtung, den Ingenieur, schuf. Leupold schrieb vornehmlich für „Künstler, Handwerker und dergleichen Leute, die keine Sprachen noch andere Studia besitzen“, deshalb bediente er sich des Deutschen. Die lateinische Fachterminologie behält er allerdings im

Großen und Ganzen bei, vor allem deshalb, um den Leser nicht durch neue deutsche Wortschöpfungen zu verwirren. Trotzdem ist er bestrebt, die termini technici durch das deutsche Wort zu erklären. In seiner Planung ist konsequenter Weise auch ein „Catalogus terminorum“ als ein „Lexicon technicum“ vorgesehen, der aber leider nicht mehr realisiert wurde. Entsprechend seiner Grundidee von der technischen Allgemeinbildung hat er den mathematischen Apparat in den einzelnen Teilbänden sehr bescheiden gehalten. Er betont jedoch immer wieder, daß das Studium von Geometrie und Mechanik für den Erbauer von Instrumenten und Maschinen eine unentbehrliche Grundlage darstellt. Er faßt das selbst in folgende Worte: „Es solte gleich mit der Jugend . . . ein Anfang gemacht und solche also zur Arithmetica, Geometrie und Gebrauch des Circkels und Linials angeführt werden, damit sie bei ihrer Profession sich dessen bedienen und die Mechanischen Schriften mit bessern Nutzen erlernen könnten.“

Vehement wendet sich Leupold im Vorwort zum THEATRUM gegen die großsprecherischen Projektmacher, Inventionsmeister, Perpetuomobilisten und „Entrepreneure von Wunderwerken“. Das waren zumeist betrügerische Menschen, die ohne solide technische Kenntnisse gegen gutes Geld alles Mögliche versprochen und später keine befriedigenden Resultate vorweisen konnten.

Das Gesamtwerk gliedert sich in die folgenden Bände:

(1) Theatrum Machinarum

Generale: Schauplatz des Grundes mechanischer Wissenschaften. Leipzig 1724. – Dieser Band enthält das Grundlagenwissen zur Mechanik, losgelöst von speziellen Anwendungen. Der Bogen spannt sich vom einfachen Hebelgesetz über das Ochsentrad bis zu den Dampfmaschinen von Denis Papin und Thomas Savery.

(2) *Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum*: Schauplatz der Wasserbaukünste. Leipzig 1724.

(3) *Theatrum Machinarum Hydraulicarum*: Schauplatz der Wasserkünste. Bd. I. Leipzig 1724; Bd. II. Leipzig 1725. – In den §§ 79 bis 93 des II. Bandes wird die berühmte Wassermaschine von Marly, die in den Jahren 1681–1685 mit großem Aufwand, als typisches Werk absoluten Fürstentums, gebaut worden war, beschrieben; sie diente zum Betrieb der Wasserkünste im Schloßpark von Versailles. Leupold unterscheidet hier sehr genau zwischen Hydrotechnik als Wasserbau und der Hydraulik als den Wasserkünsten. Diese Festlegung geht nach neuerer Erkenntnis auf ihn zurück.

(4) *Theatrum Machinarum*: Schauplatz der Hebezeuge. Leipzig 1725. – In diesem Band berichtet Leupold im 11. Kapitel über den Transport des vatikanischen Obeliskens, der im Jahre 1586 unter der Leitung von Domenico Fontana im Auftrag von Papst Sixtus V. im Zuge der städtebaulichen Neugestaltung des Ensembles um die Peterskirche in Rom durchgeführt wurde.

(5) *Theatrum Staticum Universale*: Schauplatz der Gewichtkunst und Waagen. In

4 Teilen. Leipzig 1726. – Im dritten Teil behandelt Leupold „Maschinen zu Abwiegung und Observierung aller vornehmsten Eigenschaften der Luft“; es handelt sich dabei um verschiedene Instrumente wie Barometer, Manometer, Thermometer, Hygrometer, Regen- und Windmesser. Schließlich wird hier auch ein Universal-Wetteraufzeichnungsgerät vorgestellt.

(6) *Theatrum Pontificale*: Schauplatz der Brücken und des Brückenbaues. Leipzig 1726. – Nach dem allgemeinen Teil werden in diesem Band auch berühmte historische Brücken vorgestellt, so die Rialto-Brücke in Venedig, die Teufelsbrücke der Via Mala, die Steinerne Brücke von Regensburg, die Moldaubrücke in Prag und andere berühmte Brücken; insgesamt sind es 18 Steinbrücken.

Als Leupold 1727 in seinem 53. Lebensjahr starb, war das Gesamtwerk bis hierhin gediehen. Der folgende Band (7) *Theatrum Arithmetico Geometricum*: Schauplatz der Rechen- und Meßkunst, Leipzig 1727, hat vermutlich bereits nahezu vollständig im Manuskript vorgelegen. Er wurde noch 1727 von Leupolds Erben herausgegeben. Dieser Band enthält eine ausführliche Beschreibung des Proportionalzirkels, in der der Stand des gesamten damaligen Wissens über dieses Instrument zusammengetragen ist.

(8) *Das Theatri Machinarum Supplementum*: Zusatz zum Schauplatz der Maschinen und Instrumente. Leipzig

1739, wurde von Ernst Schefler aus dem Nachlaß von Jacob Leupold zusammengestellt. Dieser Ergänzungsband enthält neben einem Register für den Supplementband ein ausführliches allgemeines Register des Gesamtwerkes Band 1–8.

Bereits 1735 hatte Johann Matthias Beyer nach der Idee Leupolds das ‚*Theatrum Machinarum Molarium*: Schauplatz der Mühlen = Bau = Kunst‘ als 9. Band des Gesamtwerkes herausgegeben. Er fügte dem ersten technischen Teil einen zweiten mühlenrechtlichen bei, der von dem sächsischen Geheimrat Jacob Born bearbeitet worden war.

50 Jahre nach dem Erscheinen des ersten Bandes erlebte das Werk 1774 eine zweite Auflage. Der Band über den Mühlenbau von M. Beyer wurde bereits 1739 zum zweiten Mal aufgelegt und erlebte in den folgenden Jahren bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts eine Reihe von selbständigen Auflagen.

Bisher hat sich die technikgeschichtliche Forschung nur peripher mit Leupolds Leben und Werk beschäftigt, sieht man von zwei tiefergreifenden Publikationen ab;¹ daneben gibt es noch einige kleinere biographische Arbeiten.

Will man Jacob Leupold in einen umfassenden historischen Zusammenhang stellen, so findet man sich in der grundsätzlichen Schwierigkeit, feststellen zu müssen, welche Erfindungen, Ideen und technische Lösungen von

Leupold selbst stammen und welche er von Vorgängern übernommen oder durch sinnvolle Vereinfachungen abgewandelt und damit der praktischen Verwendbarkeit zugeführt hat.

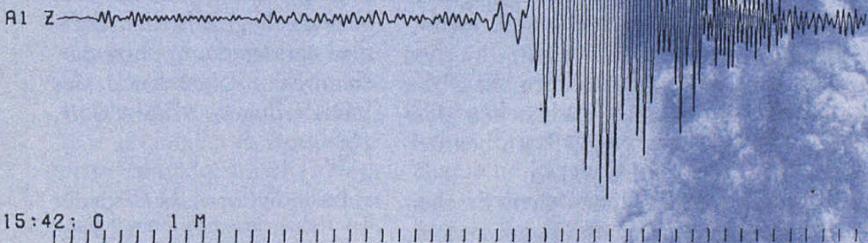
Der Verlag Th. Schäfer GmbH, Hannover hat in seiner Reihe ‚Edition Libri Rari‘ das Gesamtwerk von Jacob Leupold, mit Ausnahme des mühlenrechtlichen Teiles, als Faksimile-Nachdruck 1981/82 herausgegeben. Der Band (4) ‚Schauplatz der Hebezeuge‘ liegt außerdem in einem verkleinerten, photomechanischen Nachdruck des VDI-Verlages Düsseldorf, 1981, vor.

a) Friedrich Klemm, Die Geschichte des technischen Schrifttums. Form und Funktion des gedruckten technischen Buchs vom ausgehenden 15. bis zum beginnenden 19. Jahrhundert (J. Leupold: S. 110–113) München 1948 (Diss. TH München).

b) Ulrich Troitzsch, Zum Stande der Forschung über Jacob Leupold (1674–1727). In: Technikgeschichte. Bd. 42 (1975), Nr. 4, S. 263–286.

Die zahlreichen auf der Erde verbreiteten Dacit-Vulkane sind aufgrund ihrer hohen Ausbruchenergie, die ihre Ursache im hohen Kieselsäure-Gehalt und Gasreichtum des Dacit-Magmas hat, besonders gefürchtet. Bei dem gewaltigen Ausbruch des Mount St. Helens am 18. Mai 1980, der sich über 9 Stunden hinzog, wurde ein Energie-Betrag freigesetzt, der hundertmal größer war als die Leistung aller US-amerikanischen Kraftwerke zusammen. (Käufliches Foto)

Seismogramm der Mount St. Helens-Eruption vom 18. Mai 1980. Die Registrierung erfolgte in einer Seismographen-Station bei Haidhof in der Fränkischen Schweiz. Im unteren Teil des Seismogramms ist ein Zeitmaßstab angegeben, der Abstand zwischen zwei Linien beträgt eine Minute. – Aus den Seismogramm-Aufzeichnungen ermittelte der US-amerikanische Seismologe H. Kanadori die Ursache der Eruption: Ein Hangrutsch riesigen Ausmaßes öffnete eine Seite des Vulkans, wodurch eine schlagartige Druckentlastung des gasübersättigten Magmas eintrat.



SIND VULKANE BERECHENBAR?

Hans Pichler/Rolf Schick

Immer wieder wird die Öffentlichkeit durch Meldungen und Bilder von Vulkan-Ausbrüchen aufgeschreckt. Als am 13. November 1985 die Stadt Armero in Kolumbien durch einen Ausbruch des Nevado del Ruiz unterging und mehr als 20 000 ihrer 44 000 Einwohner umkamen, fragte man sich mehr denn je, ob diese Katastrophe durch gezielte Überwachungs- und Vorsorgemaßnahmen hätte verhindert werden können. Diese Frage zu beantworten heißt auch, ein vulkanologisches Grundproblem anzuschneiden, nämlich jenes, ob Vulkane berechenbar sind oder nicht, und wenn ja, bis zu welchem Ausmaß.

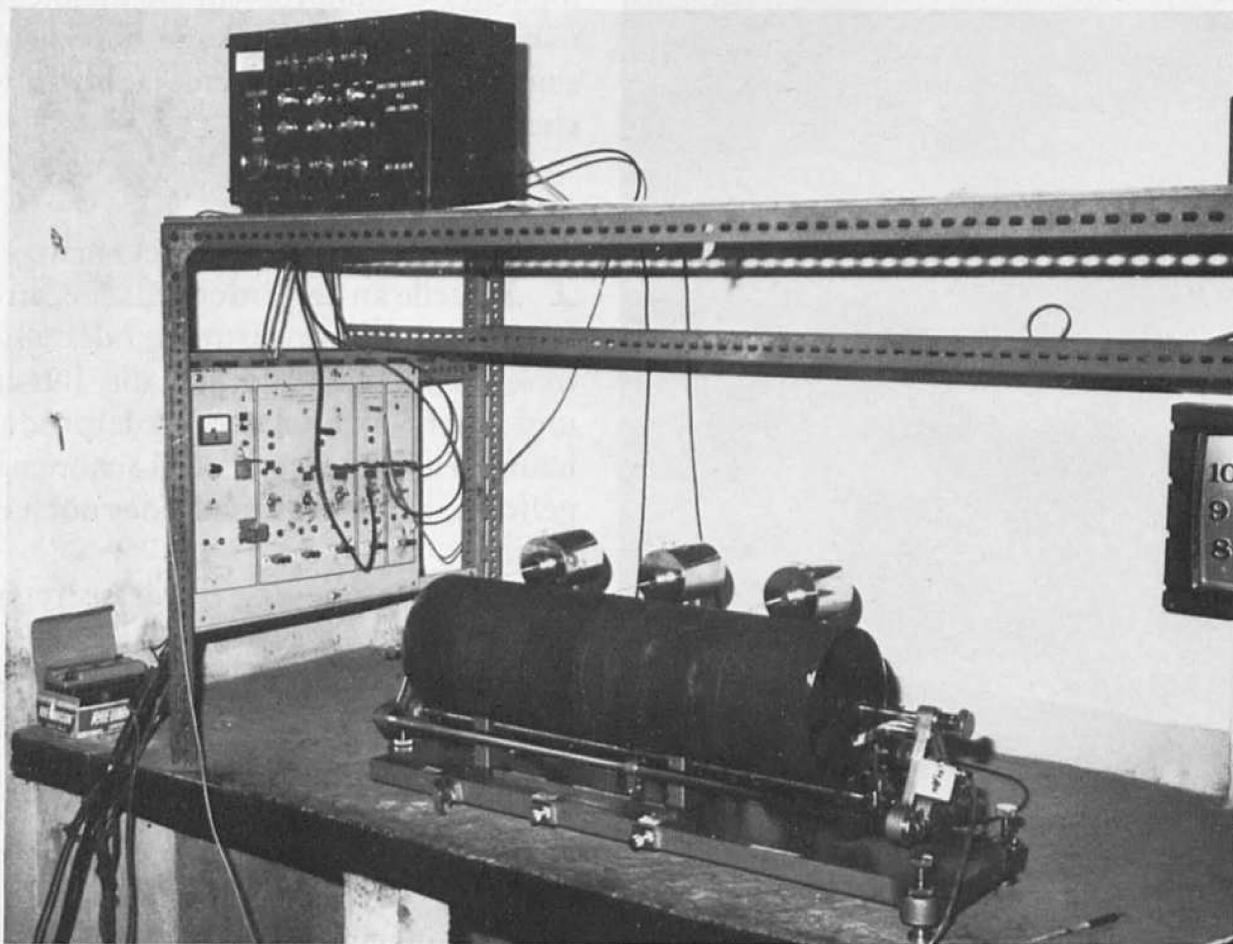
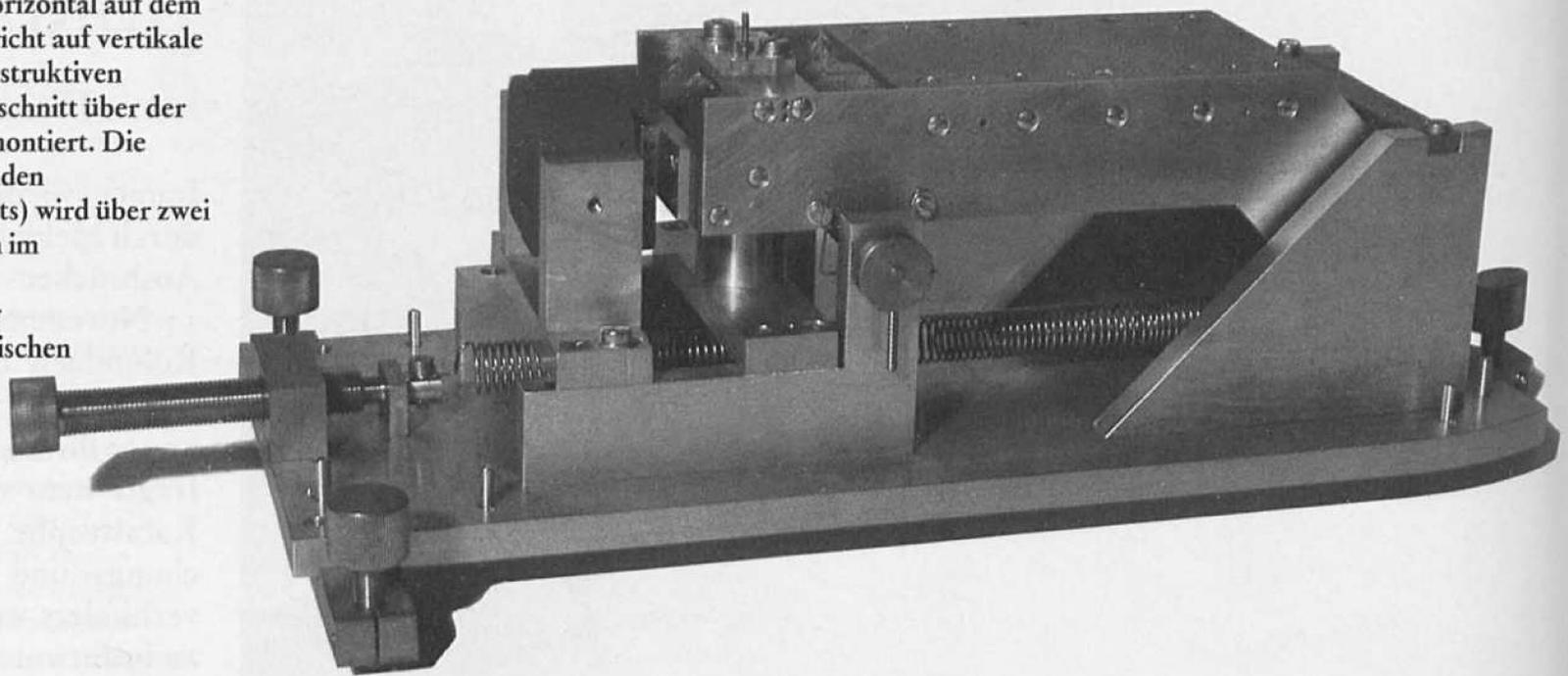
Als *Vulkan* bezeichnet man eine Stelle an der Erdoberfläche, an der Magma und Gase austreten oder ausgetreten sind, wobei durch die flüssigen und festen vulkanischen Förderprodukte häufig Vulkanberge, oft mit schöner Kegelform, entstanden sind oder noch entstehen.

Das *Magma*, die als *Lava* austretende Silikatschmelze, stammt großenteils aus Tiefenbereichen von etwa 50 bis 220 km, wo es durch partielle Aufschmelzung der dortigen festen Gesteine entsteht. Da das Magma je nach seiner chemischen Zusammensetzung eine Dichte von 2,2 bis 2,8 g/cm³ besitzt, ist es leichter als seine (feste) Umgebung; es muß daher, wenn Spalten und Förderwege existieren, nach dem Prinzip des Archimedischen Auftriebs nach oben steigen. In etwa 2 km Erdtiefe ist der hydrostatische Druck,

Nicht alle tätigen Vulkane der Erde besitzen eine solche nahezu ideale Kegelform wie der 2289 m hohe Mount Ngauruhoe im Tongariro National-Park der Nordinsel von Neuseeland. (Foto links: Friend Wholesale, Rotorua, Neuseeland)



Moderner Vertikalseismometer. Im Prinzip stellt das von K. Strobach entwickelte Gerät ein Feder-Masse-System mit einer Schwingungsperiode von 1,5 s dar. Die Grundplatte des etwa 20 cm langen Instrumentes wird horizontal auf dem Erdboden montiert. Das Gerät spricht auf vertikale Bodenverschiebungen an. Aus konstruktiven Gründen ist die Feder (in dem Ausschnitt über der Bodenplatte sichtbar) horizontal montiert. Die Verbindung zur vertikal schwingenden Pendelmasse (oberer Teil des Geräts) wird über zwei Kreuzfedergelenke hergestellt. Ein im Schwingungsmittelpunkt angebrachter elektromechanischer Wandler transformiert die mechanischen Bewegungen in elektrische Signale. Die Dämpfung des Instruments erfolgt über eine Wirbelstromdämpfung. (Foto: K. Strobach)



Seismometer älterer Bauart mit Walzenschreiber zur Überwachung der Tätigkeit des Vulkans Merapi in Zentral-Java/Indonesien. Die Station Babadan, 6 km nordwestlich des 2963 m hohen Gipfels des Merapi gelegen, wurde um 1930 vom Vulkanologischen Dienst der damaligen Holländischen Kolonialverwaltung eingerichtet. (Foto: Hans Pichler)

der auf der Magmasäule lastet, geringer als der Gasdruck der in der Silikatschmelze gelösten Gase. Ab dieser Tiefe bis zum Eruptions-Niveau scheiden sich daher im Magma Gase ab und steigen als eigene Phase mit der Schmelze nach oben. Die Abgabe dieser Gase an die Atmosphäre ist der eigentliche Motor der vulkanischen Tätigkeit.

Zwei Vulkantypen

Das Entweichen der Gase aus der Schmelze in die Atmosphäre erfolgt relativ leicht, wenn das Magma arm an Kieselsäure (SiO_2) und heiß, jedoch schwer, wenn der Silikatbrei kieselsäure-reich und weniger heiß ist. Im ersten Fall han-

delt es sich um etwa 1100–1200 °C heiße, dünnflüssige Basalt-Schmelzen, deren SiO_2 -Gehalt bei etwa 50% und weniger liegt, im zweiten um sehr zähflüssige Dacit-Magmen mit einem SiO_2 -Anteil von 60% und mehr und Temperaturen von etwa 900 °C. Da die Entgasung basaltischer Magmen aufgrund ihrer Dünnschmelze meist ohne größere Komplikationen vonstatten geht, sind die *Basalt-Vulkane* im allgemeinen nicht sehr explosiv und daher auch nicht so gefährlich. Zu dem Typ der Basalt-Vulkane zählen der Kilauea auf Hawaii, der Ätna auf Sizilien sowie die meisten Vulkane Islands. Basalt-Vulkane werden zum größten Teil von *Lava*, wie man weitgehend entgastet Magma nennt, aufgebaut.

Die kieselsäure-reichen und damit sehr zähflüssigen dacitischen Magmen dagegen setzen dem Entweichen ihrer Gase in die Atmosphäre großen Widerstand entgegen. Überdies erstarren solche Schmelzen meist schon im Schlot zu Lavapropfen, die wie Stöpsel einer Flasche wirken und die Gase im Schlot zurückhalten. Es kommt dadurch zu einem Stau der Gase, wobei hohe bis sehr hohe Drucke erreicht werden, deren explosionsartige Entbindung zu überaus heftigen (plinianischen) Ausbrüchen führt. Die Schmelze wird durch die Gewalt der Eruptionen auseinandergerissen und fällt als *pyroklastisches*, d.h. durch die Explosionsvorgänge zerteiltes *Material* wieder zu Boden. Zu solchem Material gehören Aschen, Bimssteine, Schlackenlapilli, Bomben, Blöcke und anderes. Der Grad der Explosivität dieser *Dacit-Vulkane* ist meist sehr hoch, dementsprechend auch ihre Gefährlichkeit. Zu die-

SIND VULKANE BERECHENBAR?

sen „Killer-Vulkanen“ gehören der Krakatau, die Montagne Pelée auf Martinique, der Mount St. Helens im nordwestlichen Teil der USA, der Nevado del Ruiz und viele andere. Sie werden zu einem großen Teil von pyroklastischem Material aufgebaut; Laven sind mengenmäßig untergeordnet.

Unberechenbare Eigenschaften

Aus diesen vulkanologischen Grundtatsachen wird klar, daß die vulkanische Tätigkeit, ihr Ausmaß, ihre Dauer und ihre Auswirkungen von einer Vielzahl von Faktoren abhängen, die auch einzeln nicht genau zu berechnen, sondern nur abzuschätzen sind. Dazu ein Beispiel: Man weiß, daß in basaltischen Schmelzen der Gasgehalt niedriger ist als in dacitischen. Nimmt man im ersten Fall 3% Gase, im zweiten 5% an, so entsprechen die Anteile nur einem groben Mittelwert. Selbst wenn in einem Basalt-Magma genau 3% Gase enthalten sind, besagt dies für eine Berechnung eines zu erwartenden Ausbruches sehr wenig, denn bei einem solchen kommt es entscheidend darauf an, in welcher Zeitdauer eine bestimmte Menge an Gasen aus dem Magma in die Atmosphäre entweicht. Ist die Menge der Gase groß und die Zeitdauer kurz, so wird man eine sehr viel heftigere explosionsartige Gasentbindung erwarten können als im umgekehrten Fall. Ob viele Gase sehr rasch entweichen können, hängt wieder von mehreren, zahlenmäßig nicht exakt erfassbaren Größen ab, nämlich der Dünn- oder der Zähflüssigkeit der Schmelze, ihrer Temperatur, ihrer Aufstiegs geschwindigkeit im Schlot und anderem mehr. Wenn man diese vielen Faktoren schon einzeln nicht genau in Zahlen ausdrücken kann, um wieviel weniger läßt sich dann ihr sehr komplexes Zusammenwirken, das sich in einem Vulkan-Ausbruch manifestiert, berechnen? Noch mehr und noch „unsicherere“ Faktoren müssen bei dem Versuch einer Berechnung von Ausbrüchen der Dacit-Vulkane berücksichtigt werden. Bei diesen Vulkanen ist fast immer der Schlot durch einen Lavafropfen verschlossen. Sein Volumen und Festigkeitsverhalten, sein Druck auf die Schlotwände, deren Druckfestigkeit oder Schwächung durch zerrüttete Gesteinspartien und vieles andere mehr erfordern Zahlenannahmen, die durch Messungen vor Ort nicht überprüft werden können. Unter den rund 520 tätigen und von Zeit

zu Zeit aktiv werdenden Vulkanen der Erde gibt es sehr wenige, deren Ausbruchsmechanismen gleich oder sehr ähnlich verlaufen. Lokale Besonderheiten, wie Größe und Höhe des Vulkans, seine geographische Lage, das Vorhandensein oder Nichtexistieren eines Eispanzers im Kraterbereich bestimmen vielfach entscheidend die Art und den Ablauf der Ausbrüche. So lag die Ursache der Katastrophe, durch die die Stadt Armero vernichtet wurde, vor allem in der Existenz von rund fünf Kubikkilometer Eis um den Krater des Nevado del Ruiz. Oder: Die verheerenden Flutwellen während des Krakatau-Ausbruches



im Jahre 1883, die weit mehr als 36 000 Menschen den Tod brachten, konnten nur entstehen und sich so vernichtend auswirken, weil sich der Ausbruch landnah im Meer ereignete. Oder: Die Hungersnöte und Seuchen, denen nach dem Laki-Ausbruch von 1783 etwas weniger als 11 000 Isländer zum Opfer fielen, wurden verursacht, weil damals ungewöhnlich große Mengen an aggressiven Gasen, nämlich 1 Million Tonnen Chlorwasserstoff, 5 Millionen Tonnen Fluorwasserstoff und rund 13 Millionen Tonnen Schwefeldioxid, freigesetzt wurden. Die Reihe von Beispielen ließe sich beliebig fortsetzen.

Trügerische Statistik

Sind die Vulkane der Erde damit unberechenbare Individualisten? Was ist an ihnen überhaupt berechenbar? Was ist vorhersagbar? Wenn sie allesamt Individua-

Tragbare Seismometer im Einsatz am Ätna. Die Instrumente sind über Kabel mit einem zentralen Aufzeichnungsgerät verbunden, das die Meßdaten auf Magnetband speichert. (Foto: R. Schick)

listen sind, wird es da nicht in erster Linie darauf ankommen, ihre Eigenheiten, die sie im Lauf der Zeit immer wieder gezeigt haben, zu kennen, zu beurteilen, statistisch zu erfassen, um daraus Schlüsse auf ihr zukünftiges Verhalten zu ziehen?

Der Ätna auf Sizilien, zur Zeit 3350 Meter hoch, einer der wenigen gut überwachten tätigen Vulkane der Erde, hat im Mittel 18 größere Ausbrüche pro Jahrhundert; man kann also im Durchschnitt jedes 6. Jahr einen Flanken- oder einen heftigeren Gipfel-Ausbruch erwarten.

Freilich läßt sich mittels solcher statistischen Berechnungen kein Ausbruch vorhersagen, denn ein solcher kann viel früher oder viel später, als es die statistische Jahreszahl erwarten läßt, eintreten. Welche exakten Methoden gibt es, um einen Vulkan zu überwachen und gegebenenfalls Ausbrüche vorherzusagen?

Erdbeben als Vorzeichen

Zur Erdoberfläche aufdringendes Magma bewegt sich im allgemeinen langsam und in ruckartigen Stößen, denn Spalten müssen erweitert, dammartige Hindernisse zerbrochen werden. Dadurch entstehen sogenannte disharmonische vulkanische Erdbeben, die man mit Seismometern erfassen und registrieren kann. Am 20. 3. 1980, eine Woche vor dem Beginn der Ausbrüche des Mount St. Helens, registrierte der damals einzige an dem Vulkan installierte Seismograph ein Erdbeben der Stärke 4 auf der Richterskala. Sein Herd lag in wenigen Kilometern Tiefe direkt unter der Nordflanke des Vulkans. Damit war klar, daß Magma-Bewegungen die Erderschütterungen ausgelöst hatten und mit der Wiederaufnahme der vulkanischen Tätigkeit zu rechnen war. Sofort installierte man rund um den Vulkan weitere Seismographen und eine Reihe anderer Instrumente und war damit in der Lage, das Aufdringen der Schmelze lückenlos zu verfolgen. Die Aufwölbung vor allem der Nordflanke des Vulkans infolge der Magma-Bewegungen im Inneren des Berges wurde mit Klino- oder Tiltmetern, das sind Neigungsmessinstrumente, sowie mit Hochpräzisions-Laser-Entfernungsmessgeräten überwacht. Mit Schwere-Messgeräten bestimmte man Dichteveränderungen im Inneren des Vulkans, mit Magnetometern lokale Änderungen des Magnetfeldes. Infrarot-Aufzeichnun-

gen, die man vor allem von Flugzeugen aus unternahm, zeigten die Bereiche unterschiedlicher magmatischer Aufheizung. Durch Gas-Analysen kontrollierte

DIE MESSUNG VON BODENERSCHÜTTERUNGEN BEI ERDBEBEN UND VULKAN-AUSBRÜCHEN

Die Messung von Bodenerschütterungen hat mit dem Problem der Quadratur des Kreises eines gemeinsam: Die Aufgabe ist zwar im allgemeinen genügend genau, aber prinzipiell nicht exakt lösbar. Anders als bei anderen Schwingungsmessungen, z. B. solchen von Maschinen, hat man bei der Beobachtung von Erdbebenwellen kein ruhendes Bezugssystem, gegenüber dem gemessen werden kann, da sich alles, auch das Meßgerät, mitbewegt. Nur mit Hilfe schwingungsfähiger Systeme kann das fehlende Bezugssystem näherungsweise dargestellt werden. Durch ihre Trägheit machen Pendel die eingeprägte Bewegung, also hier die Bodenbewegung, nur verzögert mit. Gemessen wird nur die Relativbewegung zwischen Boden und Pendelmasse. Bei den älteren, rein mechanisch arbeitenden Seismographen werden sehr große Pendelmassen benötigt, um die Reibung in dem Hebelsystem, das die Bodenbewegungen vergrößert anzeigt, zu überwinden. So wurden schon schwingungsfähige Pendelmassen mit 21 Tonnen Gewicht hergestellt.

In modernen Seismometern werden die Bodenverschiebungen über mechanisch-elektrische Wandler in elektrische Signale umgesetzt. Die Verstärkung und die Speicherung der ankommenden Wellen stellt technisch kein Problem mehr dar.

Vom Instrument her können Bodenverschiebungen in der Größenordnung eines Wasserstoffatoms noch aufgelöst werden. Bei der hohen instrumentell möglichen Auflösung ist heute oft weniger die Qualität des Instruments als der Ort der Aufstellung für die seismischen Registrierungen entscheidend. Mit den allgemein zunehmenden Eingriffen in die Umwelt werden allerdings die von menschlicher Tätigkeit auf den Erdboden übertragenen Erschütterungen immer größer. Hier liegt heute die Grenze der seismischen Beobachtung.

man die Art, die chemische Zusammensetzung und die Menge der vulkanischen Gase und deren Änderung in der Zeit. Analysen des Schnees und der Schmelz-

wässer an und um den Vulkan gehörten ebenso zu diesen weitgespannten Überwachungsmaßnahmen wie Pegelmessungen, die rasches Abschmelzen von Gletschereis anzeigen können. Experten aus den gesamten Vereinigten Staaten waren rund um die Uhr im Einsatz, und zwar nicht nur Vulkanologen und Geologen, sondern auch Hydrologen, Glaziologen, Chemiker und Physiker. Alle technologischen und wissenschaftlichen Möglichkeiten, die damals realisierbar waren, wurden eingesetzt. Die logistische Organisation war mustergültig, ebenso die Zusammenarbeit mit dem Forstdienst und den übrigen Behörden. Und dennoch: Der gewaltige Ausbruch des Mount St. Helens am 18. Mai 1980 hatte sich weder durch erhöhte seismische noch durch andere Warnsignale angekündigt. Man hatte zwar mit einem starken Ausbruch gerechnet und daher den möglichen Gefahrenbereich gesperrt, wann der Ausbruch aber erfolgen würde und in welcher Stärke, das wußte man nicht. Daß dieses Ereignis an einem Sonntag und zu früher Stunde (8.32 Uhr Ortszeit) eintrat, war eine glückliche Fügung: Neugierige Besucher waren noch fern, die meisten Holzfäller, die wochentags im gesperrten Bereich arbeiteten, waren zu Hause.

Nach dem 18. Mai 1980 hatte der Mount St. Helens noch eine Reihe größerer und kleinerer Ausbrüche. Nur mehrere kleinere, die sich durch zunehmende seismische Tätigkeit angekündigt hatten, konnten mehr oder weniger exakt vorausgesagt werden.

Genaue Vorhersagen bisher unmöglich

Wenn auch Erfolge in der Vorhersage von Vulkan-Ausbrüchen zu verzeichnen sind – beispielsweise konnte die gewaltige Eruption des Tolbatschik-Vulkans auf Kamtschatka am 6. Juli 1975 aufgrund eindeutiger seismischer Signale präzise vorausgesagt werden (so daß auch ein Fernseh-Team aus Moskau pünktlich zur Stelle war) – so muß doch festgestellt werden: Es gibt heute noch keine zuverlässige Methode, die eine Vorhersage von Ausbrüchen möglich macht. Viel zu viele Faktoren – und Unsicherheiten – sind zu berücksichtigen und zu interpretieren. Sind noch dazu die Überwachungsmaßnahmen mangelhaft und werden drohende Gefahren von den Behörden nicht ernst genommen, wie dies beim Nevado del Ruiz-Ausbruch vom



Basalt-Vulkane sind im allgemeinen durch eine mäßige explosive Entbindung der im Magma eingeschlossenen Gase und durch Düninflüssigkeit ihrer Laven gekennzeichnet. Beide Eigenschaften sind auf dem Bild zu erkennen: Im Krater des Mauna Ulu des Kilauea Vulkans auf Hawaii hatte sich im Februar 1972 ein Lavasee gebildet, aus dem nur wenig Gas austrat (kleine Lava-Fontäne rechts oben). Die etwa 1100 °C heiße, düninflüssige Basaltschmelze läuft in Form einer Lava-Kaskade aus dem oberen in einen tiefer gelegenen unteren Krater über. (Käufliches Foto)

Ohne vorausgegangene erhöhte seismische Tätigkeit kam es am 24. September 1986 gegen 18.45 Uhr zu einer überaus heftigen Eruption des Ätna, deren Ausbruchswolke eine Höhe von 10 km über dem Nordost-Krater erreichte. Die Lavafontänen waren 700 m hoch. (Foto: V. Scribano, Catania)

13. November 1985 leider der Fall war, so kann es zu Katastrophen kommen, die vermeidbar wären.

Fassen wir zusammen: Eine halbwegs sichere Vorhersage von Vulkan-Ausbrüchen ist mit den heute zur Verfügung stehenden Methoden nur möglich, wenn der Vulkan einen bevorstehenden Paroxysmus – so nennt man die heftige Zunahme seiner Tätigkeit – durch meßbare (Ausbruchs-)Symptome mitteilt. Wie wir gesehen haben, ist dies nur bei einem Teil der Ausbrüche der Fall. Anscheinend viel häufiger geraten tätige Vulkane, ohne den Übergang eines besonderen Erregungszustandes zu durchlaufen, in einen paroxysmalen Zustand. Wie kann man solche ankündigungslos auftretenden, plötzlichen „Fieberschauer“ erklären?

Vulkan-Eruptionen ähneln Wirbelstürmen: Durch kein physikalisches Gesetz läßt sich aus den Gesetzmäßigkeiten des Erdkörpers bzw. der Atmosphäre ihre Entstehung zwingend ableiten. Je besser wir über die dynamischen Prozesse beider Naturphänomene Bescheid wissen, desto mehr erkennen wir, daß man derartige Zustandsänderungen, bei denen sich in relativ kurzer Zeit die Dichte der kinetischen Energie um viele Zehnerpotenzen ändert, nicht eindeutig berechnen kann. Die für das Zustandekommen solcher Naturereignisse notwendigen Voraussetzungen lassen sich nur abschätzen. Im Falle der Wirbelstürme sind es labile Luftschichtungen, bei Vulkan-Ausbrüchen vermutlich instabile Strömungen im Magma. Kleine Änderungen einer auf das System wirkenden äußeren Kraft können zu großen Zustandsänderungen führen.

Abhören des „Magma-Rauschens“

Da anscheinend ein Zusammenhang zwischen der Ausbruchsstärke und der Strömungsgeschwindigkeit des Magmas besteht, Änderungen der Aktivität damit wahrscheinlich auf Strömungsinstabilitäten der Schmelze beruhen, wird seit einiger Zeit von geophysikalischer Seite versucht, diese Magma-Strömungen akustisch zu erfassen. Ähnlich dem Rauschen einer Wasserleitung gibt es auch ein „Magma-Rauschen“, dessen Intensität sich mit der Geschwindigkeit der strömenden Schmelze verändert. Meßinstrumente für dieses Magma-Rauschen sind Seismometer, welche eine Art Mikrofon für tieffrequenten Schall darstellen. Einer sich zeitlich langsam ändernden

Intensität des Magma-Rauschens sind kurzzeitig auftretende, impulsförmige Signale überlagert. Man kann diese Wellengruppen als fluide Druckstöße, vergleichbar dem „Klopfen“ einer Wasserleitung, erklären. Alle diese im Vulkanströmungsakustisch erzeugten Signale können mit modernen Datenerfassungsgeräten aufgezeichnet werden. Aus den Meßdaten werden dann Kennzahlen abgeleitet, welche als Maß für eine interne vulkanische Aktivität verwendet werden können.

Kräfte, die von außen wirken

Seit alters wird das Auftreten von Erdbeben und Vulkan-Ausbrüchen mit der Stellung der Mondphasen in Verbindung gebracht. Zwar wurde durch moderne Untersuchungen eine Korrelation zwischen der durch die Gezeiten bedingten Deformation des Erdkörpers und der Auslösung von Erdbeben zweifelhaft gemacht, doch gibt es signifikante Hinweise darauf, daß zwischen vulkanischer Aktivität und Erdgezeiten ein Zusammenhang besteht. Die Wechselbeziehung ist jedoch nicht nur auf die Gezeitenkräfte beschränkt, sondern umfaßt auch alle anderen äußeren Kräfte, wie Änderungen des Barometerdrucks und Auflastdruck von Niederschlägen. Eigenartigerweise ist der Korrelationskoeffizient – also der Wirkungsgrad, den die äußeren Einflüsse haben – nicht konstant und offenbar abhängig von dem Aktivitätszustand des jeweiligen Vulkans. Höchst bemerkenswert ist, daß mit der Zunahme der vulkanischen Tätigkeit auch der Korrelationskoeffizient zunimmt. Ein derartiger Zusammenhang ist nicht zu erwarten, denn der Einfluß schwacher äußerer Kräfte auf den Vulkan sollte bei Zunahme der Vulkan-Dynamik, also bei einer Vergrößerung der mit dem Vulkan verbundenen kinetischen Energie, eher schwächer werden. Ein derartiges, zunächst als anomal angesehenes Verhalten findet man jedoch bei der Lösung nicht-linearer Differentialgleichungen, wie sie z. B. auch zur Beschreibung von Strömungsvorgängen mit instabilen Gleichgewichtsbedingungen verwendet werden.

Dieser Korrelationskoeffizient zwischen der Einwirkung äußerer Kräfte und der vulkanischen Tätigkeit kann sich in Zukunft als ein wichtiger Parameter zur Abschätzung des Labilitätszustandes eines Vulkans erweisen und somit quantitative

Angaben zum vulkanischen Risiko ermöglichen. Die Intensität der vulkanischen Tätigkeit selbst ist ja nicht die Hauptgefahr, die von einem Vulkan ausgeht, denn dieser kann über Wochen oder Monate eine starke Aktivität zeigen, ohne daß Personen unmittelbar gefährdet sind. Die Bevölkerung kann sich, wie es etwa an indonesischen oder japanischen Vulkanen der Fall ist, auf gegebene Situationen einstellen. Ein oft sehr großes Risiko ist jedoch dann gegeben, wenn schnelle Übergänge zu einer viel stärkeren Aktivität auftreten.

Wie eine Dampfmaschine

Am 24. 9. 1986 ereignete sich am Ätna ein Ausbruch, bei dem in wenigen Stunden etwa 1 Million Kubikmeter Asche, Gesteinsschlacken, glühende Lavafetzen und Gase freigesetzt wurden. Die gigantische Eruptionswolke erreichte eine Höhe von über 10 km, die Lavafontänen über der Ausbruchsstelle Höhen von 700 m. Die von den Seismometerstationen aufgezeichneten Erschütterungen zeigten jedoch einen außerordentlich gleichförmigen, völlig stoßfreien Übergang zu dieser Eruption. Bis wenige Stunden vor dem Höhepunkt des Ausbruches herrschte wochenlang eine nahezu konstante mäßige Tätigkeit der Gipfelkrater. Was bei dem sehr kurzfristigen Übergang zu diesem Paroxysmus beobachtet wurde, ist vergleichbar dem Hochfahren einer thermodynamischen Maschine, etwa einer Dampfmaschine. Formal mathematisch lassen sich Aktivitätsänderungen eines Vulkans, also Übergänge vom normal eruptiven Zustand zu einer hoch-eruptiven Phase und zurück, erstaunlich gut durch Lösungen nicht-linearer Differentialgleichungen beschreiben, die auch auf die Funktion einer Dampfmaschine angewandt werden können. Die physikalische Interpretation jedoch erweist sich als in höchstem Maße komplex und vieldeutig. Der Hauptgrund dafür ist der, daß die schon erwähnten Strömungsinstabilitäten von Zweiphasenströmungen ausgehen, nämlich der flüssigen Phase der Schmelze und der Gas- bzw. Dampfphase. Derartige Strömungsinstabilitäten sind in der technischen Thermodynamik, z. B. bei Wärmeaustauschern in Kraftwerken, außerordentlich gefürchtet, da mit ihnen die Entstehung starker mechanischer Vibrationen und Druckimpulse verbunden ist. Beim Vulkan wirken solche Druckim-

pulse wie eine Pumpe, welche das Magma entgegen der Schwerkraft in Richtung des kleineren hydrostatischen Druckes nach oben preßt. Die Energie zur Überwindung der Reibungsverluste und für die Hubarbeit entnimmt der Vulkan seinem Reservoir an thermischer Energie. Obwohl solche Vorgänge im einzelnen sehr komplex sind, bietet diese Modellvorstellung doch die Möglichkeit, die Ursache der oft rasch und ohne Übergang erfolgenden Aktivitätsänderungen eines Vulkans im Prinzip zu verstehen.

Eine der Vorstellungen der „klassischen“ Vulkanologie besagte, daß vor dem Ausbruch eines Vulkans in dessen Innerem große Veränderungen vorgehen müßten. Wäre das tatsächlich der Fall, so hätte man hinsichtlich der Vorhersage von Vulkan-Ausbrüchen längst wirkliche Erfolge vorzuweisen. Die Ursache einer Eruption scheint jedoch durch *kleine* Veränderungen der von innen und von außen an einem Vulkan wirkenden Kräfte auszugehen. Kleine Ursachen scheinen damit – zumindest was Vulkane betrifft – große Wirkungen zu haben. Erst wenn man die Ursachen und Gesetzmäßigkeiten dieser kleinen Änderungen der in einem und auf einen Vulkan wirkenden Kräfte genau kennt, wird man in der Lage sein, daraus bessere Methoden zur Vorhersage von Vulkan-Ausbrüchen zu entwickeln. Ein hoffnungweisender Ansatz ist bereits gefunden. Erweist sich diese neue Erkenntnis als richtig, so werden die tätigen Vulkane der Erde – hoffentlich schon in naher Zukunft – berechenbarer geworden sein. □

DIE AUTOREN

Dr. Hans Pichler, geb. 1931, ist Professor für Mineralogie und Petrologie an der Universität Tübingen. Studium und Promotion in München. Von 1961 bis 1963 arbeitete er am Internationalen Institut für Vulkanologie in Catania auf Sizilien. Er schrieb u. a. mehrere Bücher über die jungen Vulkangebiete Italiens. – *Dr. Rolf Schick*, geb. 1933, ist Professor für Geophysik an der Universität Stuttgart. Nach dem Studium der Physik an der TU München arbeitete er zunächst beim Landeserdbebendienst in Baden-Württemberg. Seine wissenschaftliche Arbeit gilt vor allem der Untersuchung von Erdbebenherden und der physikalischen Vulkanologie.

DAS Profil

EINER WOCHEN

Das DEUTSCHE ALLGEMEINE SONNTAGSBLATT erscheint jeden Freitag - pünktlich zum Wochenende. Mit fundierten Analysen aus Politik und Wirtschaft, aktuellen Entwicklungen in der Ökumene, kritischen Beobachtungen zu kulturellen Trends und spannenden Reportagen aus der Reisewelt. Zusätzlich im Blatt: Hintergrundberichte zu sportlichen Ereignissen und wichtige Informationen aus dem Bereich „Auto und Verkehr“.

Eine Woche Weltgeschehen - kritisch, christlich, kreativ

Kultur
Im Schnitt
Frankfurter Fest
Alte Oper

Gott und die Welt
Im Blick
Ordnung
Langfingern
K...

Wirtschaft
Nach dem Urteil
Gewerke
Arbeitge...

Neue Tra...
Z...

DEUTSCHES ALLGEMEINES
SONNTAGSBLATT
UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR POLITIK WIRTSCHAFT KULTUR
BEGRÜNDET VON HANNS LILJE

37. Jahrgang Einzelpreis 3,00 DM

Ausländerrecht
Kirchenfront
gegen Bonn

**Zweifel
statt
Triumph**

**Die UNO:
Ein denkfauler
Wasserkopf**
Von Manon Lorenz
Seite 3

**Am Anfang war
das Kamel**
Von Edmund Heller
Seite 10

Seite 15

Seite 9

Und so testen Sie das DEUTSCHE ALLGEMEINE SONNTAGSBLATT:

SO.

Bitte senden Sie mir zwei kostenlose Probeexemplare.

ODER SO.

Bitte richten Sie ein 6-Monats-Testabonnement zum monatlichen Bezugspreis von DM 13.30 (inkl. MwSt.) für mich ein. Wenn Sie innerhalb dieser 6 Monate nichts von mir hören, bleibe ich auch danach Leser mit jederzeitigem Kündigungsrecht.

Name _____

Straße _____

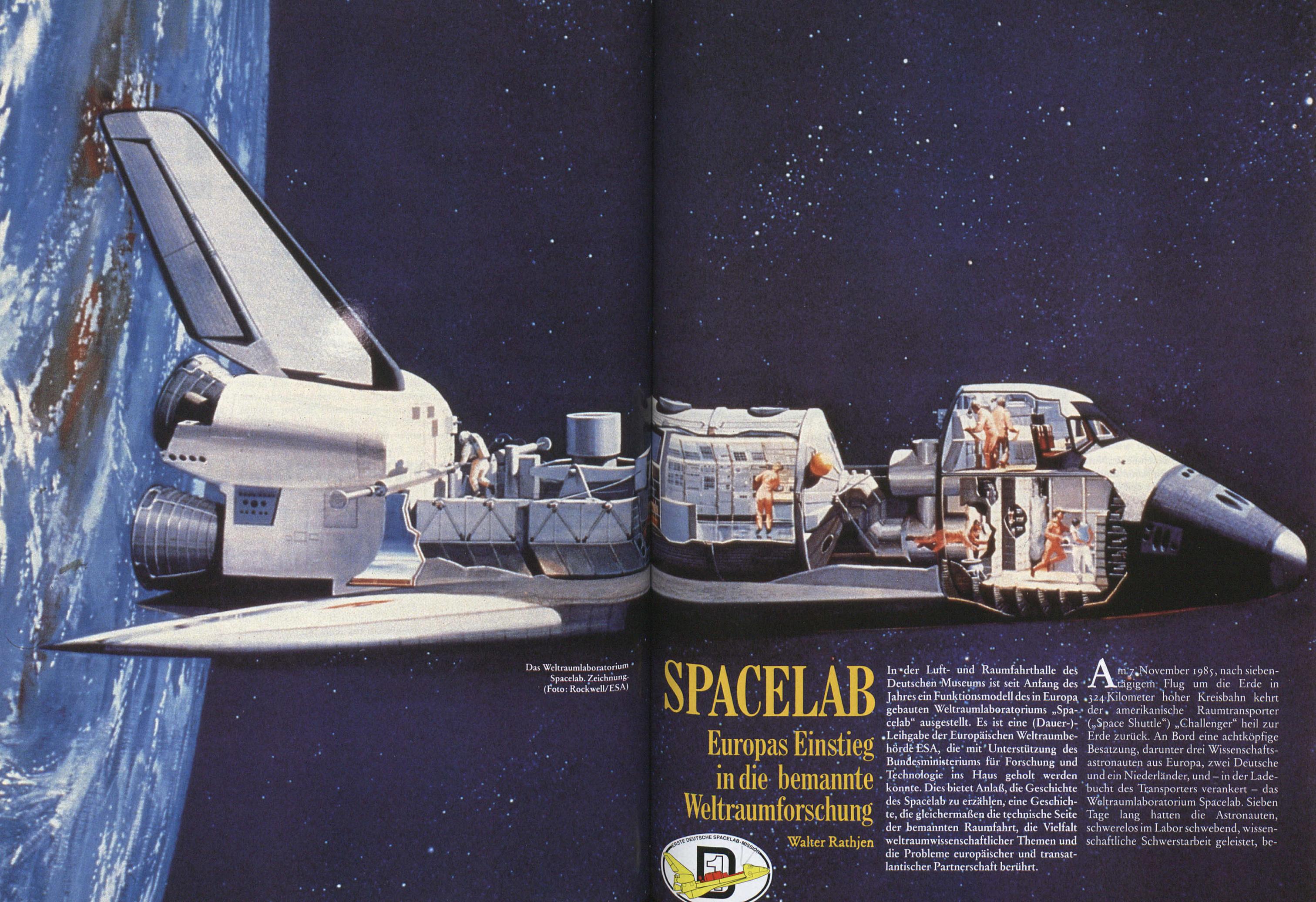
PLZ/Ort _____ Telefon _____

Datum _____ Unterschrift _____

Ich habe davon Kenntnis genommen, daß ich diese Bestellung innerhalb einer Woche schriftlich widerrufen kann. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum _____ Unterschrift _____

Unser kleiner Dank für Ihr Testabonnement: 10 Postkarten mit Karikaturen aus DEUTSCHES ALLGEMEINES SONNTAGSBLATT.



Das Weltraumlaboratorium
Spacelab. Zeichnung
(Foto: Rockwell/ESA)

SPACELAB

Europas Einstieg in die bemannte Weltraumforschung

Walter Rathjen



In der Luft- und Raumfahrthalle des Deutschen Museums ist seit Anfang des Jahres ein Funktionsmodell des in Europa gebauten Weltraumlaboratoriums „Spacelab“ ausgestellt. Es ist eine (Dauer-)Leihgabe der Europäischen Weltraumbehörde ESA, die mit Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie ins Haus geholt werden konnte. Dies bietet Anlaß, die Geschichte des Spacelab zu erzählen; eine Geschichte, die gleichermaßen die technische Seite der bemannten Raumfahrt, die Vielfalt weltraumwissenschaftlicher Themen und die Probleme europäischer und transatlantischer Partnerschaft berührt.

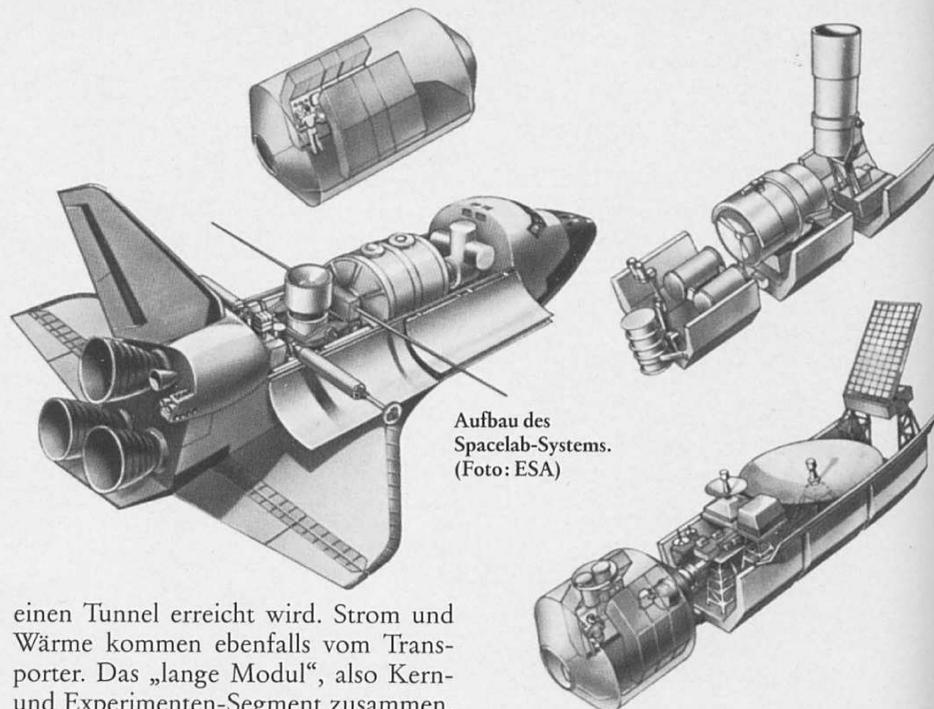
Am 7. November 1985, nach sieben-tägigem Flug um die Erde in 324 Kilometer hoher Kreisbahn kehrt der amerikanische Raumtransporter („Space Shuttle“) „Challenger“ heil zur Erde zurück. An Bord eine achtköpfige Besatzung, darunter drei Wissenschafts-astronauten aus Europa, zwei Deutsche und ein Niederländer, und – in der Ladebucht des Transporters verankert – das Weltraumlaboratorium Spacelab. Sieben Tage lang hatten die Astronauten, schwerelos im Labor schwebend, wissenschaftliche Schwerstarbeit geleistet, be-

treut und geleitet vom Raumfahrtbetriebszentrum der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen. Den Transporter hatte die Bundesrepublik samt Besatzung von der NASA gemietet, die auch für die Durchführung des Fluges verantwortlich war. Das Bundesministerium für Forschung und Technologie hatte den Flug finanziert (ca. 402 Millionen DM), um Wissenschaftlern und Ingenieuren die Möglichkeit zu geben, Forschungsarbeiten im Weltraum zu lernen und die Nutzbarkeit des Welt- raumes für wissenschaftliche und wirtschaftliche Zwecke zu erkunden. Das im Auftrag der Europäischen Weltraumbehörde ESA (European Space Agency) für die NASA gebaute Spacelab bedeutete für die Bundesrepublik, die das Projekt hauptsächlich getragen hatte, das bisher größte Raumfahrtprojekt. Es hat die Raumfahrtindustrie 10 Jahre lang, von 1974 bis 1984, zum nicht geringen Teil beschäftigt und darf nach viermaligem Einsatz als Erfolg gelten.

Das Spacelab – ein auf Vielseitigkeit konstruiertes Werkzeug

Das Spacelab ist eine wesentliche „Nutzlast“ des amerikanischen Raumtransporter-Systems Space Shuttle und in seinen Maßen und seiner Ausrüstung ausschließlich auf dieses System zugeschnitten. Das Spacelab-System umfaßt drei Elemente:

1. Das eigentliche *Labor (Modul)*, eine geräumige, zylindrische Druckkabine, in der unter normalen atmosphärischen Bedingungen bis zu vier Wissenschafts- astronauten arbeiten können. Das Labor – Modul genannt – ist in zwei Segmente unterteilt. Das erste „Kernsegment“ enthält alle für den Betrieb des Labors erforderlichen Untersysteme, wie Energieverteilung, Lebenserhaltungssysteme, Thermalkontrolle (Wärme- und Klimaregelung), ferner Datenverarbeitungsanlagen und Arbeitsvorrichtungen sowie Experimentiereinrichtungen. Soweit nicht im Unterflurbereich installiert, sind die Geräte in genormten, leicht ein- und ausrollbaren 19-Zoll-Schränken (Racks) untergebracht. Das Kernsegment kann auch alleine eingesetzt werden. Das zweite Segment (das Experimenten-Segment) enthält nur Experimentierschränke. Schlaf- und Aufenthaltsräume befinden sich im Raumtransporter, der durch



Aufbau des Spacelab-Systems. (Foto: ESA)

einen Tunnel erreicht wird. Strom und Wärme kommen ebenfalls vom Transporter. Das „lange Modul“, also Kern- und Experimenten-Segment zusammen, ist ca. 7 m lang und mißt 4 m im Durchmesser. Die Einsatzdauer ist auf ca. 7–10 Tage begrenzt, mit technischen Änderungen auf 30 Tage erweiterbar.

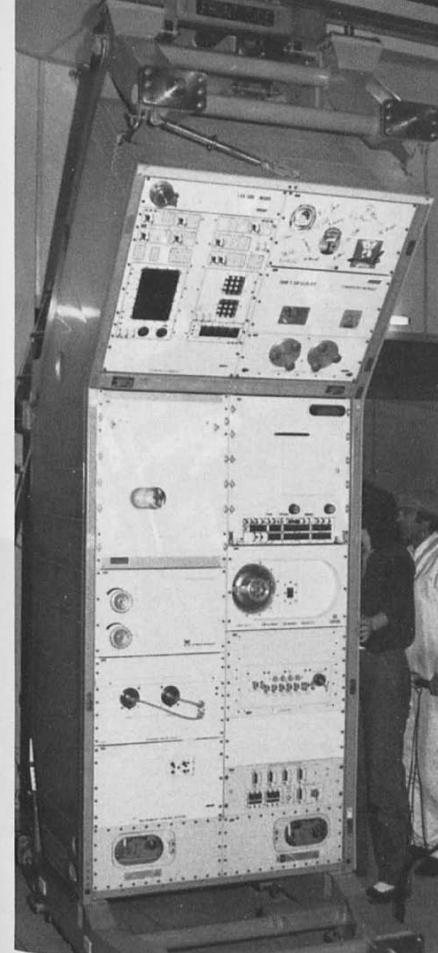
2. U-förmige, nach oben offene „Paletten“ von ca. 3 m Länge, die entweder zusammen mit dem Modul oder allein (dann bis zu drei Paletten hintereinander) in der Ladebuch des Space Shuttles eingebaut werden können. Auf den Paletten sind solche Experimente montiert, die dem offenen Weltraum ausgesetzt werden müssen oder können und der Betreuung durch Astronauten nicht bedürfen.

3. Das *Iglu*, eine Tonne von ca. 1 m Durchmesser und 2,2 m Höhe. Das Iglu wird benötigt, wenn Paletten allein eingesetzt werden. Es enthält alle zum Betrieb der Experimente erforderlichen Versorgungseinrichtungen.

Ein Labor zum Experimentieren für Wissenschaft und Wirtschaft

Die Frage nach dem Sinn des Spacelabs rührt an die heftig und kontrovers diskutierte Grundfrage, warum es notwendig ist, Menschen in den Weltraum zu schicken. Warum nicht besser Automaten die Arbeit tun lassen? Eine umfassende Begründung ist mit rein rationalen Argumenten wohl nicht zu liefern. Jules Verne hat vor 100 Jahre eine Reise zum Mond geschildert; Ziolkowski und Oberth, die großen Vordenker der Raumfahrt, haben die Vision vom Menschen im Weltall weiter ausphantasiert und haben ihr ein wissenschaftliches Fundament gegeben. Ihre Schüler, darunter der Russe Korol-

jow und der Deutsche bzw. Deutsch-Amerikaner Wernher von Braun, haben die technischen Voraussetzungen dazu geplant und geschaffen. Außer dem Glauben an die Zukunft des Menschen im Weltraum und dem prestigegetriebenen Wettlauf um den ersten Platz im Ansehen der Weltöffentlichkeit bieten die besonderen Umweltbedingungen im Weltraum triftige Gründe, hier einen Arbeitsplatz zu schaffen und Menschen die Weltraumforschung unternehmen zu lassen – zumindest so lange, bis es Automaten und Roboter besser und billiger machen können. Der Hauptgrund ist die Ausschaltung der Gravitationskraft im Weltraum.



Ein Experimentenschrank, das „Werkstofflabor“, fertig zum Einbau in das Labormodul. (Foto: MBB/ERNO)

Es ist ureigenste Aufgabe der Wissenschaft, solchen Zusammenhängen auf den Grund zu gehen.

Eine der besten Methoden dazu ist, diese Kraftwirkung auszuschalten, um so deren tatsächlichen Einfluß herauszufinden. Auf der Erde ist dies nicht oder nur ganz kurze Zeit möglich, wohl aber im Weltraum. Fliegt oder besser gesagt, „fällt“ ein Raumfahrzeug mit einer Geschwindigkeit von ca. 28 000 km/h (7,9 km/s) auf einer Kreisbahn um die Erde, so halten sich Fliehkraft und Gravitationskraft die Waage. Fahrzeug und Astronaut befinden sich im Zustand der Fast-Schwerelosigkeit. Wegen einiger unvermeidlicher Störungen bleibt allerdings eine Restschwere von 1/10 000 bis 1/1 000 der Erdschwere erhalten. Man spricht deshalb von Mikrogravitation.

Fabrikation im Weltraum?

Außer der im Interesse der „reinen Wissenschaft“ betriebenen Forschung wird mit einer Vielzahl von Experimenten die Nutzbarkeit der Mikrogravitation zur Herstellung von gewissen Produkten ausgelotet. Man denkt an neue Legierungen aus schweren und leichten Metallen, die sich auf der Erde nicht herstellen lassen, an superreine große Einkristalle für die Elektronik, mit Elektrophorese erzeugte Pharmazeutika usw. Es handelt sich hier zumeist um Produkte, für die der Kilopreis ohnehin in astronomischen Höhen liegt, die Transportkosten also keine große Bedeutung haben.

Die Gravitationskraft

- beeinflusst Leben und Wachstum von Pflanze, Tier und Mensch;
- bewirkt den Wärmetransport in Gasen und Flüssigkeiten (warme Flüssigkeit steigt auf, kalte sinkt ab);
- führt in Metallschmelzen bei der Erstarrung zur Entmischung leichter und schwerer Legierungsbestandteile.

Das Spacelab als Aussichtsplattform

Bei anderen Forschungsgebieten kommt es primär auf die Position des Raumfahrzeuges weit oberhalb der Erdoberfläche (Erdbeobachtung) und außerhalb der Erdatmosphäre (für astronomische und astrophysikalische Forschung) an. Solche Experimente werden überwiegend auf der offenen Palette ausgeführt.

Spacelab im Einsatz

Vom Herbst 1983 bis Herbst 1985 war das Spacelab viermal im Weltraumeinsatz. Nachfolgend (stichwortartig) aufgeführte Daten mögen einen Eindruck geben von der Art des Einsatzes und des Spektrums der Experimente.

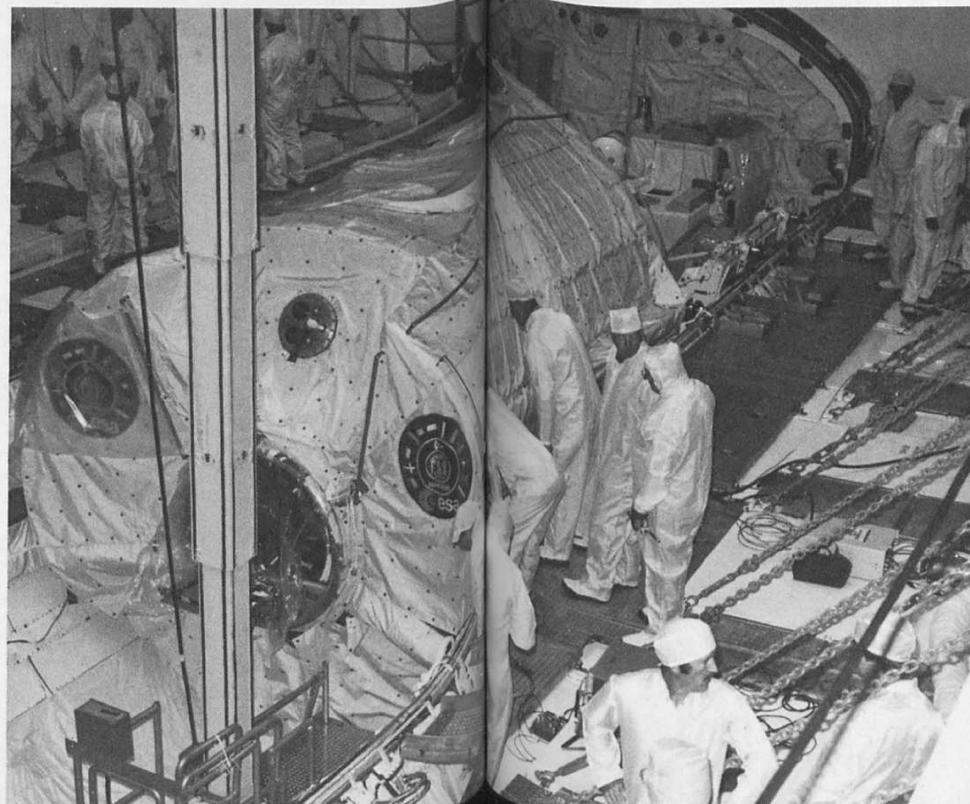
Spacelab 1 (28.11.–8.12. 83) erster Probeflug, 10 Tage Flugdauer, 75 Experimente, jeweils zur Hälfte von den USA und Europa beigesteuert, erfolgreicher Nachweis der Funktionsfähigkeit des Spacelab. Aus der Bundesrepublik Deutschland war Ulf Merbold als Nutzlastspezialist mit dabei. Konfiguration: Langes Modul und eine Palette. (Diese Version ist im Deutschen Museum ausgestellt.)

Spacelab 3 (29.04.–06.05. 85) 15 Experimente, überwiegend auf den Gebieten Materialwissenschaft, Lebenswissenschaft und Astronomie; rein amerikanische Besatzung, aber mit drei von Franzosen bzw. Indern vorbereiteten Experimenten. Konfiguration: 1 langes Modul.

Spacelab 2 (29.07.–06.08. 85) nur drei offene Paletten, mit dem Iglu zur Versorgung der 13 Experimente; hauptsächlich solare, astrophysikalische und astronomische Forschung. Ein besonderer Erfolg war das von Dornier System entwickelte „Instrument Pointing-System“, ein Gerät, mit dem tonnenschwere Teleskope auf Bogensekunden genau ausgerichtet werden können.

Spacelab 4 oder D-1 Mission (7 Tage, 30.10.–7.11. 85) von der Bundesrepublik Deutschland finanziert und geleitet, drei Wissenschaftsastronauten aus Europa: Reinhard Furrer, Ernst Messerschmid (beide BRD) und Wubbo Ockels (Niederlande). Konfiguration: Langes Modul und Trägerstruktur. 76 Experimente, 43 aus der Bundesrepublik, 6 aus den USA, die restlichen aus anderen europäischen Ländern. Bis auf zwei befaßten sich alle Experimente mit der Auswirkung der Schwerelosigkeit; sie können in 4 Themenbereiche eingruppiert werden: *Fluidphysik*: Grenzflächenphänomene, Kapillarität, Diffusionsvorgänge, Phänomene am kritischen Punkt. *Erstarrung*: Erstarrungsfrontdynamik, Einkristallzüchtung, Verbundwerkstoffe. *Biologie*: Zellfunktion, Entwicklungsvorgänge, Gravierperzeption (von Pflanzen). *Medizin/Physiologie*: Gravierperzeption (Mensch), Adaptions-Vorgänge (Mensch).

Es wäre verfrüht, aus den bisherigen Ergebnissen, so vielversprechend sie im Einzelfall auch sind, Prognosen für die lukrativsten Produktionsmöglichkeiten im Weltraum abzuleiten. Dem wissenschaftlichen Interesse ist in reichem Maße gedient worden. Nicht weniger (wenn



Vorbereitung für den ersten Spacelab-Einsatz.

Das Spacelab, vorn das Modul, dahinter die Palette beim Einbau in die Nutzlastbuch des Raumtransporters Space Shuttle. (Foto: ESA/NASA)

Die beiden deutschen Wissenschafts-Astronauten Furrer und Messerschmid im schwerelosen Zustand während der D 1 Mission. (Foto: DFVLR)

nicht mehr) Bedeutung erhält das Zwei-Milliarden-Mark-Projekt durch die Tatsache, daß hier innereuropäische und transatlantische Zusammenarbeit in bisher noch nicht gekanntem Schwierigkeitsgrad geprobt und gelernt wurde.

Spacelab im Apollo-Nachfolgeprogramm

Im Februar 1969, noch vor der ersten Mondlandung gab der amerikanische Präsident Richard Nixon einem Gutachtergremium den Auftrag, Vorschläge für ein Apollo-Nachfolgeprogramm der NASA auszuarbeiten. Im September 1969 lagen die Empfehlungen vor:

- in der ersten Phase verstärkte Nutzung der bestehenden Raumfahrtmöglichkeiten und -technologien,
- in der zweiten Phase Schaffung der Voraussetzungen zum routinemäßigen Einsatz der Raumfahrt im erdnahen Weltraum und Nutzbarmachung der Raumwissenschaften und Raumfahrttechnologien für die Menschheit und
- in der dritten Phase, als Fernziel, erweiterte Erforschung des Weltraumes durch Menschen, insbesondere Erforschung des Planeten Mars.

Europa und andere raumfahrttreibende Nationen wurden vom Präsidenten eingeladen, sich am „Post-Apollo-Programm“ zu beteiligen.

In der ersten Phase wurde das bereits vier Jahre zuvor geplante Skylab-Projekt verwirklicht. Eine aus dem Apollo-Programm übriggebliebene 3. Stufe der Saturn-Rakete wurde in ein bewohnbares Labor umgebaut und 1973 mit einer Saturn-Rakete auf eine Erdumlaufbahn gebracht. Die Amerikaner verfügten damit bereits 1973 über ein hinsichtlich Größe und Geräumigkeit bis heute unübertroffenes Weltraumlabor. Dreimal wurde es von jeweils dreiköpfigen Astronautenteams besetzt. Der letzte Aufenthalt brachte den Amerikanern mit 84 Tagen den damaligen Rekord im Langzeitaufenthalt im Weltraum ein. Die Arbeit in diesem Labor lieferte reiche wissenschaftliche Ergebnisse und wertvolle raumfahrttechnische Erfahrungen, die für das Spacelab-Projekt später ausgie-



big genutzt wurden. Inzwischen hatte die NASA längst detaillierte Pläne für die nächste Generation von Raumlaboratorien bis hin zur Raumstation ausgearbeitet, dazu Entwürfe für einen voll wiederverwendbaren flugzeugähnlichen Raumtransporter vorgelegt.

Die Raumfahrt-Begeisterung der USA schwand allerdings nach den ersten Mondflügen schnell dahin. Der Vietnamkrieg eskalierte, und die Inflation nahm zu. Der Kongreß ließ erkennen, daß das NASA-Budget mit drastischen Kürzungen zu rechnen habe. Gezwungen, das Ideal-Programm aufzugeben, entschied sich die NASA für die Entwicklung eines wiederverwendbaren Raumtransporters, mit dem zunächst die horrenden Transportkosten wesentlich verbilligt werden sollten. Im Januar 1972 gab Präsident Nixon den offiziellen Startschuß für dieses ehrgeizige Programm. 1978 sollte bereits der Jungfernflug stattfinden (tatsächlich am 12.4.1981 erfolgt). Die Einladung an Europa, sich am „Space Transportation System“ (STS), zu beteiligen, wurde nochmals deutlicher wiederholt.

Die Herausforderung an Europa

Auf dieser Seite des Atlantiks galt es, einen „identifizierbaren“, der Fähigkeiten Europas würdigen Beitrag zu finden. Beteiligung am Transportfahrzeug selbst (auf deutscher Seite lag umfangreiches Wissen aus Vorstudien vor)? Oder Bau eines Raumschleppers (Space Tug), der zum Weitertransport von Satelliten auf höhere Umlaufbahnen, als sie die Raumfähre erreichen konnte, gebraucht wurde? Oder eben das Labor als wesentliche Nutzlast? – Die Wahl fiel schließlich auf ein bemanntes Raumlaboratorium. Die Bundesrepublik hatte dieses Projekt favorisiert; es bot Europa die Möglichkeit zum Einstieg in die bemannte Raumfahrt und versprach den Zugang zur amerikanischen Raumfahrttechnologie. Deutschland war auch bereit, die finanzielle Hauptlast zu tragen. Gemeinsam mit der NASA und mit amerikanischen Firmen wurde zunächst eine Konzeption für die grundsätzliche Gestaltung solch eines Raumlaboratoriums und eine sinnvolle Arbeitsteilung zwischen den Partnern diesseits und jenseits des Atlantiks

ausgearbeitet. Im September 1973 kam es in Washington zur Unterzeichnung entsprechender Vertragswerke:

- Die generellen Ziele der Zusammenarbeit wurden in einer „Vereinbarung“ zwischen den Staaten formuliert,
- Die definitiven Verantwortlichkeiten beider Parteien wurden in einer „Abmachung“ (Memorandum of Understanding) zwischen der NASA und der damaligen Europäischen Weltraumorganisation ESRO festgelegt.

Zu den Verpflichtungen der ESRO gehörten im wesentlichen:

- Entwurf, Entwicklung, Herstellung und Lieferung einer Spacelab-Flug-einheit – bestehend aus einem Modul und Paletten –, eines Ingenieurmodells, zugehöriger Bodeneinrichtungen, sowie von Ersatzteilen zusammen mit entsprechenden Handbüchern und Zeichnungen.

Zu den Verpflichtungen der NASA gehörte:

- Beratung, Unterstützung und Information der europäischen Partner in erforderlichem Umfang,
- Entwicklung von Zusatzgerät, das zu einem erfolgreichen Betrieb des Spacelab erforderlich war,
- Management des Betriebes und Nutzung des Labors zu friedlichen Zwecken.

Festgeschrieben wurde auch die Absicht der NASA, eine zweite Flugeinheit zu kaufen, für die Europa entsprechende Fertigungskapazität einzuplanen hatte. Und die NASA verpflichtete sich, kein eigenes vergleichbares Labor zu entwickeln.

Die transatlantische Partnerschaft

Für die NASA bedeutete diese Abmachung immerhin, daß sie Europa, für eine gewisse Zeit zumindest, ein Monopol zur Herstellung eines Raumlabor zubilligte und damit eine nicht unwesentliche Abhängigkeit akzeptieren mußte. Für die ‚Washington Post‘ war es „A new dimension in the atlantic partnership“. Der Kommentator versäumte nicht darauf hinzuweisen, daß die Europäer den Versuch, eine eigene Trägerrakete zu entwickeln, erfolglos hatten abbrechen müssen, jetzt aber ein noch komplexeres Projekt der bemannten Raumfahrt in Angriff nehmen wollten. Zudem war Europa organisatorisch auf dem Raumfahrtsektor Anfang der 70er Jahre noch keineswegs vereinigt, so daß man nicht von einem eindeutig einschätzbaren Partner sprechen konnte. Es gab seit 1964 die European Space Research Organisation (ESRO), die sich hauptsächlich (und durchaus erfolgreich) um Forschungssatelliten kümmerte, und, ebenfalls seit 1964, die European Launcher Development Organisation (ELDO), die die Entwicklung einer Trägerrakete verfolgte, was, wie erwähnt, 1971 erfolglos endete (1973 aber unter der Führung von Frankreich wieder aufgegriffen wurde und zur mittlerweile erfolgreichen ARIANE führte). Ferner existierte die CETS (Conférence Européenne de Télécommunication par Satellite) und als gemeinsames Gremium die ECS (European Space-Conference).

Das Angebot der Amerikaner forderte

Zukunftsvision: Der europäische Raumtransporter Hermes legt an der permanent bewohnten internationalen Raumstation an, zu der u. a. auch die europäische Raumstation Columbus gehört.
(Foto: DFVLR)



eine gesamteuropäische Willensbildung und Verantwortung heraus und beschleunigte die Bildung einer der NASA ähnlichen, einheitlichen europäischen Weltraumbehörde ESA (European Space Agency) mit Sitz in Paris. 1973 wurde die Vereinigung der vier Organisationen endgültig beschlossen (in Funktion seit 31. 5. 1975), und gleichzeitig einigte man sich auf ein langfristiges Raumfahrtprogramm. Die Bundesrepublik Deutschland übernahm für das Spacelab, Frankreich für die neue Trägerrakete und Großbritannien für die Entwicklung eines maritimen Navigationssatelliten die Hauptverantwortung und finanzielle Hauptlast.

Der Auftrag geht nach Bremen

Um den Entwicklungsauftrag für dieses anspruchsvolle Projekt bewarben sich drei quer durch Europa gebildete Firmenkonsortien mit den klangvollen Namen START, MESH und COSMOS, wovon das START-Konsortium sich aus dem Wettbewerb wieder zurückzog. Die beiden letzten Konsortien wurden jeweils von einer deutschen Firma geführt: COSMOS von der in Süddeutschland beheimateten Messerschmitt Bolkow Blohm GmbH und MESH von der in Bremen sitzenden ERNO Raumfahrttechnik GmbH, einer Tochter von VFW Fokker. Die Entscheidung fiel am 5. Juni 1974 zugunsten des ERNO-Konsortiums.

Um eine Vorstellung von der Komplexität des Projektes zu erhalten, mögen die besonderen Randbedingungen einmal vorgestellt werden:

- Es ging um die Einrichtung eines Arbeitsplatzes im Weltraum, in dem Menschen über viele Tage ohne Gefahr für Gesundheit und Leben arbeiten sollten.
- An diesem Projekt beteiligten sich zehn Partnerländer mit acht verschiedenen Sprachen (Denkweisen, Interessen).
- Die finanziellen Beiträge bewegten sich zwischen ca. 54% (BRD) und 0,8% (Österreich), wobei die Partnerländer einen Auftragsrückfluß in mindestens dem Gegenwert ihres finanziellen Beitrags erwarteten.
- Das Spacelab mußte für ein amerika-

nisches Transportsystem (andere Normen und Maßsysteme) konzipiert werden, das zu Beginn der Entwicklung selber in wesentlichen Details noch nicht definiert war.

- Nutzer des Labors sollten experimentell arbeitende Wissenschaftler werden, darunter Physiker, Biologen, Mediziner, Metallurgen und Ingenieurwissenschaftler. Die Bedürfnisse eines experimentierenden Forschers stehen aber den Anforderungen eines im Weltraum zu transportierenden und dort operierenden „Labors“ diametral entgegen. Der Experimentalwissenschaftler unter den Lesern stelle sich nur einmal vor, sein Labor bzw. seine Experimentiereinrichtung würde einem rabiatement Schütteltest unterworfen oder mit dreifacher Erdbeschleunigung in die Höhe geschossen oder er müsse sein Labor noch mit -zig anderen Wissenschaftlern mit ganz unterschiedlichen Ansprüchen teilen. Vor dieser, einer Quadratur des Kreises gleichkommenden Aufgabe standen die Ingenieure bei der Konstruktion des Spacelab.

Zehn Jahre bis zur Ablieferung der letzten Einheit

Die Entwicklung bis zum ersten Einsatz im Weltraum verlief alles andere als reibungslos. Die Kosten stiegen, inflationsbereinigt, auf nahezu 140% (auf ca. zwei Mrd. DM) des ursprünglich vorgesehenen Betrages, die Ablieferung der ersten Flugeinheit verschob sich um gut zwei Jahre – auf Juli 1982. Da das Space Shuttle-Programm sich noch länger verzögerte, blieb dies glücklicherweise ohne Auswirkung auf das Gesamtprogramm. Viele Lektionen mußten aus leidvoller eigener Erfahrung gelernt werden. Bei der ersten Kosten- und Zeitplanung war nicht erkannt worden, was es bedeutet, von ca. 50 Firmen (Mit- und Unterauftragnehmer) aus 10 Ländern mit sehr verschiedenem Grad an Erfahrung und Qualitätsdenken abhängig zu sein. Da an jedes Land seinem prozentualen Anteil am Projekt entsprechende Aufträge erteilt werden mußten – möglichst noch bis zum Schluß, also jedes Jahr der gleiche Prozentsatz –, wurde der Einfluß des Hauptauftragnehmers ERNO auf Aus-

wahl des Lieferanten und auf Kosten- und Terminkontrolle arg begrenzt. Doch hier, beim Spacelab, wie auch im trinationalen militärischen Tornado-Programm (Entwicklung eines Mehrzweck-Kampfflugzeuges) und im kommerziellen Airbus-Programm, wurden und werden unter jeweils anderen Randbedingungen neue Methoden und Techniken europäischer Zusammenarbeit gelernt, Fähigkeiten also, die im Konkurrenzkampf der Wirtschaftsblöcke einmal existenznotwendig werden könnten. Das für die Durchführung des Spacelab-Programms gewählte Management-Konzept war die gemeinsame Hauptauftragnehmer/Mit-auftragnehmer-Organisation. Damit sollte sichergestellt werden, daß die gesamte Managementkontrolle durch eine einzige Stelle, den Hauptauftragnehmer, ausgeübt wurde, während die Verantwortung gemeinsam von Hauptauftragnehmer und Mit-auftragnehmer zu tragen war.

Die wesentlichsten Aufgaben verteilten sich auf folgende Institutionen und Firmen:

Die ESA (Paris) war Auftraggeber und zuständig für Gesamtkoordination mit der NASA und dem Nutzer.

Die ESTEC (European Space Technology Centre in Noordwijk/Niederlande), ein Institut der ESA, war zuständig für die fachliche Betreuung, Beratung, Kontrolle (Abnahmetests) des Projektes.

ERNO, Bremen, seit 1981 MBB-ERNO, war als Hauptauftragnehmer der ESA verantwortlich für das gesamte industrielle Programm, für die Einhaltung des Kosten- und Zeitrahmens und für die Erfüllung der Leistungsanforderungen, sowie für Integration (Zusammenbau) des Gesamtsystems, Test und Endabnahme.

10 Firmen aus 9 Ländern waren als Mit-auftragnehmer verantwortlich für Untersysteme, dazu gehörten AEG/BRD (elektrische Energieversorgung), Dornier System/BRD (Lebenserhaltungssystem und Klimaregelung), AIT/Italien (Modulstruktur), BTM/Belgien (Bordenausrüstung), Fokker/Niederlande (Luftschleuse), BAE/Großbritannien (Paletten), Sener/Spanien (Mechanische Bordenausrüstung), MATRA/Frankreich (Datenverarbeitungssystem), SABCA/Belgien (Iglu), KAMPSAX/Dänemark

(Software) und weitere 36 Firmen als Unterauftragnehmer für wesentliche Komponenten und Systeme.

Die DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt) war zuständig für:

- Auswahl und Training der Wissenschaftsastronauten (Nutzlast-Spezialisten),
- Auswahl und Betreuung der wissenschaftlichen Experimente (beides in Köln),
- Aufbau und Betrieb einer Bodenkontrollstation (German Space Operation Center) in Oberpfaffenhofen.

Ein Problem bei jedem Raumfahrtprojekt ist, wie sichergestellt werden kann, daß die geforderte Leistung auch gebracht wird, und zwar dort, wo sie benötigt wird, im Weltraum, wo keine Reparaturwerkstatt in der Nähe ist und der Betrieb, z.B. das Lebenserhaltungssystem, nicht einfach abgestellt werden kann, wenn man den Fehler suchen muß. Auch hierfür sind besondere Methoden entwickelt worden.

Zum Nachweis, daß die Ziele erreicht werden, dienen „critical reviews“, kritische Überprüfungen an den Eckpunkten des Programmablaufes (Entwurf, Konstruktion, Fertigung, Auslieferung und Einsatz) und immer wieder Tests auf allen Ebenen des Systems: Tests an Komponenten, Subsystemen und am Gesamtsystem. Der Nachweis muß geliefert (und dokumentiert) werden, daß die Systeme den zu erwartenden Beanspruchungen beim Start (hohe Beschleunigung, Vibration, Schall) und im Betrieb (Wärme, Kälte, kosmische Strahlung, Meteoriten, geomagnetische und atmosphärische Felder) standhalten, daß die Lebensdauer von 10 Jahren oder 50 Einsätzen erreicht wird und kein Gerät schädliche Auswirkungen auf andere Geräte (Experimente) hat (elektromagnetische Verträglichkeit). Der notwendige Dokumentationsaufwand ist gewaltig. Es verursachte einen nicht unbedeutlichen Kosten- und Zeitaufwand (und Verzögerungen), die Papierlawine überhaupt zu beherrschen.

Nun, der Auftrag konnte durchgeführt werden. 1980 wurde das Ingenieurmodell, von 1981 bis Juli 1982 wurden die Flugeinheiten an die NASA abgeliefert. Da die NASA von der Funktionstüchtig-

keit des Spacelabs überzeugt war, hatte sie bereits 1980 eine komplette zweite Flugeinheit (langes Modul, Paletten, Iglu, Experimentierschränke, Ausrüstungs- und Bodengeräte etc.) zum Barpreis von 430 Millionen DM bestellt, die dann bis Juli 1984 abgeliefert wurde. 2000 Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler hatten auf dem Höhepunkt des Programms (1978/79) am Spacelab gearbeitet.

Dem Labor folgten die Experimentennutzlasten: 1983 Ablieferung der von MBB-ERNO integrierten Nutzlast für den ersten Spacelab-Flug.

April 1985 Abschluß der vierjährigen Vorbereitungszeit für die erste deutsche Spacelab-Mission D 1 und Transport der gesamten bei MBB-ERNO integrierten Nutzlast einschließlich der von der ESA und NASA beigestellten Nutzlastelemente zum Kennedy Raumflugzentrum nach Florida. Die Tatsache, daß während der D 1-Mission nahezu alle 76 Experimente durchgeführt werden konnten, war ein schöner Erfolg für alle Beteiligten.

Wie geht es weiter?

1986 war ein ausschließlich den Lebenswissenschaften (Biologie und Medizin) gewidmeter Spacelab-Flug der Amerikaner geplant und für 1988 die zweite deutsche Mission (D 2). Die Explosion der Raumfähre Challenger am 28.1. 1986 brachte jedoch Verzögerungen von mehreren Jahren in das ohnehin sehr gestreckte Flugprogramm der NASA. Die D 2-Mission ist jetzt für Oktober 1991 vorgesehen. Das ist bitter, arbeiten doch die Amerikaner, die Europäer und in zunehmendem Maße auch die Japaner an Plänen für eine Raumstation, wofür im Grunde Erfahrungen aus weiteren Spacelab-Flügen unverzichtbar wären. Wie es weitergehen soll, darüber wird zur Zeit intensiv beraten und verhandelt. Auf dem amerikanischen Programm stehen die Verbesserung und Weiterentwicklung des Space Shuttles und der Aufbau einer Raumstation Anfang der 90er Jahre. In Europa fordert und fördert Frankreich einen eigenen kleinen wiederverwendbaren Raumtransporter (Hermes). Vorausgesetzt, die Entscheidung fiel noch in diesem Jahr, könnte er in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre von

der dann verfügbaren neuen Trägerrakete Ariane 5 in die Erdumlaufbahn gebracht werden und selbständig zurückkehren. Die Bundesrepublik Deutschland und Italien verfolgen das Konzept eines permanent bewohnbaren und betriebenen Weltraumlaboratoriums „Columbus“. Es soll an die amerikanisch-internationale Raumstation angehängt werden und mit einer gewissen Eigenständigkeit die Fortführung der mit dem Spacelab begonnenen Arbeiten ermöglichen. In der Entwicklung befindet sich bereits eine unbemannte, freifliegende Raumplattform EURECA (European Retrieval Carrier). Sie soll vom Space Shuttle auf eine Umlaufbahn gebracht, dort für mehrere Monate freifliegend verbleiben und dann vom Shuttle wieder eingefangen und zur Erde zurückgebracht werden. Das Problem ist allerdings, daß die ESA mit dem Columbus- und Eureka-Programm vom NASA-Programm abhängig ist. Die ESA hat sich zur friedlichen Nutzung des Weltraumes verpflichtet, die Raumstation der NASA wird aber auch militärisch genutzt, was zwangsläufig zu Konflikten führt.

Außerdem ist ja eines der Ziele die wirtschaftlich gewinnbringende Nutzung der Weltraumbedingungen. Interessenskonflikte sind auch hier abzusehen, wenn tatsächlich Gewinne oder Konkurrenzvorteile des Partners „drohen“.

Es war, wie Beteiligte verraten, nicht leicht, das Spacelab-Projekt zu einem Muster europäisch-transatlantischer Partnerschaft zu machen. Es wird, wie es scheint, ungleich schwieriger, mit den – nicht nur wissenschaftlich ausgerichteten – Nachfolgeprojekten die Partnerschaft aufrechtzuerhalten. □

DER AUTOR

Dr. Walter Rathjen, geb. 1939, studierte Maschinenbau (mit Schwerpunkt Luft- und Raumfahrt) an der TU München. Vor und nach dem Studium mehrere Jahre Tätigkeit in der Industrie und an der TU München. Promotion auf dem Gebiet der Thermodynamik. Heute Leiter der Abteilung Luft- und Raumfahrt im Deutschen Museum.

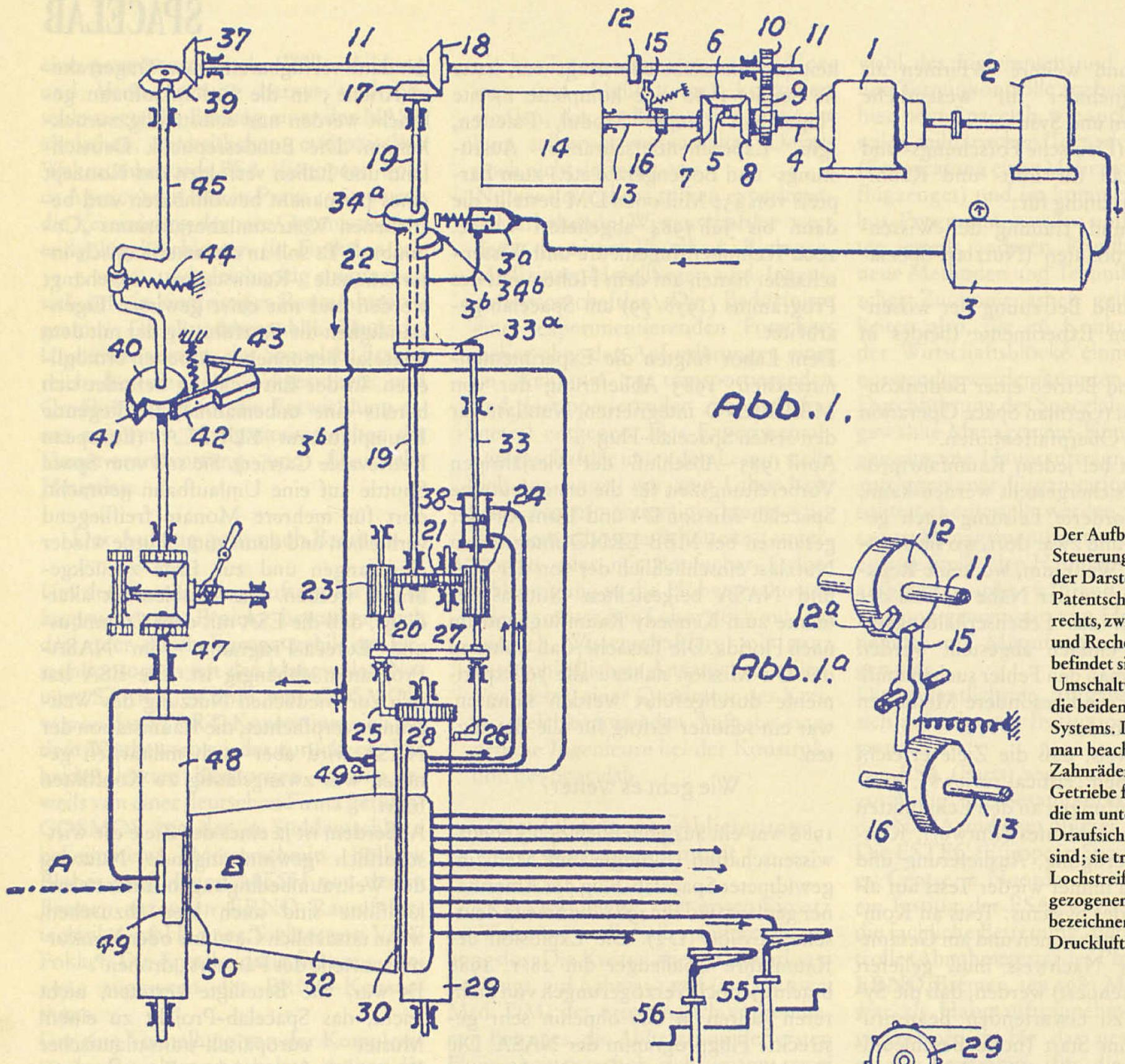


Abb. 1.

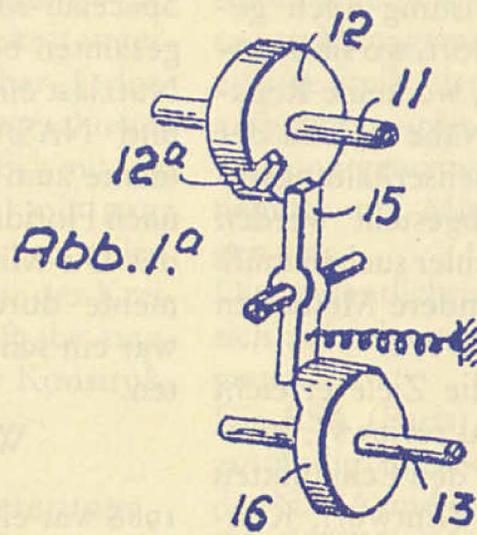


Abb. 1a

Der Aufbau von Schillings Steuerungsvorrichtung in der Darstellung der Patentschrift. Oben rechts, zwischen Motor (1) und Rechenmaschine (14), befindet sich die Umschaltvorrichtung für die beiden Zustände des Systems. In der Mitte – man beachte die diversen Zahnräder – ist das Getriebe für die Walzen, die im unteren Teil in der Draufsicht erkennbar sind; sie transportieren die Lochstreifen. Die schwarz gezogenen Linien bezeichnen Druckluftleitungen.

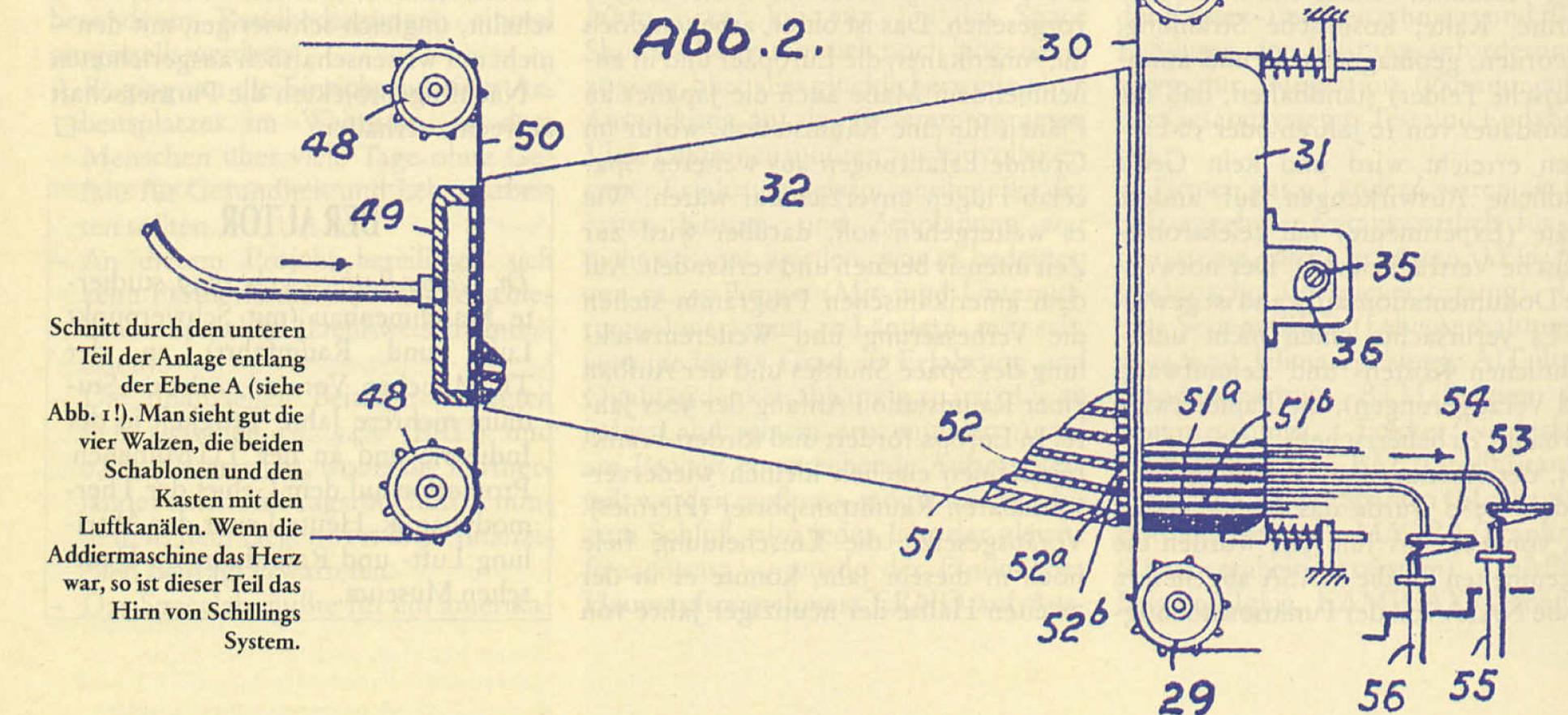


Abb. 2.

Schnitt durch den unteren Teil der Anlage entlang der Ebene A (siehe Abb. 1!). Man sieht gut die vier Walzen, die beiden Schablonen und den Kasten mit den Luftkanälen. Wenn die Addiermaschine das Herz war, so ist dieser Teil das Hirn von Schillings System.

Als Ministerialrat 1929 in
 Berlin mit Tochter, Sohn
 und Teddybär. (Foto:
 Käthe Schwarz)



EIN UNBEKANNTER COMPUTERPIONIER

Ralf Bülow

Die ‚Steuerungsvorrichtung für Rechenmaschinen‘, die der Jurist und technische Amateur Emil Schilling 1926 zum Patent anmeldete, war – wie Ralf Bülow zeigt – der vermutlich früheste deutsche Entwurf für eine programmgesteuerte Rechenanlage.

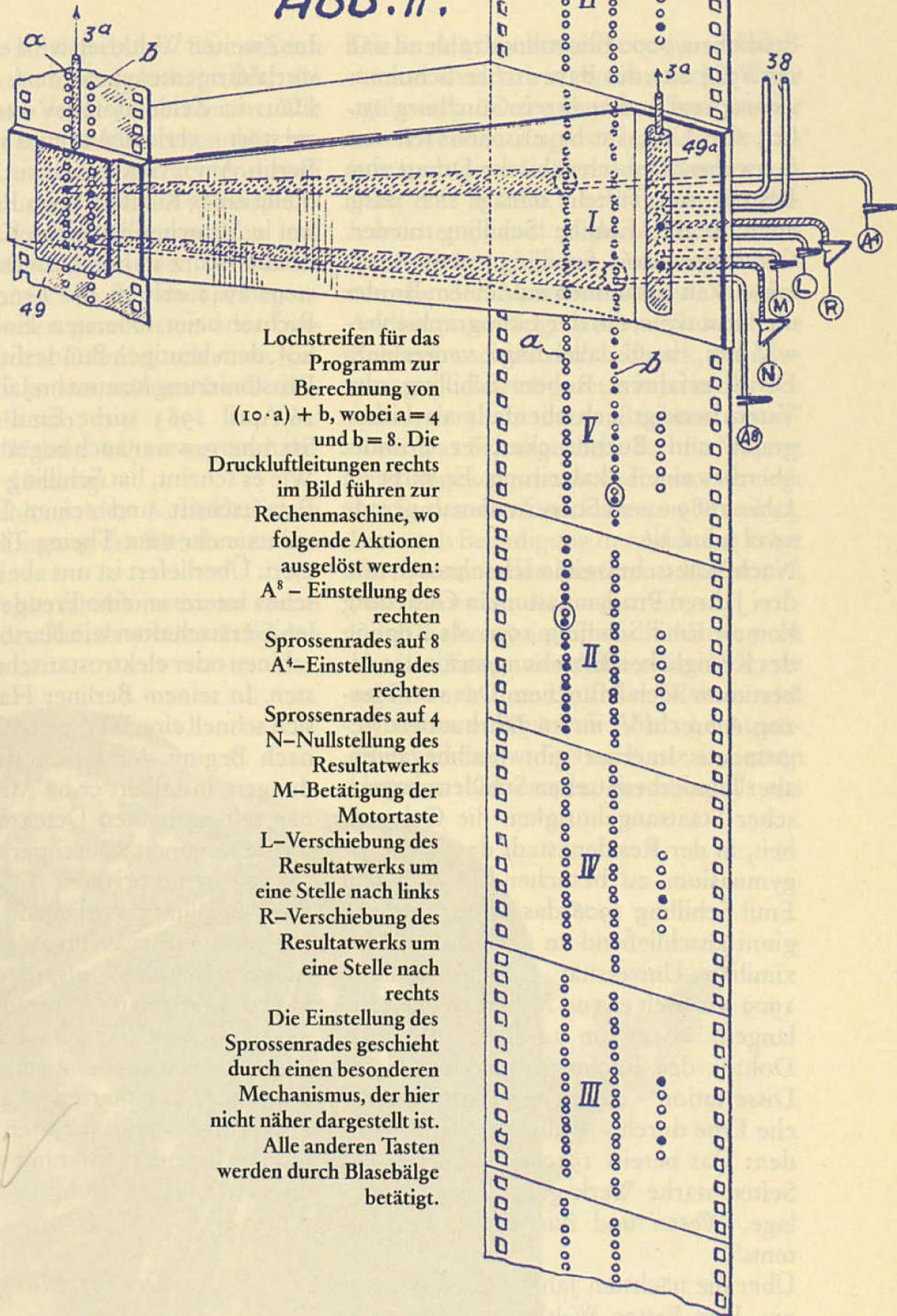
Am 30. September 1926 meldet Dr. jur. Emil Schilling, wohnhaft in Berlin-Zehlendorf, beim Reichspatentamt eine Erfindung an, die er „Steuerungsvorrichtung für Rechenmaschinen o. dgl.“ nennt. Knapp sieben Jahre später, am 29. Juni 1933, wird ihm das Patent erteilt, dann aber im Februar 1934 wieder gelöscht, wegen Nichtzahlung der Gebühren. Bekanntlich muß ein Erfinder zur Aufrechterhaltung des Patentschutzes eine jährlich ansteigende Geldsumme entrichten, maximal achtzehn Jahre lang, bis die gesetzlich mögliche Schutz-

frist erreicht ist. Heute kann jeder, den sie interessiert, die Patentschrift beim Amt in München, gegenüber dem Deutschen Museum, einsehen und auswerten. Sie trägt die Nummer 580 675 und ist mit allergrößter Wahrscheinlichkeit der früheste deutsche Entwurf für eine programmgesteuerte Rechenanlage.

Der Erfinder

Wie kam es zu dieser Erfindung? Wer ist überhaupt Emil Schilling? Geboren wird er vor einhundert Jahren, genau am 1. Mai 1887, in Ichenhausen. Dieses

Abb. II.



Lochstreifen für das
 Programm zur
 Berechnung von
 $(10 \cdot a) + b$, wobei $a = 4$
 und $b = 8$. Die
 Druckluftleitungen rechts
 im Bild führen zur
 Rechenmaschine, wo
 folgende Aktionen
 ausgelöst werden:
 A⁸ – Einstellung des
 rechten
 Sprossenrades auf 8
 A⁴ – Einstellung des
 rechten
 Sprossenrades auf 4
 N – Nullstellung des
 Resultatwerks
 M – Betätigung der
 Motortaste
 L – Verschiebung des
 Resultatwerks um
 eine Stelle nach links
 R – Verschiebung des
 Resultatwerks um
 eine Stelle nach
 rechts
 Die Einstellung des
 Sprossenrades geschieht
 durch einen besonderen
 Mechanismus, der hier
 nicht näher dargestellt ist.
 Alle anderen Tasten
 werden durch Blasebälge
 betätigt.

Städtchen, 7000 Einwohner zählend und seit 1984 Sitz des Bayerischen Schulmuseums, liegt im Landkreis Günzburg östlich von Ulm, im bayerischen Teil von Schwaben. Der schwäbische Drang zum Basteln und Tüfteln schlägt sich dann auch in der Familie Schilling nieder: Großvater Alois Schilling (1821–1855) entwickelt zusammen mit seinem Bruder die Lithotypie, ein der Lithographie verwandtes, heute allerdings vergessenes Druckverfahren. Robert Schilling, der Vater, betätigt sich ebenfalls als Lithograph und Buchdrucker; er gründet überdies eine Lokalzeitung. Er stirbt im Jahre 1889 – sein Sohn ist damals gerade zwei Jahre alt.

Nach Volksschulzeit in Ichenhausen und drei Jahren Progymnasium in Günzburg kommt Emil Schilling 1900 als Zögling des Königlichen Erziehungsinstitutes Albertinum nach München. Das von Herzog Albrecht V. im 16. Jahrhundert gegründete Internat gibt hochbegabten, aber minderbemittelten Schülern bayerischer Staatsangehörigkeit die Gelegenheit, in der Residenzstadt das Ludwigsgymnasium zu besuchen. Dort macht Emil Schilling 1906 das Abitur und beginnt anschließend an der Ludwig-Maximilians-Universität ein Jurastudium. 1909 wechselt er von München nach Erlangen, wo er am 24. April 1911 zum Doktor der Rechte promoviert. Seine Dissertation – da bricht das großväterliche Erbe durch – widmet er dem Erfinden: Das bereits 1910 erschienene, 100 Seiten starke Werk geht „Über Grundlage, Wesen und Nichtigkeit des Patents“.

Über die nächsten Jahre wissen wir wenig. Den Ersten Weltkrieg übersteht er als Infanterist, zum Glück ohne größere Verwundung. 1920 finden wir Dr. Emil Schilling in Berlin. Er beginnt als Regierungsrat im Reichsfinanzministerium, 1922 ist er Oberregierungsrat, 1924 Ministerialrat; im Jahr zuvor hat er geheiratet. Im Ministerium ist Schilling vor allem für das Beihilfen- und Besoldungswesen zuständig. Neben seiner normalen Beamten-tätigkeit verfaßt er, allein oder zusammen mit Kollegen, eine Vielzahl von Broschüren und Gesetzeskommentaren, die jeweils mehrere Auflagen erleben.

Im Zweiten Weltkrieg wird er zum Ministerialdirigenten befördert. 1943 – das Haus in Zehlendorf ist durch Bomben zerstört – verlassen er und seine Familie Berlin. Am 1. November tritt Schilling die Stelle eines Richters beim Reichsfinanzhof in München an. Nach Kriegsende ist er auch kurz in bundesdeutschen Diensten: 1949 erfolgt die Ernennung zum Richter beim Obersten Finanzgerichtshof, dem heutigen Bundesfinanzhof. Die Pensionierung kommt im Jahre 1952. Am 26. April 1963 stirbt Emil Schilling in Starnberg, wo er auch begraben liegt.

Wie es scheint, hat Schilling neben seiner Patentschrift und seiner Doktorarbeit nichts mehr zum Thema Technik publiziert. Überliefert ist uns aber ein spielerisches Interesse, eine Freude an originellen Gerätschaften wie Kartoffelschälmaschinen oder elektrostatischen Staubbürsten. In seinem Berliner Haus richtet er sich schnell eine Werkstatt ein, und 1923, nach Beginn der ersten Rundfunksendungen, installiert er im Ministerium einen selbstgebauten Detektorempfänger. Später kommen Röhrengeräte hinzu.

Da uns keine privaten Aufzeichnungen Emil Schillings vorliegen, können wir nur vermuten, was ihn zu seiner „Steuerungsvorrichtung“ inspiriert. Vielleicht ist es das ganz naive Vergnügen, mit einer mechanischen Rechenmaschine zu hantieren, vielleicht aber auch die Beobachtung einer Lochkartenanlage nach dem Hollerith-Prinzip. Letzten Endes läßt uns der Ichenhausener mit seiner schwäbischen Zurückhaltung und der Patentschrift allein.

Die Erfindung

Der Hauptanspruch von Patent Nr. 580675 erstreckt sich auf eine „Steuerungsvorrichtung für ein Rechenwerk o. dgl., welche mittels getrennter, gelochter Schablonen, von denen die eine die veränderlichen Grundwerte der Rechenoperationen in symbolischer Darstellung durch Löcher enthält und die andere durch Lochungen die Art des auszuführenden Rechengangs bestimmt, auf die Rechenvorrichtung einwirkt“.

Emil Schillings Erfindung, soweit patentiert, ist also ein Steuergerät, das an die

Stelle eines Menschen tritt, der eine Rechen-, Schreib- oder Buchungsmaschine bedient. Da sich aber die Patentschrift bis auf einen Hinweis, auf den wir noch zurückkommen, nur mit mathematischen Anwendungen befaßt, wollen wir stets ein Gesamtsystem aus Steuer- und Rechenvorrichtung voraussetzen. Dennoch sei das „o. dgl.“ nicht vergessen: Der Patentexperte Schilling hält sich hiernit alle möglichen Verwendungsgebiete frei.

Machen wir uns das Funktionieren des Gesamtsystems anhand der Abbildungen 1 und 2 der Patentschrift klar! Es sind dies keine maßstabgetreuen Darstellungen der Rechenanlage, die ja niemals gebaut wurde, sondern typische Patentschrift-Schemata, die den inneren Aufbau und die Wirkungsweise eines Mechanismus erläutern. So gehören in Abb. 1 die Tasten 55 und 56 (rechts unten) zur Addiermaschine 14 (Mitte oben). Diese Maschine wie auch die eigentliche Erfindung, die Steuerungsvorrichtung, die sich „um sie herum“ erstreckt, werden durch den Elektromotor mit der Ziffer 1 angetrieben. Außerdem wird der Tank 3 über einen Kompressor 2 mit Druckluft gefüllt. Denn der Schillingsche Automat arbeitet nicht elektronisch wie die heutigen Computer, sondern mechanisch-pneumatisch.

Bei laufendem Motor befindet sich das System dank einer automatischen Umschaltung – die wir aber nicht näher beschreiben wollen – stets in einem von zwei Zuständen: Entweder rechnet die Addiermaschine, oder es tut sich etwas in der Steuerung. In diesem Fall wirkt der Motor über die Achsen 11 und 19 und ein sinnreich konstruiertes Schaltgetriebe auf die Walzen 29 und 48 (links unten). Zusätzlich betätigt er durch den Nockenkörper 22 das Ventil 3a, das Druckluft aus dem Tank in die Steuerungsvorrichtung strömen läßt.

Die Walzen, die wir in Abbildung 1 von oben sehen, betrachten wir in Abbildung 2 von der Seite. Wir erkennen jetzt, daß es nicht zwei sind, wie es zuerst den Anschein hatte, sondern vier, von denen jeweils zwei einen Lochstreifen transportieren. Der linke Streifen, in der Sprache des Patents die „Schablone der Veränderlichen“, enthält die numerischen Da-

EIN UNBEKANNTER COMPUTERPIONIER

ten der Rechnung, der rechte, die „Zeitreglerschablone“, trägt das Rechenprogramm. Unseren modernen Ausdruck kennt Schilling natürlich noch nicht; bei ihm dient der Lochstreifen zur „Einleitung der von den Veränderlichen unabhängig auszuführenden Maschinenspiele, z.B. für die Auslösung von Steuerungsvorgängen in der gewollten zeitlichen Reihenfolge“. Im „Steuerzustand“, wenn der Elektromotor Schaltgetriebe und Druckluftventil in Gang hält, werden die zwei rechten Walzen (29) und mit ihnen die Zeitreglerschablone (30) in periodischen Abständen weiterbewegt. Da das Getriebe über einen Vorwärtsgang und einen Rückwärtsgang verfügt, kann dies in beiden Richtungen geschehen. Ventil und Walzen sind dabei so synchronisiert, daß nur dann Druckluft fließt, wenn die Walzen Halt machen.

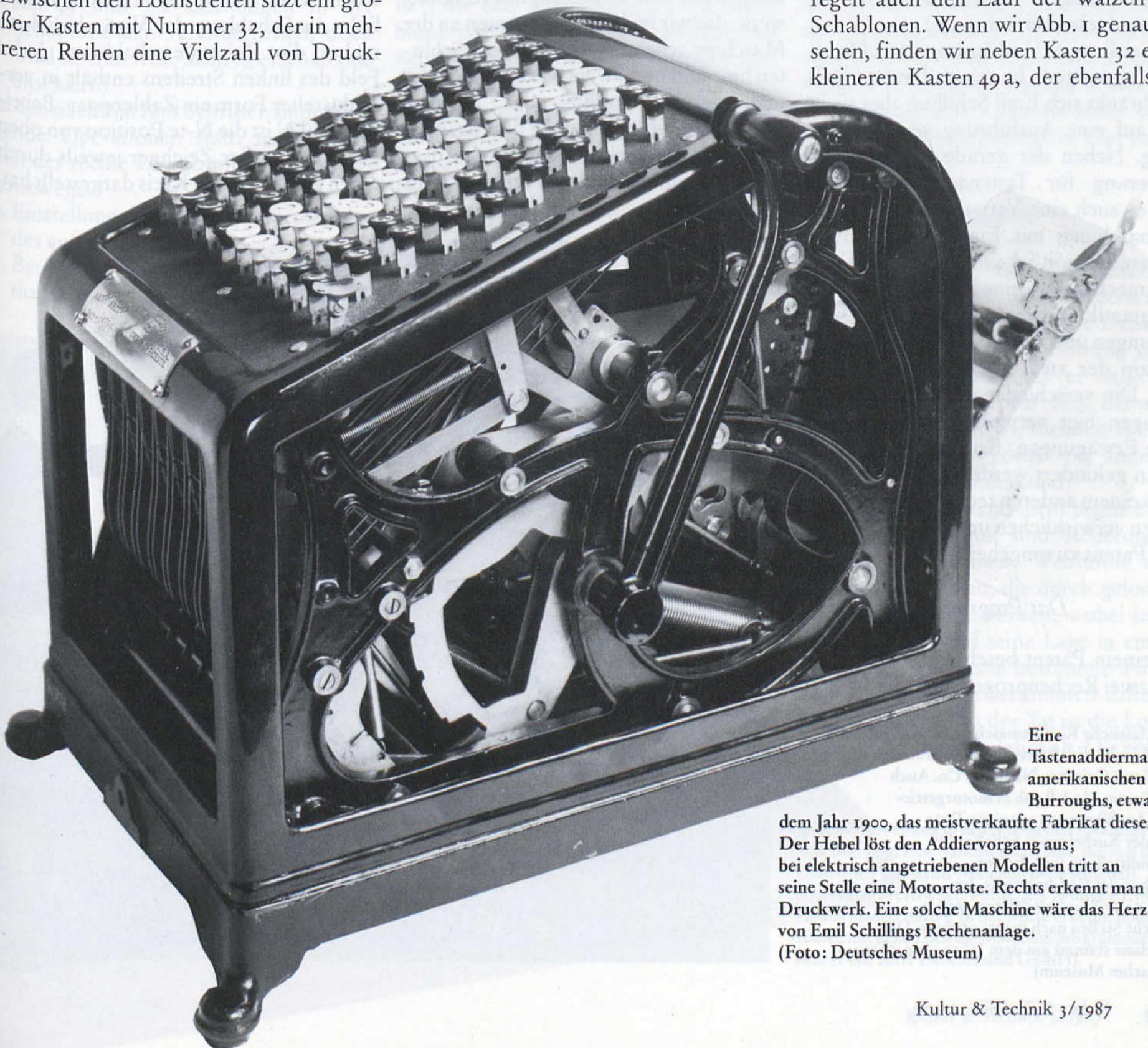
Zwischen den Lochstreifen sitzt ein großer Kasten mit Nummer 32, der in mehreren Reihen eine Vielzahl von Druck-

luftkanälen in sich birgt. Sie werden gespeist von der Leitung links im Bild, die wiederum von Ventil 3 a herkommt. Wie in Abb. 2 mit etwas Mühe erkennbar, besitzt jeder Kanal eine Eintritts- und zwei Austrittsöffnungen – Kanal 52 beispielsweise endet in den Öffnungen 52 a und 52 b. Die Öffnungen in den Seiten des Kastens können von den dort anliegenden Lochstreifen geschlossen oder freigegeben werden. Damit durch einen Kanal Druckluft strömt, müssen drei Bedingungen erfüllt sein:

1. Alle vier Walzen halten an, und das Ventil wird betätigt.
2. Die Schablone der Veränderlichen weist am Eingang des Kanals eine Lochung auf.
3. Die Zeitreglerschablone ist an einem Ausgang des Kanals – oder an beiden – gelocht.

Die in den Lochstreifen codierte Information wird so auf pneumatische Weise „gelesen“, um eine moderne Sprechweise zu verwenden. Zugleich leitet die Druckluft auch ganz konkret den Rechenvorgang ein: In Abb. 2 betätigt sie die Zifferntasten 55 und 56 der Addiermaschine. Andere Leitungen können zur Motortaste der Maschine führen, die den Additionsvorgang auslöst. Sobald die Rechenmaschine durch Druck der Motortaste in Betrieb gesetzt ist, tritt das Gesamtsystem in den „Rechenzustand“ über: Das Schaltgetriebe für die Walzen wird abgekoppelt, und ebenso versiegt der Strom der Druckluft von Ventil 3 a. Erst nach Beendigung der Addition kehrt das System in den Steuerzustand zurück und liest weiter die Lochstreifen.

Doch die komprimierte Luft drückt nicht nur die Tasten der Addiermaschine, sie regelt auch den Lauf der Walzen und Schablonen. Wenn wir Abb. 1 genau ansehen, finden wir neben Kasten 32 einen kleineren Kasten 49 a, der ebenfalls ans



Eine
Tastenaddiermaschine der
amerikanischen Firma
Burroughs, etwa aus

dem Jahr 1900, das meistverkaufte Fabrikat dieser Art. Der Hebel löst den Addiervorgang aus; bei elektrisch angetriebenen Modellen tritt an seine Stelle eine Motortaste. Rechts erkennt man das Druckwerk. Eine solche Maschine wäre das Herz von Emil Schillings Rechenanlage.
(Foto: Deutsches Museum)

Ventil 3a angeschlossen ist und an der Seite Öffnungen aufweist, die von der Zeitreglerschablone kontrolliert werden. Je nach Lochung fließt Druckluft durch den Kasten und weiter in Richtung Schaltgetriebe – insgesamt erkennen wir drei dort hinführende Leitungen. Ein pneumatischer Impuls kann so eine Drehung des Walzenpaares 48 auslösen und mit ihr den Weitertransport der Schablone der Veränderlichen. Im Klartext: Ein richtig plaziertes Loch in der Zeitreglerschablone sorgt dafür, daß neue Eingabewerte ins Rechenprogramm gelangen. Die Druckluft kann aber auch – bei anderer Perforierung – die Drehrichtung der Walzen 29 beeinflussen: Das Getriebe schaltet sozusagen vom Vorwärts- in den Rückwärtsgang oder umgekehrt. (Die Drehung der Walzen 48 läßt sich ebenfalls abändern, allerdings nur durch direkten Eingriff von Hand – siehe den kleinen Hebel bei Achse 47.)

Dies soll zum Verständnis der „Hardware“ genügen. In seiner Patentschrift beschränkt sich Emil Schilling aber nicht nur auf eine Ausführung seiner Erfindung. Neben der gerade geschilderten Steuerung für Tastenaddiermaschinen gibt es auch eine Variante für Sprossenradmaschinen mit Einstellhebeln. Eine weitere Version arbeitet ohne Druckluft, rein mechanisch, eine andere ersetzt die Pneumatik teilweise durch elektrische Leitungen und Relais, ohne vom Grundprinzip der zwei Lochstreifen abzugehen. Die verschiedenen Versionen entspringen hier vermutlich patentrechtlichen Erwägungen: Konkurrenten sollen daran gehindert werden, Schillings Idee nach einem anderen technischen Verfahren zu verwirklichen und auf diese Weise sein Patent zu umgehen.

Das Programm

In seinem Patent beschreibt Emil Schilling zwei Rechenprogramme, die auf sei-

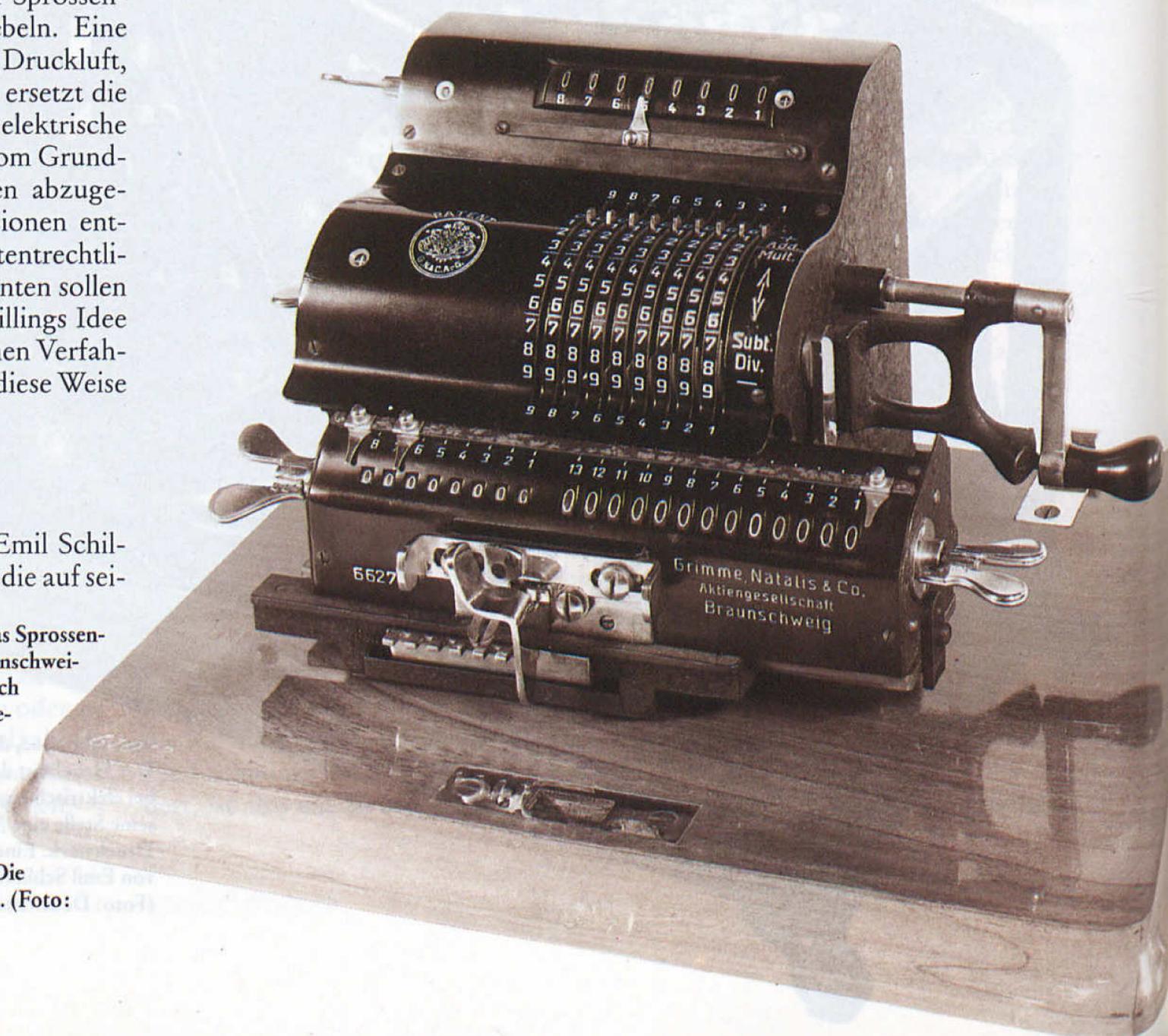
Die klassische Rechenmaschine für das Sprossenrad-Prinzip, die „Brunsviga“ der Braunschweiger Firma Grimme, Natalis & Co. Auch von diesem Modell gab es motorgetriebene Ausführungen mit einer Taste statt der Kurbel sowie Schalter für die Nullstellung und das Verschieben des Resultatwerks. Im Bild ist der Resultatschlitten gerade um acht Stellen nach rechts gerückt. Die Maschine stammt aus dem Jahre 1924. (Foto: Deutsches Museum)

nem System ablaufen. Wir wollen eines hier wiedergeben, das zu zwei einstelligen natürlichen Zahlen a und b den Wert $(10 \cdot a) + b$ ermittelt. Die Steuerungsvorrichtung ist dabei mit einer Sprossenradmaschine verknüpft.

Zum Verständnis der Schillingschen „Software“ müssen wir kurz auf diesen Rechenmaschinentyp eingehen, von dem das Foto ein handgetriebenes Exemplar zeigt. Schilling denkt bei seinem Programm natürlich an ein elektrisch angetriebenes mit Motortaste statt Kurbel, doch gibt es in der Funktionsweise nur unwesentliche Unterschiede. Bei beiden Varianten werden die Ziffern mit kleinen Hebeln, vergleichbar denen einer alten Registrierkasse, eingestellt, die jeweils ein Sprossenrad in Position bringen. Die Sprossenräder – ihr Aufbau soll uns hier nicht interessieren – bilden so einen Zahlenspeicher und wirken auf das Resultatwerk, das wir im Foto rechts unten an der Maschine sehen. Es kann wie ein Schlitten hin- und herbewegt werden. Im Normalzustand beeinflußt das äußerste Sprossenrad die Einerstelle des Resultatwerks, das nächste die Zehnerstelle usw. Schieben wir den Schlitten um eine Stelle

nach rechts, bleibt die Einerstelle uneinflusst, das erste Sprossenrad wirkt auf die Zehner, das zweite auf die Hunderter usw. Stellen wir also eine 4 ein und betätigen die Kurbel bzw. die Motortaste, erscheint im Resultatwerk eine 40. (Wir setzen hier voraus, daß das Werk vorher auf Null gebracht wurde.) Wenn wir nun den Schlitten in den Normalzustand zurückschieben und noch einmal kurbeln, dann ist die Einerstelle des Resultats betroffen: Wir lesen jetzt 44 ab.

Damit sind die technischen Möglichkeiten der Sprossenradmaschine natürlich lange nicht erschöpft, doch geht es uns hier nur um ihre Rolle innerhalb von Schillings Rechenprogramm. Dieses und die dazugehörigen numerischen Eingaben sind in den Schablonen codiert, die wir im vorigen Abschnitt kennengelernt haben. Auf Abbildung 11 der Patentschrift sehen wir die beiden Lochstreifen, links die Schablone der Veränderlichen, rechts die Zeitreglerschablone. Jedes Feld des linken Streifens enthält in verschlüsselter Form ein Zahlenpaar: Bei einer Zahl N ist die N-te Position von oben gelocht, was der Zeichner jeweils durch einen geschwärzten Kreis dargestellt hat.



EIN UNBEKANNTER COMPUTERPIONIER

Im Feld, das gerade gelesen wird, sind so die Zahlen 4 (in Reihe a) und 8 (in Reihe b) codiert.

Jedes Feld des rechten Streifens trägt, in drei Lochreihen codiert, einen „Befehl“ des Rechenprogramms, das in sechs Schritten abläuft. Abb. 11 zeigt uns den ersten Schritt, bei dem Feld I gelesen wird:

1. Ein Druckluftimpuls passiert den Kasten 49a und die dort platzierten Lochungen und betätigt über Blasebälge zwei Schalter der Rechenmaschine: Ihr Resultatwerk wird auf Null gesetzt, außerdem der Schlitten um eine Stelle nach rechts verschoben. Anschließend läuft die Zeitreglerschablone zwei Felder weiter, so daß Feld II gelesen werden kann. (Natürlich strömt auch Druckluft durch Kasten 49 und die Lochungen in der Schablone der Veränderlichen, doch wird sie durch die Zeitreglerschablone blockiert.)

In den nächsten fünf Schritten finden folgende Operationen statt, nach denen sich der rechte Lochstreifen jeweils weiterbewegt:

2. Einstellung des äußersten Sprossenrades auf die 4.
3. Betätigung der Motortaste, d. h. Addition der 4 auf die Zehnerstelle des Re-

sultatwerks, in dem nun 40 steht, außerdem Umkehrung der Drehrichtung der Walzen 29.

4. Verschiebung der Resultatschlittens um eine Stelle nach links.
5. Einstellung des äußersten Sprossenrades auf die 8.
6. Betätigung der Motortaste, d. h. Addition der 8 auf die Einerstelle des Resultatwerks, in dem dadurch 48 steht, außerdem Umkehrung der Drehrichtung der Walzen 29.

Durch das zweimalige Umschalten der Walzen landet der rechte Lochstreifen am Schluß genau dort, wo er am Anfang stand. Mit anderen Worten: Das Programm läuft in einer Endlosschleife immer wieder von vorne ab. Auch Emil Schilling bemerkt dies: In seiner Patentschrift erwähnt er eine „hier nicht dargestellte Lochung der Zeitreglerschablone“, die den Weitertransport der Schablone der Veränderlichen initiiert und neue Eingabewerte ins Programm einführt.

Was natürlich noch fehlt, ist eine Ausgabevorrichtung, denn Sprossenradmaschinen besitzen gewöhnlich kein Druckwerk. Das Programm ist also nicht praktisch verwendbar, da jede Resultatsanzeige im nächsten Zyklus ausgelöscht wird. Das zweite Programm seiner Rechenanlage schreibt Schilling aber für die

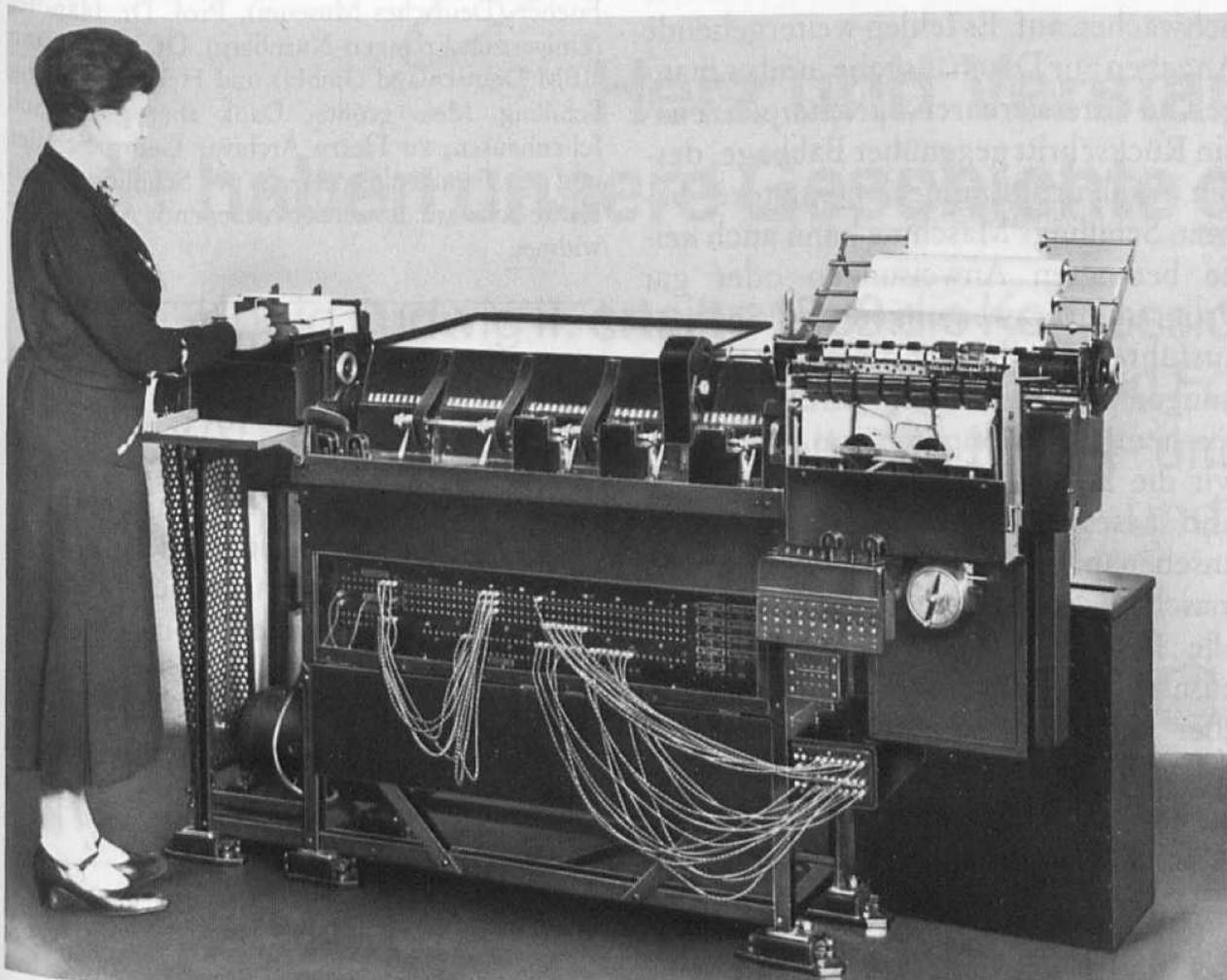
Verwendung einer Addiermaschine vom Burroughs-Typ, die über eine Druckausgabe verfügt. Es berechnet für einstellige Eingaben a, b, c und d den Wert $(a \cdot b) + (c \cdot d)$. Das Programm zerlegt die Multiplikation in wiederholte Additionen und benötigt dabei 22 Schritte, die für jedes Eingabequartett nacheinander ablaufen. „Es bedarf dann nur eines von der Maschine selbsttätig ausgeführten Wechsels des Lochfeldes der Schablone der Veränderlichen“, heißt es bei Schilling, „um in weiteren 22 Arbeitsspielen die nächste Rechnung ab + cd mit neuen Veränderlichen auszuführen usw. Der Zeitregler ist unverändert immer wieder von neuem verwendbar, solange sich das Rechenschema nicht ändert, das im übrigen beliebig kompliziert sein darf und die Grundrechnungsarten in beliebigem Wechsel enthalten kann.“ Schilling weiß also um die Bedeutung von Schleifen in der Programmierung. Ob seine Maschine wirklich beliebig komplizierte Rechnungen durchführen könnte, wollen wir lieber offenlassen – der Gedanke einer universellen Rechenanlage ist aber per se bemerkenswert.

Die Idee

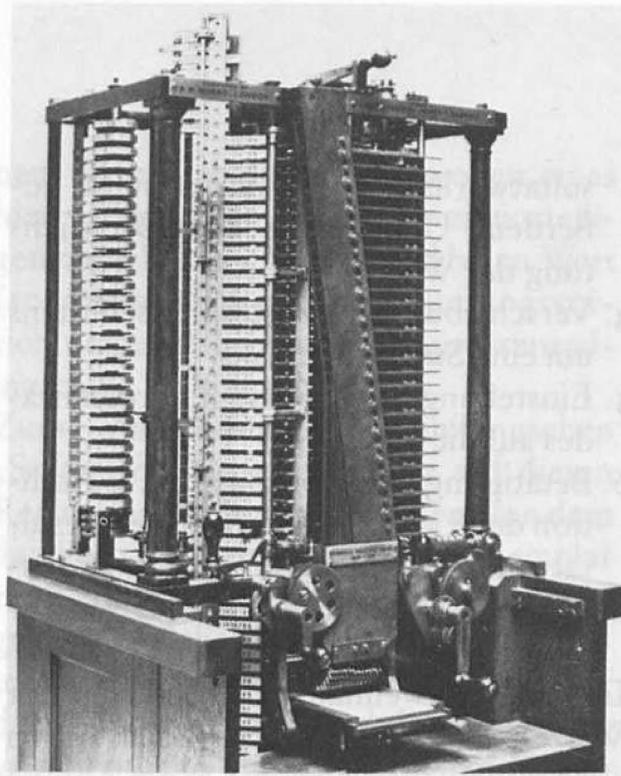
Keine Erfindung steht im luftleeren Raum. Jede baut auf früheren Ideen auf, aus denen sich in langwieriger Denkarbeit oder blitzartiger Erleuchtung neue herausbilden. Dabei kann es natürlich passieren, daß diese nur dem Erfinder neu vorkommen, in Wirklichkeit aber so oder in ähnlicher Form von anderen längst „gehabt“ worden sind.

Emil Schillings Patentschrift beginnt mit dem Satz: „Bekannt sind Steuerungen für Rechenmaschinen, Webstühle und ähnliche Maschinen, die durch gelochte Karten überwacht werden, wobei jedes Loch, bezogen auf seine Lage in einem Ordinatenkreuz, eine bestimmte Funktion hat oder einen bestimmten Zifferwert ausdrückt.“ In der Tat ist die Lochkarte schon über 180 Jahre alt. Die ersten

Datenverarbeitung in den „Goldenen Zwanzigern“: Das Bild zeigt eine Tabelliermaschine, die von der Deutschen Hollerith-Maschinen-Gesellschaft (Dehomag) vertrieben wurde, der heutigen IBM Deutschland GmbH. In der Mitte erkennt man die Kabel, mit denen sich die Maschine programmieren ließ. (Foto IBM Deutschland GmbH).



Speicher und Druckwerk der „Analytical Engine“, gebaut von Henry Prevost Babbage, dem jüngsten Sohn des Computerpioniers, in den Jahren von 1880 bis 1910. (Foto: Science Museum London)



Exemplare ersinnt der Franzose Joseph-Marie Jacquard 1805 für einen von ihm gebauten Webstuhl; gelochte Holztäfelchen finden sich bereits 1728 in Webstühlen.

Lochkarten finden ihren Weg auch in die Statistik. Bei der amerikanischen Volkszählung von 1890 verwendet Herman Hollerith sie als Datenträger und benutzt zur Auswertung einen sinnreichen elektrischen Zählmechanismus. In den zwanziger Jahren ist daraus eine ganze Industrie geworden, in der eine Firma mit der Abkürzung „IBM“ bereits eine führende Rolle spielt. Die angebotene Hardware reicht von einfachen Lochern bis hin zu ausgeklügelten Tabelliermaschinen, die die codierten Zahlen aufsummieren und ausdrucken können und per Steckkabel programmierbar sind. Zur Volkszählung kommt die betriebliche Datenverarbeitung, und noch 1975 tun über 400 IBM-Tabellierer – inzwischen elektronisch verfeinert – weltweit ihren Dienst. Auch Emil Schilling spricht in seiner Patentschrift von „einem bekannten System elektrischer Tabelliermaschinen“.

Die beiden Verwendungen der Lochkarte – als Datenspeicher nach Hollerith und zur Prozeßsteuerung à la Jacquard – sehen wir bei Schilling in Gestalt der zwei Lochstreifen vereint, deren Zusammenwirken die Steuerimpulse für sein System produziert. Jedoch ist auch diese Synthese nicht ganz neu. In den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts entwirft der englische Mathematiker Charles Babbage einen digitalen Rechenautomaten, die berühmte „Analytical Engine“. Sie wird ebenfalls durch Lochkarten gelenkt, die Zahlenwerte oder Rechenkommandos enthalten. Eine ähnliche Maschine beschreibt zu Beginn unseres Jahrhunderts der Ire Percy E. Ludgate. Beide Männer bleiben aber in Deutschland weitgehend unbekannt, und es ist nicht anzunehmen, daß Schilling irgend etwas von ihnen weiß.

Was ist also das wirklich Neue an seiner Erfindung, abgesehen davon, daß er vermutlich als Erster in Deutschland eine programmgesteuerte Rechenanlage konzipiert? Wir wollen vor allem eines hervorheben: Wie niemand vor ihm erkennt Emil Schilling die Bedeutung der

Software. Während Charles Babbage z. B. für eine Multiplikation einen Befehl einplant, zerlegt Schilling die Operation in elf Schritte; bei mehrstelligen Zahlen sind es entsprechend mehr. Dies verlängert zwar das Rechenprogramm, vereinfacht aber die Hardware in ganz erheblichem Maß. Verglichen mit der „Analytical Engine“ ist Schillings „Steuerungsvorrichtung“ von bestechender Eleganz und Übersichtlichkeit, denn er sieht, worauf es in der Datenverarbeitung ankommt – die Rechnung in viele kleine, von der Maschine leicht zu bewältigende Operationen zu zerteilen. Das ist vielleicht Emil Schillings originärste Erkenntnis.

Aus der Sicht der heutigen Informatik weist sein Entwurf natürlich diverse Schwächen auf. Es fehlen weitergehende Angaben zur Datenausgabe, und es mangelt an adressierbaren Speicherplätzen – ein Rückschritt gegenüber Babbage, dessen „Analytical Engine“ einen „store“ besitzt. Schillings Maschine kann auch keine bedingten Anweisungen oder gar Programmverzweigungen und Sprünge ausführen. Doch trotz dieser Einschränkungen haben wir einen Vorläufer unserer heutigen Computer vor uns. Wenn wir die Lochstreifen als Eingabeeinheit und Lesespeicher (read-only memory) ansehen und das Druckwerk der Addiermaschine als Ausgabeeinheit, kommen alle Bestandteile eines Digitalrechners zusammen: Ein- und Ausgabe, Speicher-, Rechen- und Steuerwerk.

Überblicken wir das Patent als Ganzes, wird die geistige Leistung des Dr. Emil Schilling offenbar. Es ist nicht nur die Be-

EIN UNBEKANNTER COMPUTERPIONIER

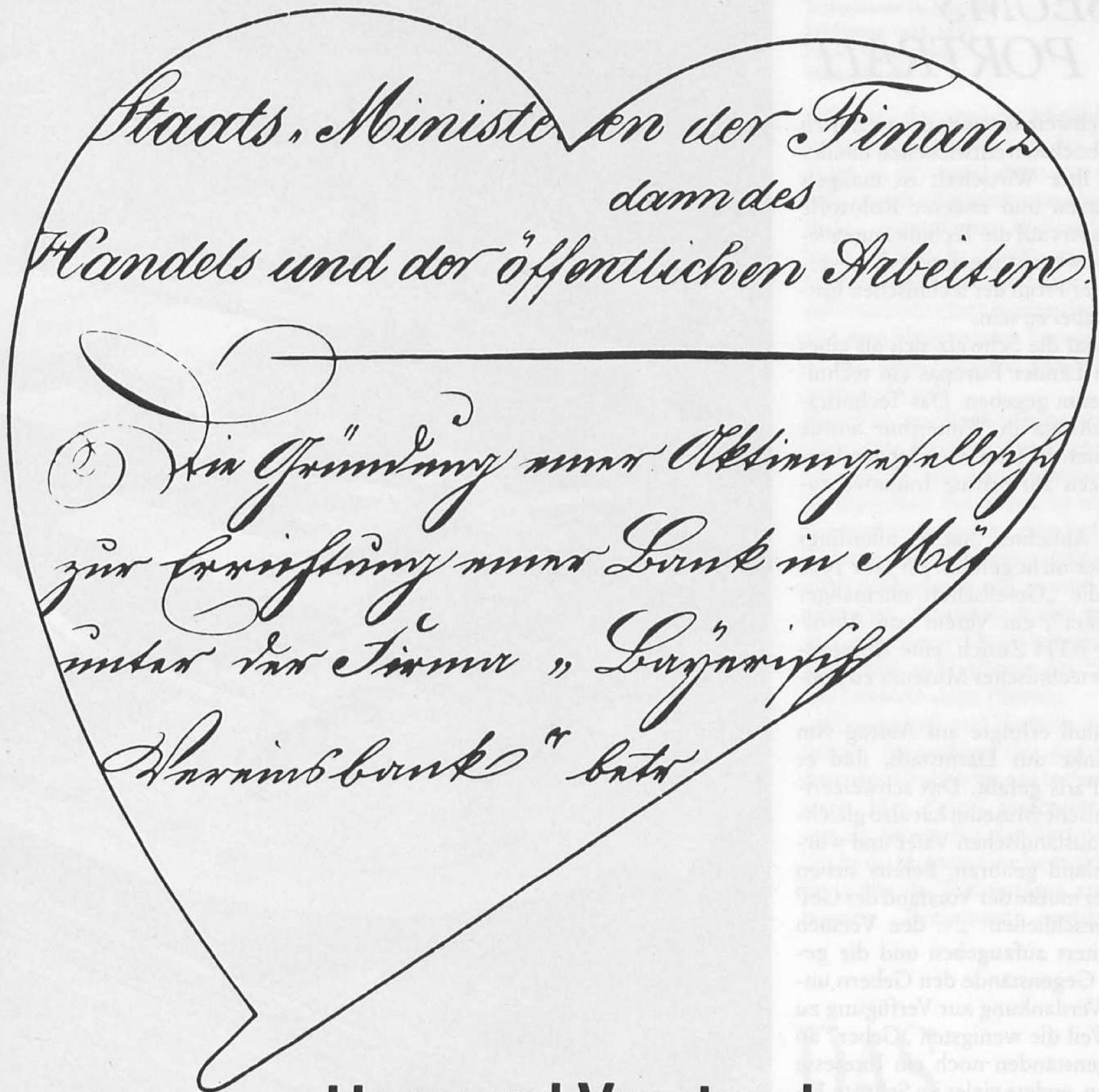
schreibung einer Erfindung, sondern eigentlich die Einführung in eine neue Technik mit Hardware, Software und Anwendungsideen. So lesen wir schon auf Seite 1 der Patentschrift: „In Verbindung mit einer normalen Schreibmaschine kann die Steuerungsmaschine als Adressiermaschine oder zur Ausfertigung formularmäßiger Einzelbriefe dienen.“ Vielleicht der erste Vorschlag überhaupt für Textverarbeitung!

Würde Schillings Computer – rein technisch gesehen – funktionieren? Die Frage stellt sich hier nicht. Für jede Erfindung gilt, daß es von der Patentschrift bis zur Produktionsreife noch ein weiter Weg ist. Daß seine Konzeption funktioniert, beweisen allerdings die großen und kleinen Elektronengehirne um uns herum. Zugleich beweist das Patent Nr. 580675, welche Überraschungen die Frühzeit der Datenverarbeitung für uns bereithält. Es ist schon verblüffend und auch ein bißchen tragisch, wie ein ahnungsloser Amateur im einsamen Basteln und Tüfteln eine Technologie entdeckt, die unsere heutige Welt verändert und weiter verändern wird. Die Geschichte des Computers ist noch lange nicht abgeschlossen – die Geschichtsschreibung nicht minder. □

Ich danke allen, die mich beim Zustandekommen dieser Arbeit unterstützt haben, insbesondere Dr. Fischer (Deutsches Museum), Prof. Dr. Händler (Universität Erlangen-Nürnberg), Dr. Kistermann (IBM Deutschland GmbH) und Herrn Wolfgang Schilling. Mein größter Dank aber geht nach Ichenhausen, zu Herrn Archivar Georg Schuler und zur Familienhistorikerin der Schillings, Frau Käthe Schwarz. Ihr sei der vorliegende Aufsatz gewidmet.

DER AUTOR

Dr. Ralf Bülow, geb. 1953, studierte Mathematik, Informatik und Philosophie in Bonn. Nach dem Diplom 1977 und der Promotion 1980 (mit einer Arbeit in mathematischer Logik) wechselnde Tätigkeiten, von 1985 an Volontär, seit April 1987 wissenschaftlicher Angestellter (Abteilung Forschung) im Deutschen Museum. Arbeitsgebiete u. a. Computergeschichte und Weltraumfahrt.



Herz und Verstand haben unsere Geschichte geschrieben.

König Ludwig II. erteilte 1869 die Konzession zur Gründung der Bayerischen Vereinsbank. Tradition und Fortschritt bestimmen auch heute unsere Arbeit. Als Kredit- und Hypothekenbank sind wir besonders leistungsfähig und weltweit präsent.



**BAYERISCHE
VEREINSBANK**

Ihre Bank mit Herz  und Verstand

MUSEUMS PORTRAIT

Die Schweiz ist eines der technisch am höchsten entwickelten Länder der Erde. Ihre Wirtschaft ist mangels Bodenschätzen und anderer Rohstoffe ganz besonders auf die Technik angewiesen. Die Schweiz ist regelrecht dazu verurteilt, an der Front der technischen Entwicklung dabei zu sein.

Trotzdem hat die Schweiz sich als eines der letzten Länder Europas ein technisches Museum gegeben. Das Technorama der Schweiz in Winterthur wurde 1982 eröffnet. Es kam nach langer Vorbereitungszeit auf private Initiative zustande.

An guten Absichten hat es allerdings schon früher nicht gefehlt. Im Jahr 1900 beschloß die „Gesellschaft ehemaliger Polytechniker“, ein Verein von Absolventen der ETH Zürich, eine Kommission für ein technisches Museum zu konstituieren.

Der Beschluß erfolgte auf Antrag von Prof. F. Linke aus Darmstadt, und er wurde in Paris gefaßt. Das schweizerische Technische Museum hat also gleichsam einen ausländischen Vater und wurde im Ausland geboren. Bereits sieben Jahre später mußte der Vorstand der GeP indessen beschließen: „... den Versuch als gescheitert aufzugeben und die geschenkten Gegenstände den Gebern unter bester Verdankung zur Verfügung zu stellen.“ Weil die wenigsten „Geber“ an ihren Gegenständen noch ein Interesse bekundeten, endete vieles im Schrott. Einige besonders wichtige Objekte fanden glücklicherweise den Weg ins Deutsche Museum. Eines davon, die Sulzer Ventildampfmaschine, ist heute noch ein Prunkstück.

Warum war der Versuch gescheitert?

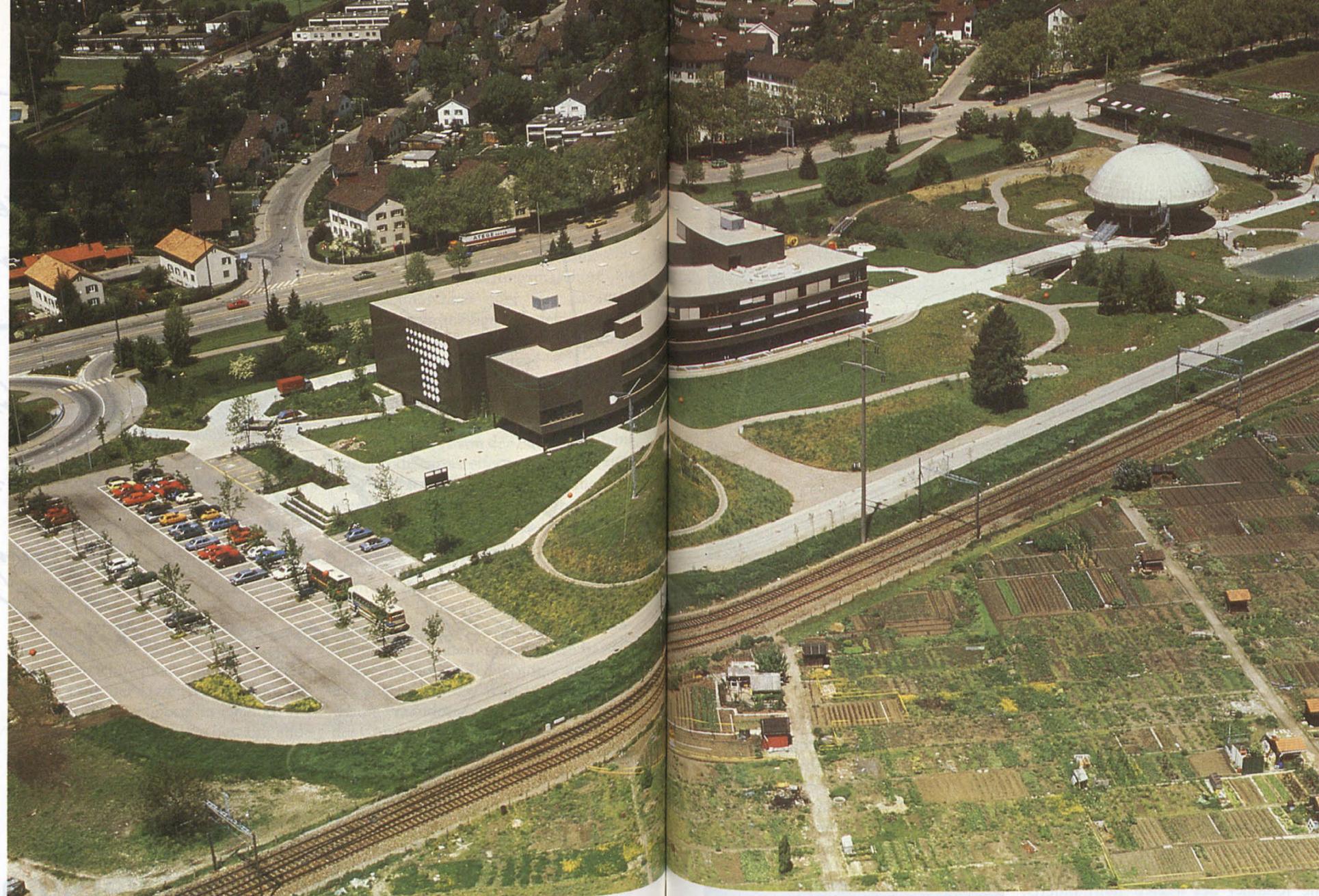
Einmal wurde der Aufwand, wie oft bei solchen Projekten, unterschätzt. Die Verantwortung lag zu sehr in den Händen von ohnehin überlasteten Persönlichkeiten. Es fehlte der Professionalismus, der die Arbeiten am Deutschen Museum so sehr auszeichnete. Einen weiteren Grund nennt die GeP selbst in

ihrem Rundschreiben an die Mitglieder, mit dem der Übungsabbruch bekanntgegeben wurde: „... Während wir bei der Vergangenheit anknüpfen wollten, wobei unsere Sammlung auch im günstigsten Fall für den gewöhnlichen Sterblichen aus altem Eisen bestanden hätte, ging das Münchener Museum vom heutigen Leben und von dem aus, was zur Zeit Gültigkeit hat, und zieht damit unendlich viel weitere Kreise ins Interesse.“ Beherzigenswerte Worte – auch heute noch!

Die Idee eines technischen Museums wurde erst am Ende des Zweiten Weltkrieges wieder aufgegriffen, und zwar an

zwei Orten unabhängig voneinander: In Zürich – hier bildete sich ein Verein für ein Eisenbahnmuseum, dessen Pläne sich sehr rasch zu einem Verkehrshaus der Schweiz entwickelten – und in Winterthur.

Man hat oft darüber diskutiert, warum das technische Museum der Schweiz seinen Standort ausgerechnet in Winterthur habe. Dieser Standort ist bestimmt nicht das Resultat einer Marketingstudie und sicher nicht Bestandteil eines nationalen Tourismus-Konzeptes, es ist ganz einfach die Folge des genius loci. Das Technorama *mußte* in Winterthur entstehen; es gibt keinen zweiten Ort in der



Luftaufnahme des Technorama im Jahr der Eröffnung 1982. (Alle Fotos: Technorama, Winterthur)

Schweiz, der so ausschließlich von der Industrie und damit von der Technik geprägt ist. So stand denn am Anfang die Idee und die Begeisterung einiger Bürger dieser weltoffenen und aufstrebenden Stadt. Vielleicht spielte in den Hinterköpfen auch der Gedanke eine Rolle, daß man mit einer nationalen Institution wie dem Technorama heraustreten könne aus dem Schatten des benachbarten großen Zürich.

Der Weg zur Realisierung war lang und von vielen Rückschlägen geprägt. Es gelang nicht, die Unterstützung der eidgenössischen Behörden im notwendigen Ausmaß zu erwirken. Die Stiftung Technorama der Schweiz, 1969 gegründet, blieb weitgehend auf private Träger angewiesen. Trotzdem wagte man sich an den Bau eines Museumsgebäudes, und am 8. Mai 1982 öffnete das Technorama der Schweiz seine Pforten.

„Wissenschaft und Technik in lebendiger Schau“ formulierte der damalige Präsident des Vereins für ein technisches Museum, H. E. Egloff, in den fünfziger Jahren als Motto für das Technorama. Die Technik, für viele eine bedrohliche Fremde, sollte im Technorama zu einer vertrauten Bekannten werden. Dazu

DAS TECHNORAMA DER SCHWEIZ IN WINTERTHUR

Simon Aegerter **Das Technorama der Schweiz in Winterthur ist eines der jungen technischen Museen Europas. 1982 wurde es eröffnet. Seine zum Teil neuartigen Einrichtungen – wie z. B. ein Jugendlabor –, aber auch seine eindrucksvollen Exponate ziehen eine wachsende Zahl von Besuchern an.**

Anhand dieses Exponats können die Zuschauer handgreiflich erleben, daß Zahnräder nicht rund sein müssen.

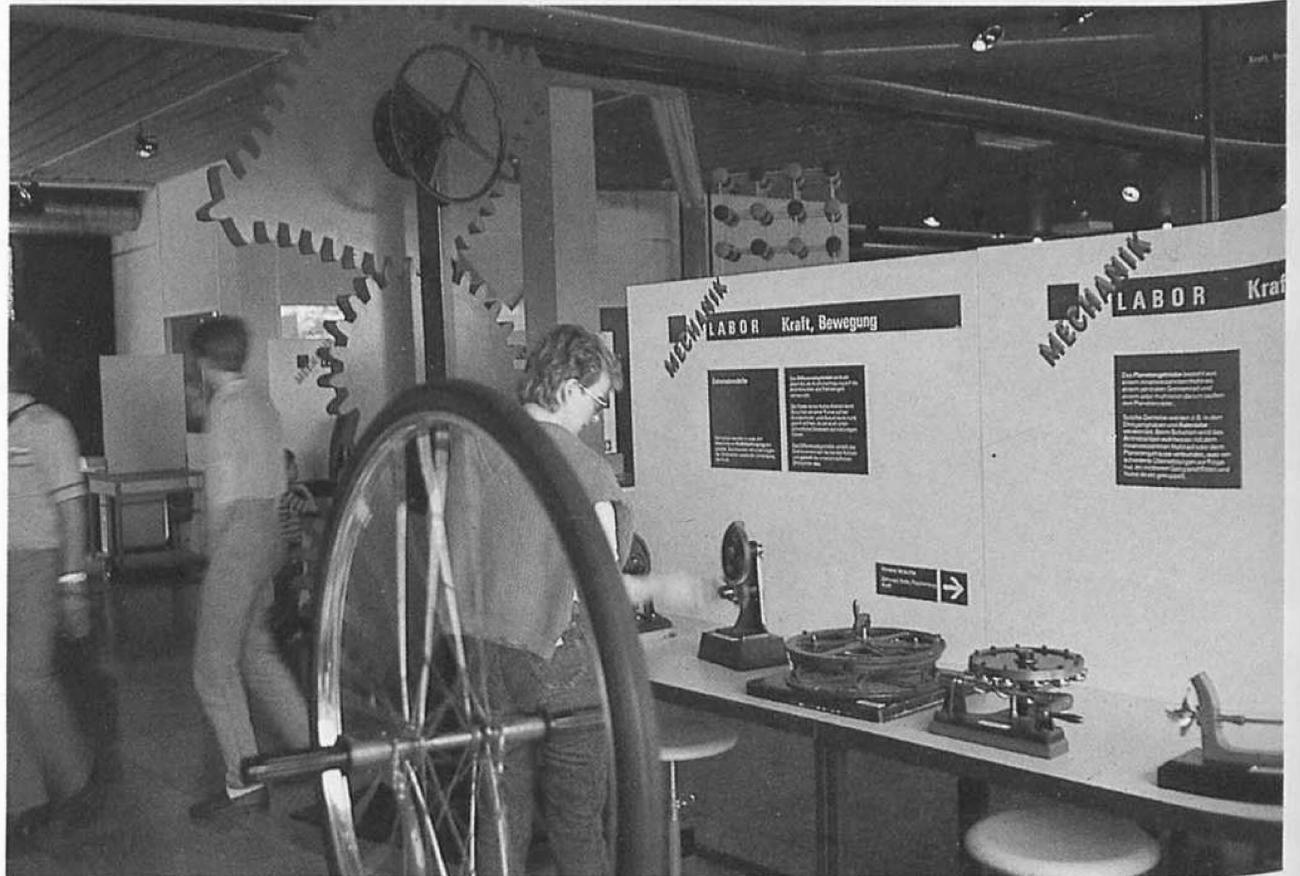
braucht es den direkten Kontakt, die Möglichkeit der Begegnung mit der Technik.

Die Architektur des Technorama-Gebäudes ist nicht unumstritten: Es ist ein fensterloser Kubus, der sich von außen kaum von irgend einem Industriebau unterscheidet. Die Architekten wollten den Ausstellungsgestaltern damit die volle Freiheit geben, das Licht unabhängig von Wetter und Tageszeit als Gestaltungsmittel einzusetzen. Dieses „Black-Box“-Konzept läßt die Besucher nicht neutral: Die einen sind begeistert, die anderen lehnen es ab.

Acht Ausstellungssektoren und ein Jugendlabor sind heute im Technorama vorhanden. Dazu kommen wechselnde Sonderausstellungen aus den verschiedensten Sparten der Wirtschaft und der Technik.

Begegnungen sollen im Technorama stattfinden. Um Begegnungen zu vermitteln, braucht es Menschen. Wir haben darum von Anfang an größten Wert auf die Betreuung der Besucher gelegt. Wir wollten mehr bieten als eine Museumsaufsicht: eine echte Besucherbetreuung. Dazu rekrutierten wir in Winterthur und Umgebung Damen und Herren, meist im Ruhestand, die Berufserfahrung in den entsprechenden Branchen aufwiesen. Sie haben die Aufgabe übernommen, die Ausstellung zu erklären und wo immer möglich Maschinen und Geräte vorzuführen. Dieses Konzept hat sich bewährt.

Der Sektor Textiltechnik eignet sich besonders gut für Vorführungen. Hier findet der Besucher Beispiele aus der Textiltechnik aus zwei Jahrhunderten. Die wichtigsten Entwicklungsstufen der Spinnerei, der Weberei und der Stickerei sind durch typische Maschinen dokumentiert. So steht der Selfaktor aus der Mitte des letzten Jahrhunderts neben der Ringspinnmaschine und der modernen Rotor-Spinnmaschine. Alle drei Maschinen werden mehrmals täglich in Betrieb genommen und demonstriert. Dabei fehlt natürlich das gute alte Spinnrad nicht. Daß Maschinen nicht nur die gewünschten Waren produzieren, sondern auch Lärm, erleben die Besucher bei der Demonstration der Webmaschinen.



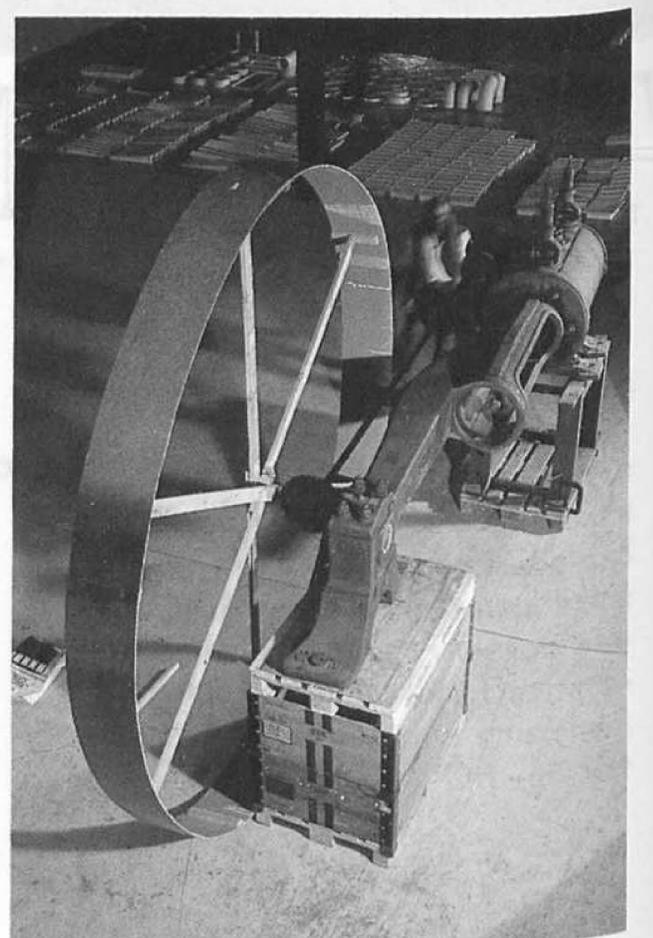
Wenn der Schützen-Automat aus den fünfziger Jahren läuft, erzittert das ganze Haus. Welche Wohltat sind dagegen die modernen schützenlosen Webautomaten – besonders die Luftdüsenwebmaschine!

Die Entwicklung der Technik ist nie ohne Einfluß auf gesellschaftliche Strukturen geblieben. Dies läßt sich am Beispiel der Textiltechnik besonders eindrücklich zeigen. Als die Maschinen kamen, ging das Zeitalter der Heimarbeit zu Ende, und es begann die Fabrikarbeit. Die ersten Spinn- und Webmaschinen waren die Jobkiller des letzten Jahrhunderts, und sie wurden denn auch entsprechend feindselig begrüßt. Schließlich aber haben die Maschinen mehr Jobs geschaffen, als sie zuerst vernichtet haben. Diesem Abschnitt der Technikgeschichte ist ein Teil des Textilsektors gewidmet. Die Information wird hier hauptsächlich audiovisuell vermittelt.

Audiovisuelle Mittel werden auch im Sektor Energie eingesetzt: Dem Thema Energie ist eine für Europa einmalige, spektakuläre Multimedienschau gewidmet. Die Bedeutung der Energietechnik für die Wirtschaft, die Gesellschaft und die Umwelt einst, jetzt und in Zukunft wird in eindringlichen Bildern und leichtverständlichem Text dargestellt. Realobjekte, darunter ein unvermittelt

erscheinendes, wasserbetriebenes Wasserrad, unterstreichen die Aussagen. Spezialisten aus den verschiedenen Fachgebieten kommen im Film zu Wort. Grundsätzliche Überlegungen werden von der Genfer Philosophin Jeanne Hersch beigesteuert. Die Energieschau hat in den fünf Jahren seit ihrer Konzeption nichts von ihrer Aktualität eingebüßt.

Der zweite Teil des Energiesektors ist den Wärmekraftmaschinen gewidmet. Diese Abteilung wird von den Physiklehr-



Viele hundert Arbeitsstunden sind nötig, um aus einem Stück Schrott wieder eine lauffähige Sulzer Dampfmaschine zu machen.

DAS TECHNORAMA DER SCHWEIZ

Wissenschaft zum
Anfassen im Jugendlabor.



ren der Oberstufe besonders geschätzt. Hier geben sich einmalige Möglichkeiten für den Anschauungsunterricht, denn auch hier können Maschinen und Motoren vorgeführt werden. Prunkstück ist eine große Sulzer-Ventildampfmaschine, die elektrisch angetrieben wird. Aus einleuchtenden Gründen nicht in Betrieb ist eine der allerersten industriellen Gasturbinen der Welt, eine Lokomotiv-Turbine aus dem Jahre 1938. Auf besonderes Interesse stoßen immer wieder die Heißluftmotoren mit ihrem ruhigen Lauf und dem scheinbar rätselhaften Antriebsprinzip.

Bei den jüngeren Besuchern beliebt ist der Sektor Automatik. Hier stehen ihnen neue und neueste Computer zur Verfügung, die sie nach Herzenslust ausprobieren können. Eher für Kenner ist dagegen die historische Abteilung im gleichen Sektor. Die Ausstellungsstücke reichen hier von der Rekonstruktion der ersten bekannten Rechenmaschine von W. Schikard bis zur Curta, dem Taschenrechner der vorelektronischen Zeit. Zu bestaunen ist hier ein „Saurier“ der Computergeschichte: die ERMETH, der einzige in der Schweiz gebaute Großcomputer.

Ein besonderer Reiz des Sektors Heim & Hobby ist die regelmäßige Vorführung von historischen Musikautomaten. Das

Technorama der Schweiz, Technoramastraße 1
CH-8404 Winterthur
Öffnungszeiten: Täglich 10–17 Uhr (Weihnachten,
25. Dez. geschl.). Für Gruppen ist gegen
Vorankündigung auch eine Abendöffnung nach
Wunsch möglich
Eintrittspreise: Erwachsene Fr. 9,-
Kinder und Jugendliche Fr. 5,-

dünne Pfeifen der Serinette bildet einen reizvollen Kontrast zum aufdringlichen Scheppern des Orchestrions. Höhepunkt der Vorführung ist jeweils die computerisierte Kirchenorgel.

Im Sektor Physik sind die Hologramme, die Experimente mit Strom und Magnetismus und die Abteilung Kartographie und Landesvermessung besonders beliebt. Im Bereich Bautechnik konzentriert sich das Technorama auf die Themen Brücken- und Tunnelbau. Die Ausstellung über Großbrückenbau ist dem Gedenken an unseren großen Landsmann Othmar Ammann gewidmet, der die bekanntesten Großbrücken im Osten der USA gebaut hat.

Äußerst vielfältig, aber eher statisch, präsentiert sich der Sektor Werkstoffe mit den wichtigsten Abteilungen „Werkstoffe im Wandel der Zeit“, „Werkstoffprüfung“, und „Herstellung und Verarbeitung“. Einzelne historische Prüfmaschinen eignen sich für Vorführungen. Der

Sektor Arbeitssicherheit ist zur Zeit in Revision.

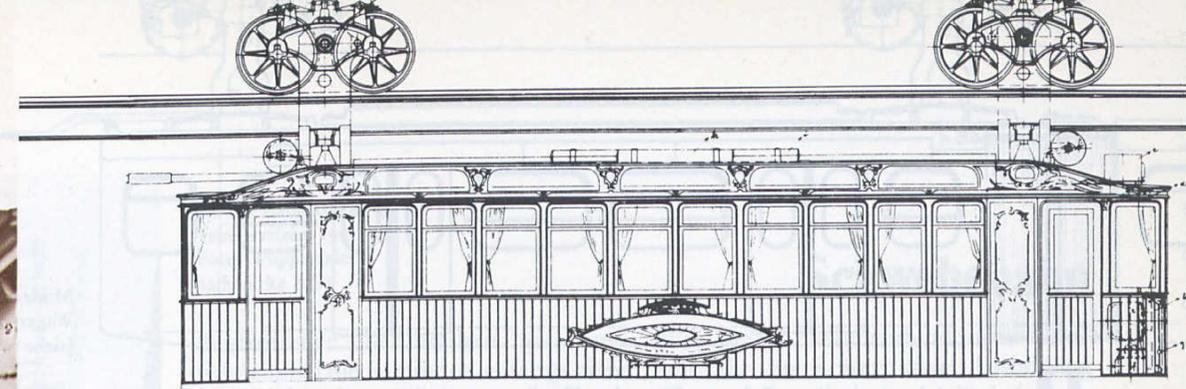
Zum eigentlichen Publikumsrenner entwickelte sich das Anfang 1986 neu eröffnete Jugendlabor. Auf über 700 m² Fläche stehen 120 Experimente aus vielen Bereichen der Naturwissenschaft. Hier können die Besucher allein oder mit Anleitung einfache aber auch anspruchsvolle Versuche durchführen und so die wichtigsten Naturgesetze selbst erforschen. Sie können die Schallgeschwindigkeit oder den elektrischen Widerstand alltäglicher Materialien messen, herausfinden, warum ein Flugzeug fliegt und warum ein Radfahrer nicht umfällt. Aber auch die Planktonpopulation eines Tümpels oder die Photosynthese können Forschungsthema sein. Auf jeden Fall heißt das Motto: Wissenschaft zum Anfassen!

Das Technorama der Schweiz will nicht eine Andachtshalle der Technik sein, sondern ein Ort der aktiven Auseinandersetzung mit der Technik und ihren Anwendungen. Es veranstaltet deshalb regelmäßig Sonderausstellungen, Vorträge, Tagungen und Kurse. Es ist für alle offen, die solche Anlässe durchführen möchten. Die dafür nötigen Einrichtungen sind vorhanden: ein Auditorium mit 150 Plätzen und ein Restaurant.

Fast 700 000 Menschen haben das Technorama seit der Eröffnung besucht und die Frequenzen sind steigend. Aus der langen Vorbereitungszeit verfügt das Technorama über einen außergewöhnlich umfangreichen Fundus: für jedes ausgestellte Objekt befinden sich deren 20 im Depot! Dieses reiche Sammelgut wird dann hilfreich sein, wenn es darum geht, die schlimmsten Lücken im heutigen Ausstellungsangebot zu füllen: Die Elektrotechnik und die Informationstechnik stehen im Vordergrund. □

DER AUTOR

Dr. Simon Aegerter, geboren 1938 im Kanton Bern. Studium der Physik an der Universität Bern; promoviert 1966. Forschungsaufenthalte in Indien und USA. Direktor des Technorama der Schweiz 1980 bis 1987.



Die Schwebebahn zu Wuppertal

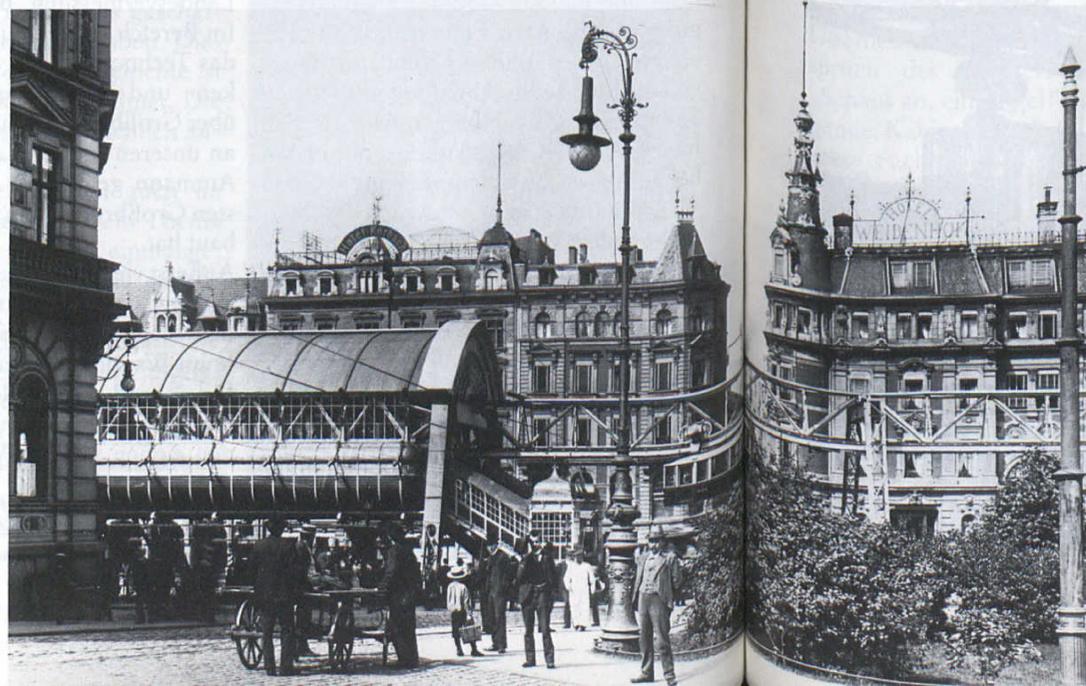
Adalbert Kukan

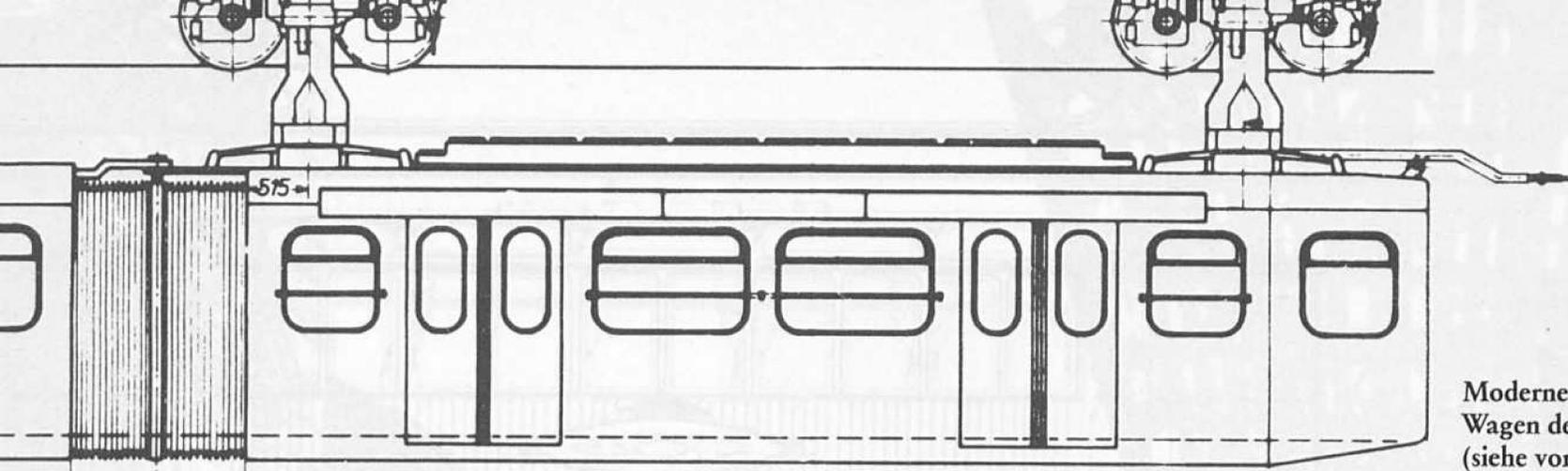
Am 24. Oktober 1900 weihte Kaiser Wilhelm II. eine Teilstrecke der Schwebebahn in Wuppertal ein. Sie ist bis heute in Betrieb und hat sich als das sicherste Nahverkehrsmittel der Welt erwiesen – das erstaunlicherweise nirgendwo in Deutschland nachgebaut wurde. Adalbert Kukan erzählt die Entwicklungsgeschichte der Bahn, beschreibt ihre Konstruktion und illustriert seinen Beitrag mit historischen Fotos vom Anfang dieses Jahrhunderts.

Bahnhof
Werther Brücke
Südwest-Ansicht 1985
(Foto: Wuppertaler Stadtwerke AG)

Landstrecke der Schwebebahn durch die Ortschaft Sonnborn mit Fahrzeug 00, 1903. (Foto: Wuppertaler Stadtwerke AG)

Bahnhof Döppersberg, 1900. (Foto: Wuppertaler Stadtwerke AG)





Moderne Wagen und
Wagen der Baureihe OO
(siehe vorherige Seite)

Bereits in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts sahen sich die damals noch selbständigen, aufstrebenden Gemeinden Barmen und Elberfeld im Tale der Wupper – das heutige Wuppertal mit 400 000 Einwohnern gibt es in dieser Form erst seit 1929 – mit der Aufgabe konfrontiert, das Problem des schnellwachsenden Straßenverkehrs mit möglichst zeitgemäßen Mitteln, entweder oberirdisch oder unterirdisch zu lösen.

Bis 1895 hatten Pferdestraßenbahnlinien die Personenbeförderung bewältigt, 1896 wurde das Netz elektrifiziert und erweitert, aber auch diese Maßnahme brachte nicht die erstrebte Entflechtung des Individualverkehrs auf den stark befahrenen und zunehmend vom Lastenverkehr frequentierten Verkehrswegen im langgezogenen, schlauchartigen Wupper-Tal. Man erwog zuerst den Bau einer Untergrundbahn, aber die ungünstigen Bodenverhältnisse machten diese Pläne zunichte. Auch dachte man zuweilen an die Errichtung einer Art Hochbahn mit konventionellen Mitteln, das heißt Schienenverkehr auf Ständern wie in Hamburg und Berlin, jedoch wurde auch dieses Projekt von den weitsichtigen Stadtvätern der betroffenen Gemeinden verworfen.

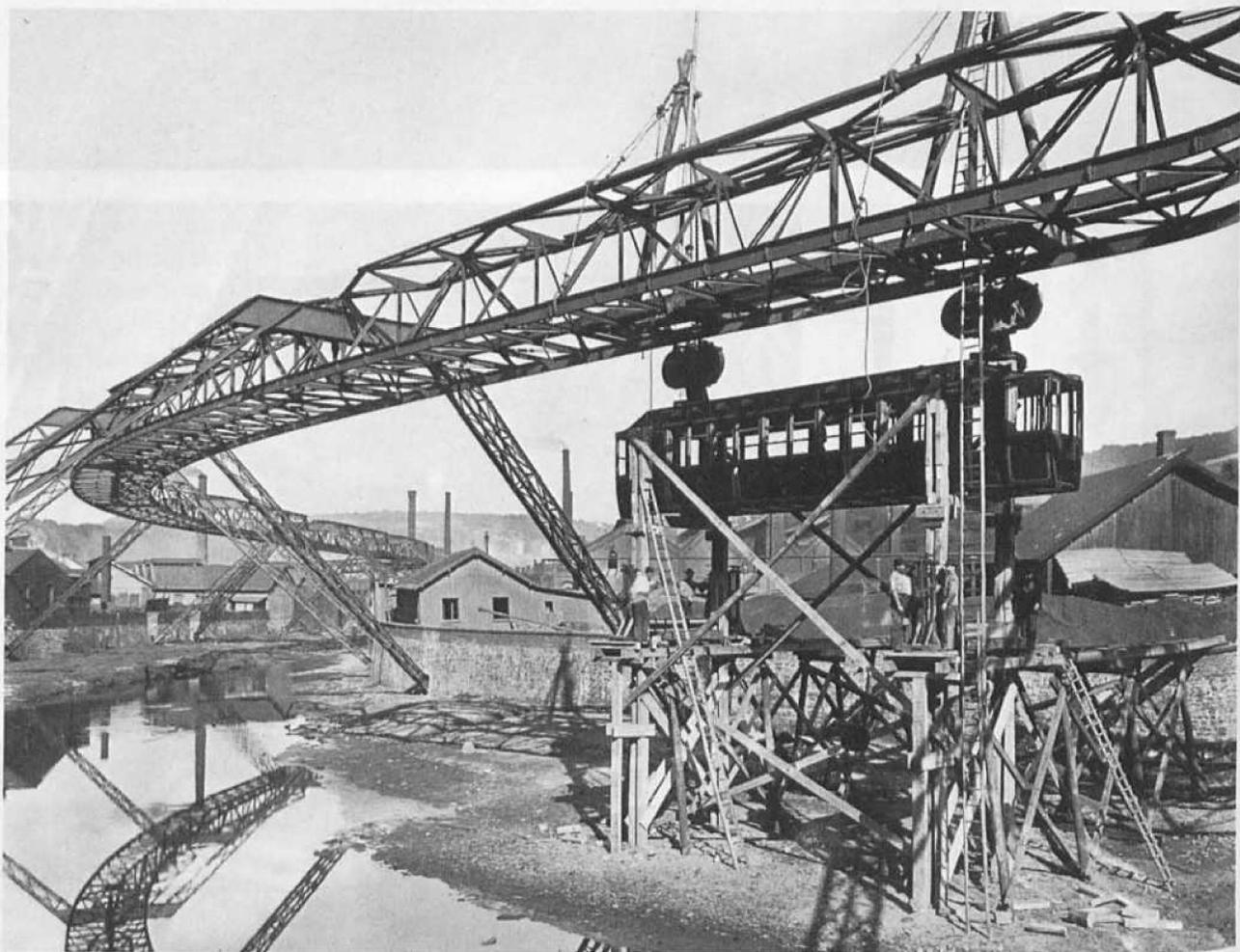
Zur gleichen Zeit entwarf Kommerzienrat Carl Eugen Langen, Erfinder, Konstrukteur und rheinischer Zuckerfabrikbesitzer ein gänzlich neuartiges Verkehrsmittel und experimentierte eifrig damit. Er stieß jedoch bei den in Frage kommenden Stadtverwaltungen nicht auf Gegenliebe. Die Städte Breslau, München und Berlin konnten sich für Langens revolutionäre, einschienige „Schwebbahn“ – an sich eine Hängebahn – ganz und gar nicht erwärmen. Nachdem Langen zuvor maßgeblich an der Entwicklung des epochalen Otto-Motors mitgewirkt und eine Anzahl technischer Neuerungen mit Erfolg in

der Zuckerverarbeitung eingeführt hatte, begann er um 1890 mit der Entwicklung eines Hängebahnsystems zur Personenbeförderung. Den Leitgedanken dazu entnahm er seiner eigenen, von ihm selbst eingerichteten Kölner Zuckerfabrik. Dort hatte Langen kleine Materialwagen benutzt, die auf einer hochgelegenen Gleitschiene über den Boden dahinrollten. Eine recht eigenwillige, aber funktionierende Einrichtung, die die Nutzung einer gegebenen Raumfläche auf zwei Ebenen erlaubte.

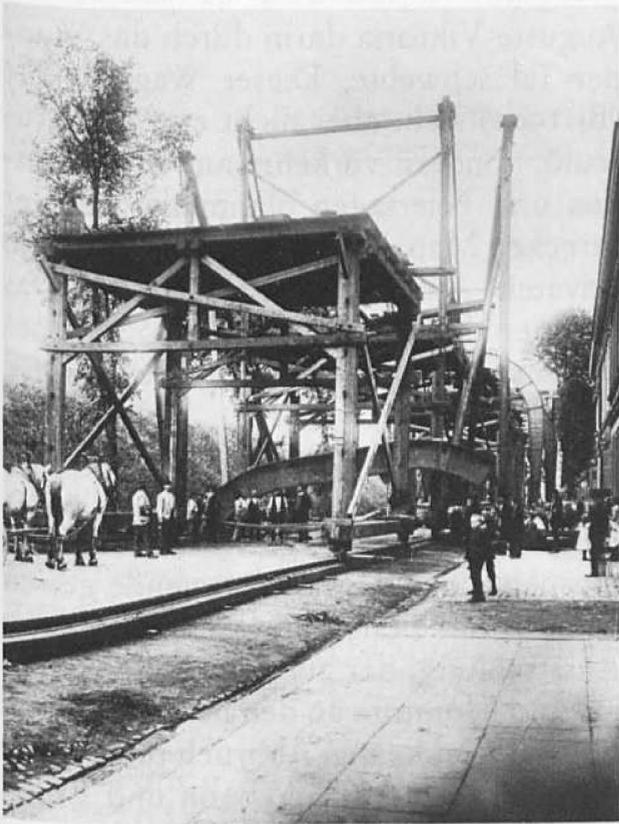
Langen kannte die Verkehrsprobleme des Wupper-Tals und erkannte zugleich die Chance, ihnen mit seiner, von ihm etwas enthusiastisch als „Schwebbahn“ apostrophierten Hängebahn zu Leibe zu rücken, und legte der im Frühjahr 1887 zusammengeschlossenen „Hochbahn-Kommission“ der Städte Elberfeld und Barmen ein entsprechendes Projekt vor. Bis zur Beschlußfassung der Stadtverordneten-Versammlung dauerte es allerdings noch weitere sieben Jahre. Erst am 28. 12. 1894 entschied man sich zum Bau einer einschienigen Hängebahn und übernahm das System Langen. In den

Jahren, die der Verwirklichung vorangegangen sind, wurde das Für und Wider des Langenschen Realisierungsvorschlags heftig in der Öffentlichkeit diskutiert. Eine glühende Begeisterung der Befürworter einerseits und die leidenschaftliche, jedoch kaum sachliche Ablehnung auf Seiten der Gegner („...wahnsinniges Unterfangen“, „Satans Werk“, „sündige Eitelkeit“ usw. waren nur einige, gerne gebrauchte und diffamierende Argumente der gegnerischen Partei) kennzeichneten die Vorstufe des Vorhabens.

Am 31. 12. 1894 wurde schließlich der Vertrag über den Bau und Betrieb der nunmehr auch offiziell „Schwebbahn“ genannten Hängebahn zwischen den Oberbürgermeistern Wegner und Jaeger sowie der „Elektrizitäts-AG“ (vormals Schuckert & Co./Nürnberg) abgeschlossen. Vereinbart wurde eine Streckenführung beginnend mit der Station Zoo über die Wupper bis Rittershausen (Oberbarmen). Zu diesem Zweck wurde ein Tochterunternehmen der „Elektrizitäts-AG“, die „Continental Gesellschaft für elektrische Unternehmungen“ ins Le-



Der erste Wagen der Serie AB wird
in der Nähe der Station „Zoo“ auf das
Gleis gehängt, 1898.
(Foto: Wuppertaler Stadtwerke AG)



Bau der Landstrecke bei Hammerstein, 1901. (Foto: Wuppertaler Stadtwerke AG)

übertroffenen Berühmtheit aus, und nicht einmal die zumindest anfangs nicht unüberhörbaren Fahrgeräusche vermochten es, ihre Bedeutung und spätere Beliebtheit zu schmälern. Heute ist die jung gebliebene Schwebebahn das skurrile, charakteristische Wahrzeichen der weitverzweigten Großstadt Wuppertal.

Vom Baubeginn 1898 bis heute

Der Baubeginn war im Sommer 1898. Für die insgesamt 472 Eisenstützen des tragenden Gerüsts benötigte man 19 200 Tonnen Stahl und Eisen. Das Gerüst (ohne Wagenhallen) besteht aus Fachwerkträgerbrücken („Rieppel-Träger“), ursprünglich 469 Brücken von 21 bis 33 m Länge, die auf Pendelrahmen gelagert sind. Jede Brücke ruht mit einem festen und einem in Längsrichtung beweglichen Lager auf den Jochbalken der Stützen. Die Längskräfte werden von Verankerungspunkten alle 200 bis 250 m aufgenommen. Der Rieppel-Träger ist (je nach Länge) 36- bis 42fach statisch unbestimmt. Es handelt sich hier um eine konstruktive Lösung, die Anfang des Jahrhunderts noch nicht statisch erfaßbar und berechenbar war. Erst heutige Berechnungsmethoden erlauben eine Simulation und beweisen quantitativ – was dem Praktiker qualitativ bekannt war – eine hohe Kraftumlagerungsmöglichkeit in diesem Fachwerksystem, wodurch Überbeanspruchungen einzelner Konstruktionsglieder ausgeglichen werden. Die Schiene ist im Abstand von 75 cm auf Unterlagsplatten gelagert und auf dem Schienenträger so befestigt, daß sie längsbeweglich bleibt. Die Längsbewegungen werden in Dilatationsstößen aufgenommen. Das Material besteht aus einem Stahl, dessen mechanische Eigenschaften dem des heutigen St 37 gleichen. Wegen ausgeprägter Steigerungszonen darf am – ursprünglichen – Gerüst nicht geschweißt werden. Dadurch sind nur

Schwebebahn

Niet- und Schraubverbindungen möglich, die an konstruktive Ausbildung (Querschnittsschwächung), Sorgfalt der Montage (Passung) und Material besondere Anforderungen stellen. Insbesondere dürfen nicht etwa gerissene Bolzen oder gelöste Schrauben (z. B. der Schienenbefestigung) vom Gerüst herabfallen. Bei anderen, aufgeständerten Bahnen, die in der Regel ein geschlossenes Gleisbett haben, ist dies weniger problematisch. Es entstanden insgesamt 19 Bahnhöfe auf der Strecke, die auf 944 Einzelbeinen ruht und 16 Millionen Goldmark gekostet hat (etwa 65 Millionen DM). Der Bau schritt zügig voran, und so konnte am 4. 3. 1900 die erste Probefahrt stattfinden, der im Sommer weitere folgten. Am 24. 10. 1900 weihte dann Kaiser Wilhelm II. samt Gefolge bei einer Fahrt von Doppersberg (Elberfeld-Mitte) nach Vohwinkel mit großem, preußischem Pomp und Spektakel die Schwebebahn ein. Ein halbes Jahr später, genau am 1. 3. 1901, fand für den Streckenteil „Kluse-Zoo“ die offizielle Inbetriebnahme statt. Zwei Monate später im Mai 1901 wurde dann der Abschnitt „Zoo-Vohwinkel“ der Strecke eröffnet, und schließlich folgte am 27. 6. 1903 die Freigabe der Reststrecke „Kluse-Rittershausen“ (heute Oberbarmen).

Bis heute legte die Schwebebahn gut 290 Millionen km zurück und beförderte insgesamt ca. 1,4 Milliarden Fahrgäste, wohl eine einmalige Leistung, die sie in ihrer höchst wechselvollen und oftmals unruhigen Geschichte vollbrachte. Nachstehend einige Meilensteine und schicksalsträchtige Ereignisse aus der „Laufbahn“ der geliebten, bis heute ohne Unfall mit tödlichem Ausgang verkehrenden Wuppertaler Schwebebahn:

- 1925 wurde die Marke „20 Millionen beförderte Fahrgäste“ erreicht.
- 1926 Neubau des Bahnhofs Döppersberg.
- Mai/Juni 1944: bei Luftangriffen auf

ben gerufen. Auch die Düsseldorfer Regierung konnte die Erteilung der Baugenehmigung nicht verweigern: Am 31. 10. 1896 wurde das Dokument ausgefertigt. Der Einwand der protestierenden Anlieger – insbesondere aus Sonnborn-Vohwinkel –, man werde von den vorbeifahrenden Wagen der Schwebebahn in die Schlafzimmer der Bürger sehen können, wurde zuguterletzt gleichfalls entkräftet. Man empfahl den Beschwerdeführern, gegebenenfalls einfach die Vorhänge zuzuziehen. Dabei blieb es auch. Dem Bau des einzigartigen Verkehrsmittels stand also nichts mehr im Wege, es ist mittlerweile sogar zu einem angesehenen und gern gesehenen, modernisierten Industriedenkmal geworden, das heute wie damals nach der Eröffnung unverändert täglich 55 000 Fahrgäste auf einer Strecke von 13,3 km befördert.

Überliefert und verbürgt ist ein Ausspruch des Dichters Jean Cocteau: „Schaut an, ein Engel!“, als er die „hängende Kabinenbahn“ (dies ist der korrekte Fachausdruck der heutigen Zeit) zum ersten Mal erblickte. Die Befürchtung vieler Barmer, durch die Bahn würde ihre Stadt „... in einer Weise verunziert, die haarsträubend ist ...“ (aus einem zeitgenössischen Flugblatt), hat sich offenkundig nicht bewahrheitet. Im Gegenteil. Die Schwebebahn wuchs sich zu einer bis heute in ihrer Eigenart nicht

Schwebebahn

- Barmen wird die Bahn schwer beschädigt, vorübergehende Betriebseinstellung.
- 19.12. 1944: der Betrieb wird wieder aufgenommen.
 - 1.1. 1945: erneute Unterbrechung der Strecke durch wiederholte Luftangriffe, dieses Mal auf Vohwinkel.
 - Ostern 1946: Eröffnung der wiederhergestellten Gesamtstrecke.
 - 21.7. 1950: der junge Zirkuselefant „Tuffi“ springt bei einer Werbefahrt aus der fahrenden Kabine und landete unversehrt in der Wupper.
 - April 1967: Eröffnung des neuen Bahnhofs „Alter Markt“.
 - 11.9. 1968: ein schleudernder Lkw-Anhänger rammt im Stadtteil Sonnborn einen Stützpfeiler, das Gerüst stürzt auf die Straße. Die Folgen: 10 Wochen Betriebsausfall auf der Gesamtstrecke.
 - 1972-1974: Erneuerung des kompletten Wagenparks durch 28 moderne Gliederzüge. Erhalten bleibt als Prunkstück der ehemalige sog. Kaiserwagen.
 - Juli 1973: 16 Tage Betriebsruhe wegen notwendig gewordener Anhebung eines Streckenteils im Bereich des Autobahnnetzes Sonnborn.
 - August 1974: Einbau der Wendeanlage im Bahnhof Zoo/Stadion.
 - Mai 1976: die Schwebebahn feiert 75. Geburtstag! Prominenz und Gäste aus Nah und Fern feiern gemeinsam mit der Bevölkerung.
 - September 1982: Eröffnung des Bahnhofs Ohligsmühle.
 - 1979-1984: Erneuerung und Verstärkung der Brückenlager am Schwebebahngerüst.
 - 1984: Bahnhof „Werther-Brücke“ wird im Jugendstil restauriert.

Einige technische Daten

Seit Betriebsbeginn gab es drei Wagentypen, und zwar die der Bauserien 00, 50, 72. Der alte Wagenpark, überwiegend aus den Gründungsjahren der Schwebebahn 1900/1912 und der Baureihe 1950, war sehr anfällig und unterhaltsaufwendig geworden. Die relativ kurze Lebensdauer der „jüngeren“ Wagen ist durch die Verwendung von nicht sehr hochwertigen Materialien in den

Nachkriegsjahren zu erklären. Zudem entsprach die technische Ausstattung der alten Wagen nicht mehr den Anforderungen an einen modernen Stadtbahnbetrieb und einen Einmannbetrieb.

Somit wurde entschieden, sämtliche Wagen durch *eine* Serie neuer Fahrzeuge zu ersetzen. Während die alten Züge aus zwei Wagen mit einem zulässigen Fassungsvermögen von 130 (Baureihe 1900) bzw. 160 Personen (Baureihe 1950) bestanden, wurden die neuen Fahrzeuge im Hinblick auf den anzustrebenden Einmannbetrieb als Gelenkwagen mit einem zulässigen Fassungsvermögen von rd. 200 Personen konzipiert. Das Tragegerüst liegt 12 Meter über der Wupper bzw. 8 m über der Straße im Bereich Sonnborn-Vohwinkel. Die Betriebsspannung des elektrischen Antriebs beträgt 600 Volt Gleichstrom ($\pm 25\%$), die Fahrmotoren eines Gelenkzuges leisten je 50 kW bei 187 A und 1.700 Upm. Die Spannung des Bordnetzes beträgt 24 V. Ein moderner Wagentyp kann 204 Fahrgäste aufnehmen, hiervon 48 Sitz- und 156 Stehplätze. Die blau-orange Leichtbaukonstruktion mißt 24 m in der Länge, ist 2,20 m breit und 2,50 m hoch. Das Leergewicht des Gelenkzuges beträgt 22 t, vollbesetzt 35,5 t. Die Höchstgeschwindigkeit beläuft sich auf 60 km/h, die mittlere Reisegeschwindigkeit liegt bei 25 km/h. Eine einfache Fahrt nimmt etwa 35 Minuten von Endhaltestelle bis Endhaltestelle in Anspruch.

Die Konstruktionsweise der Fahrschienen machte die Schwebebahn absturz- und entgleissicher. Ein ausgeklügeltes Blocksignalsystem verhindert Auffahrunfälle weitgehend. Es ereignete sich in 85 Jahren ein einziger Auffahrunfall (1917), der freilich ohne schwere Folgen blieb. Die einzige „Entgleisung“ in ebenfalls 85 Jahren geschah am 8.12. 1970 und verlief genauso glimpflich. Somit dürfte die Wuppertaler Schwebebahn das sicherste Nahverkehrsmittel der Welt sein.

Unter all den modernen orange-blauen dreiteiligen Schwebebahn-Gelenkzügen fällt ein Gefährt aus dem Rahmen, und zwar der leuchtend rote „Kaiserwagen“, Kaiserwagen deshalb, weil einstmalig Kaiser Wilhelm II. mitsamt Gemahlin

Auguste Viktoria darin durch das Wuppertal schwebte. Dieser Wagen Nr. 5 (Bj. 1900) steht aber nicht etwa im Museum, sondern verkehrt an Wochenenden und Feiertagen planmäßig auf der Strecke. Man kann ihn zu feierlichen, privaten Anlässen sogar mieten. Das schöne, alte Vehikel wurde 1976 generalüberholt und stilschlecht restauriert. Plüschgepolsterte Sitze, goldfarbene Vorhänge, nostalgische Leuchten machen ihn noch attraktiver. Er faßt allerdings nur 62 Plätze, gibt jedoch die Atmosphäre der Jahrhundertwende getreu wieder und besitzt eine unbestreitbare Ausstrahlung, der auch die Videokameras und Monitore an den modernisierten Bahnsteigen keinen Abbruch tun.

Der Konstrukteur der Bahn und Erfinder ihres Prinzips erlebte allerdings nicht den Siegeszug seines Werks. C. Eugen Langen verstarb bereits 1895, aber seine Enkelin wohnte der späteren Einweihung bei und überreichte der Kaiserin einen Rosenstrauß aus diesem Anlaß.

Die anfänglichen Kinderkrankheiten der Bahn wie beispielsweise hängengebliebene Kabinen auf offener Strecke oder Kurzschlüsse usw. waren schnell beseitigt. Heute gehört der im wahrsten Sinne des Wortes „Schlangenlinie“ fahrende „Tausendfüßler“ (944 Einzelbeine) unverrückbar zum vertrauten Stadtbild der romantisch-geschäftigen, sympathischen Stadt an der Wupper. Traditionspflege wird dort – bei allem Fortschrittsdenken – nach wie vor wohltuend großgeschrieben, und die große, alte, aber quicklebende Dame, Wuppertals unnachahmliche Schwebebahn, fügt sich unverändert harmonisch in das abwechslungsreiche Landschaftsbild. □

DER AUTOR

Adalbert Kukan ist Fernmeldeingenieur und Publizist. Zeitweise war er Mitarbeiter bei ITT. Er ist Initiator und Erbauer des Deutschen Urlaubers, Verfasser von Fachartikeln über elektronische Medien in „Funk“, NTZ, „Funk-Korrespondenz“, „Observer“ usw. Er ist ebenso als Technikhistoriker wie als Berater für Medien tätig.

Harald Hartung

Traum im Deutschen Museum

Die uns auffallen, das sind Maschinen
aus einem fremden Jahrhundert...

Lars Gustafsson

Hüter der Türen und Tore
wie stehst du vor mir
alter Mann, steinalt
steinhaufenalt, mit
Rillen im Antlitz
verschattet durch eine Mütze
Nachtdienstmütze, Schaffnermütze
bayrische Brocken, Steinbrocken
zwischen den Zähnen
dein Lächeln, Altmännerlächeln
entblößt - und ich soll dir folgen?

Ein früher Morgen, die Halle
dämmernd, du bespritzt die toten
dinosaurischen
Wasserräder mit Wasser, das
ihnen Lust macht auf weiteres
Wasser, aufs Laufen
Dann laufen sie an
ächzend und knarrend
eines ums andre
ohne etwas zu treiben als
sich und die schleiernden Speichen

Hüter der Herde
Hundstöter, Schlangentöter, kamst
einst unters Rad, das
du nicht erfandest
Sind das die Rillen im Antlitz:
deine Geschichte
die du mir verschweigst?
Les ich Geduld gegen Fragen
gegen all meine Ungeduld
weiterzukommen
durch endlose Abteilungen
(dahin, wo ich noch nicht bin, doch
sein möchte: zu mir)
Es gibt die Tiere auf Rädern
immer noch nicht, sagst du, doch ich
wäre gern das Rumpelstilzchen
auf goldenen Kugellagern, denn
mit dem Rad kam alles ins Rolln
sag ich und will schon im Hui
durch die älteren Abteilungen
wo die Ochsen auf dem Göpel
nur noch Metaphern sind für schweiß-
treibende Arbeit
toter Geschichte

Und schon ist man im Jahrhundert
wo Dampf alle Topfdeckel hebt
und der heiße Brei
auf die Straße schwappt:
Massen-Bewegung
das ölige Hin und Her von
Kolben (man schwitzt schon beim Zusehn)
und Pleuelstangen und Räder
halten Transmissionen in Gang
Riemen flattern von der Decke

im Clair obscur des Fabrikssaals
Gebeugte Ausgebeutete
taub für Signale
bei dem ohrenbetäubenden
Lärm auf den Schüttelrutschen: "So
(schreit der Aufseher)
stellen wir uns Geschichte vor
Wie falsch das ist, geehrter Herr
das sehen Sie im nächsten Bild!"

Das ALLERHEILIGSTE nicht wahr
braucht immer Stille (denn dann glaubt
man erst): Ein großer gefliester
gebohnerter Saal
und im Hintergrund
das Große Summende Schwungrad
(du darfst glauben, daß es eins ist)
Vollgekapselt läuft es, "entdröhnt"
und bebt nicht in seinen Lagern
Nur an den Füßen spürt man ein
Kribbeln, nicht unangenehm, wie
Liebe oder Entspannung sanft
Die Beine schlafen dir ein und
langsam, von unten
das übrige auch: Wenn du dich
rührst, möchtest du schreien vor Schmerz
Du rührst dich nicht, es ist zu spät

Am Ende des Saals
an der weißen Wand
bewegt sich etwas
wie von einem Luftzug
als wärs die Wand selbst die sich regt
oder ein Leintuch
das eine Öffnung
verdeckt, eine Höhle oder
die nächste Abteilung: Was ist
dort? Dort ist nichts. Nichts
als eine Augentäuschung: die
Zukunft der Zeiten
Schautafeln werden gepinselt
wenn die Erkenntnis nicht mehr brennt

*

Da ist mein Hermes fort und wie
vom Boden verschluckt - ich wende
mich zu den alten Maschinen
die mich als Kind faszinierten
ein Zauberer der
weiße Kaninchen in die öl-
glatten Zylinder praktiziert
und seine Lust hat
an Balanziergestänge und
Schiebersteuerung, vor allem
an der Lokomotive, dem
alten Puffing Bill

Harald Hartung (1979)

*'Traum im Deutschen Museum' heißt der Gedichtband, den Harald Hartung
1986 veröffentlicht hat. Der Autor stellte uns ein Manuskript des Titelgedichts
zur Wiedergabe zur Verfügung. Der Abdruck geschieht mit freundlicher Geneh-
migung des Verlages R. Piper, München.*

*Der Autor, Dr. Harald Hartung, geb. 1932, Lyriker, Essayist, Kritiker, ist Pro-
fessor für Deutsche Sprache und Literatur an der TU Berlin.*



Charlotte Schönbeck

Ingenieur in Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft

Festkolloquium
anlässlich des 75. Geburtstages
von Wilhelm Dettmering

Das Institut für Strahlantriebe und Turbomaschinen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule lud am 23. Januar 1987 zu einem Festkolloquium anlässlich des 75. Geburtstages von Professor Dr. Wilhelm Dettmering ein. Die große Zahl der Glückwünsche und Reden zeigte in eindrucksvoller Weise in dem Lebenswerk von Wilhelm Dettmering eine Auffassung von der Tätigkeit eines Ingenieurs, die nicht „Beruf um des Broterwerbs willen bedeutet, sondern Lebensform und Lebenshaltung“. Die Eröffnungsworte von Heinz E. Gallus, dem Direktor des Institutes, und die Grußworte und Ansprachen würdigten vor allem Wilhelm Dettmerings Verdienste um den Aufbau des Institutes und seine Erweiterung zu einem internationalen Forschungszentrum auf dem Gebiet der Strahlantriebe, sein Engagement innerhalb der Fakultät für eine universitäre Ausbildung der Ingenieure während ihres Studiums und seinen Einsatz für Belange der Hochschule als Dekan in den schwierigen Jahren 1968/69.

Die zahlreichen Grußansprachen und Glückwünsche von Vertretern aus Wissenschaft und Industrie machten Dettmerings erfolgreiches Wirken als Pionier der Luft- und Raumfahrt, aber auch sein Eintreten für das verantwortliche Wir-

ken des Ingenieurs in unserer Gesellschaft deutlich.

Die Glückwünsche der Georg-Agricola-Gesellschaft überbrachte Dr. Hans Röver. Er verband seine Gratulation mit der Bekanntgabe der Stiftung eines Preises für hervorragende Arbeiten auf dem Gebiet der Technikgeschichte. Dieser Preis, der besonders für junge Wissenschaftler gedacht ist, hat zu Ehren des Jubilars den Namen „Wilhelm-Dettmering-Preis“ erhalten.

Welche Vielfalt und Weite zum Ingenieurberuf für Wilhelm Dettmering gehört, zeigte die anschließende Laudatio von Dr. Horst-Georg Schmalfuß.¹

Die einzelnen Lebensstationen öffneten Wilhelm Dettmering sehr unterschiedliche Aspekte von der Tätigkeit eines Ingenieurs: Als 21jähriger arbeitet er im Kreis der Technikpioniere W. Dornberger und W. von Braun in Peenemünde an der Entwicklung von Raketenstarthilfen. Es ist eine Zeit des technischen Erfindens, Erprobens und Verwirklichens großer, aufsehenerregender Projekte. Den Spürsinn für das „Abenteuer Technik“, das hinter so vielen Entdeckungen und Leistungen der Ingenieure steckt, bewahrt sich Dettmering auch bei allen seinen späteren Aufgaben.

Nach dem zweiten Weltkrieg schließt Dettmering zunächst sein Studium in Braunschweig ab. Er legt hier die Grundlage für seine wissenschaftliche Tätigkeit auf dem Gebiet der Strömungsmaschinen. 1948 geht Dettmering als Oberingenieur an den Lehrstuhl für Turbomaschinen der RWTH Aachen. Ein neues Aufgabenfeld öffnet sich: Aufbau des Institutes in den Schwierigkeiten der Nachkriegszeit, Promotion zum Dr. Ing. an der Hochschule Aachen, 1962 Ernennung zum ordentlichen Professor und Leiter des Institutes für Strahlantriebe und Turbomaschinen. Unter seiner Führung wird das Institut zu einem internationalen Zentrum für Strömungsmaschinen. Viele Veröffentlichungen entstehen

Die Georg-Agricola-Gesellschaft
zur Förderung der Geschichte
der Natur und Technik

stiftet für hervorragende Arbeiten auf
dem Gebiet der Technikgeschichte den

WILHELM-DETTMERING- PREIS

Der Preis soll jährlich für eine hervorragende Magister- oder Diplomarbeit vergeben werden. Doktorarbeiten können dann in Betracht gezogen werden, wenn es sich um die erste akademische Qualifikation des Verfassers auf dem Gebiet der Technikgeschichte handelt und vorausgegangene Arbeiten rein technisch-systematischen Charakter hatten.

Die Auszeichnung ist mit DM 3000,- dotiert und wird mit einer vom Kuratorium unterzeichneten Urkunde überreicht.

Teilnahmeberechtigt an der Ausschreibung sind Kandidaten, die ihre Arbeit an einem Institut bzw. Fachbereich für Technikgeschichte der Bundesrepublik angefertigt haben.¹ Die Leiter der Institute bzw. Fachbereiche werden bis zum 31. Januar eines jeden Jahres mit der Bitte angeschrieben, einen Vorschlag für die Verleihung des Preises für das vergangene Jahr zu unterbreiten. Die Vorschläge werden jeweils bis zum 31. März erbeten.

Die Arbeit muß ein technik-geschichtliches Problem behandeln. Das Datum der Diplom-, Magister- oder Doktorurkunde muß in dem der Ausschreibung vorausgegangenen Jahr liegen. Die Entscheidung über die Zulassung und Bewertung der einzelnen Arbeiten sowie die Zuerkennung des Preises obliegt einem vom Vorstand der Georg-Agricola-Gesellschaft bestellten Kuratorium.

Die Preisverleihung findet jeweils bei der Jahresmitgliederversammlung statt. Der Preisträger hat über seine preisgekrönte Arbeit ein Kurzreferat zu halten.

¹ Die Namen der Institute bzw. Fachbereiche für Technikgeschichte in der Bundesrepublik und die ausführlichen Statuten für den Wilhelm-Dettmering-Preis können beim Geschäftsführer der Georg-Agricola-Gesellschaft, Herrn R. Gabrisch, Tersteegenstr. 28, 4000 Düsseldorf, angefordert werden.



Prof. Dr. W. Dettmering
Foto: Wolfgang Eller

in diesen Jahren über Strahltriebwerke und deren unterschiedliche Komponenten. In dieser Zeit geht es Wilhelm Dettmering einerseits um intensive Forschungsarbeit, aber andererseits auch um eine verantwortungsvolle Lehrtätigkeit und persönliche Betreuung seiner zahlreichen Studenten. In der Ausbildung der jungen Wissenschaftler setzt er wichtige Schwerpunkte: seine Lehrveranstaltungen sind so anschaulich wie möglich, und das Verhältnis von Theorie und Praxis ist immer ausgewogen. Hinweise auf die ethische Verantwortung für die Auswirkungen der Ingenieurstätigkeit in der Gesellschaft kennzeichnen seine Vorstellungen von der Arbeit als Hochschullehrer. Darüber hinaus widmet Dettmering den Belangen der Hochschule viel Zeit und Kraft. Zahlreiche Ehrungen, Rufe an andere Universitäten und Einladungen zu Gastprofessuren werden ihm in dieser Zeit zuteil.

1970 beginnt für Wilhelm Dettmering noch einmal eine völlig neue Möglichkeit, als Ingenieur in einem weiten Wirkungskreis einflußreich zu arbeiten: Er wird in den Zentralvorstand der Firma Krupp berufen. Von dem Wissenschaftler und Hochschullehrer erwartet man Anregungen für die Entwicklung neuer Technologien in verschiedenen Unternehmenszweigen. Der Wechsel in die Industrie macht eine weitere Seite von Dettmerings Berufsauffassung sichtbar: Ihm ist es wichtig, das Zusammenwirken von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft zu fördern. Fast selbstverständlich reiht sich in diese Zielsetzung ein, daß Wilhelm Dettmering 1975 den Vorsitz des Vereins Deutscher Ingenieure übernimmt und hier auf eine Besinnung der Ingenieure auf ihre Stellung und Verantwortung in der Gesellschaft hinwirkt. „Der Brückenschlag zwischen den politi-

schen, sozialen, wirtschaftlichen und technischen Bereichen“ seiner Tätigkeit ist die Zielsetzung für ihn.

Der Ruhestand und das Ausscheiden aus dem Industriekonzern 1977 bedeutet für Dettmering den Beginn einer neuen Schaffensperiode: Er ist in zahlreichen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Verbänden tätig und übernimmt den Vorsitz der Georg-Agricola-Gesellschaft. Sein Einsatz für die Förderung der Technikgeschichte in Deutschland findet seine nachdrücklichste Form in der Herausgabe der mehrbändigen Kulturzyklopädie der Technik. Die Zielsetzungen dieses Werkes, Technik in den verschiedenen historischen Epochen als Kulturfaktor sichtbar zu machen, gibt noch einmal einen Eindruck von der Weite von Dettmerings Ingenieurtum, die weit über den „Broterwerb“ hinausgeht. Er selbst umreißt sie 1985: „Häufig werden die Ereignisse in der Gegenwart erst dann voll verstanden, wenn sie Geschichte geworden sind, also im historischen Zusammenhang gesehen werden. Das trifft auch für Naturwissenschaften und Technik zu, die stets eingebettet sind in den herrschenden politischen, ökonomischen und kulturellen Rahmen ihrer Zeit.“²

In diesem Anliegen sind die Aufgaben Wilhelm Dettmerings aus den verschiedenen Lebensstationen integriert: das Wirken als Ingenieur in Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft im Bewußtsein der kulturhistorischen Rolle der Technik.

Dieses umfassende Verständnis von Technik nahm Prof. Dr. Kurt Hansen, der Vorsitzende des Kuratoriums der Georg-Agricola-Gesellschaft, in seiner anschließenden Festansprache wieder auf. Er hatte sie unter das Thema gestellt „Mensch und Technik – Ein Streifzug durch die Vergangenheit bis zur Gegenwart“. Er schilderte außerordentlich eindringlich und anschaulich die Entwicklung der Technik im Rahmen der kulturellen Situation in den vergangenen

200 Jahren in Deutschland. Es ging ihm dabei um Gesichtspunkte im Umfeld neuer technischer Erfindungen, die für die Geschichtsschreibung oft nicht einmal der Erwähnung wert sind. Ein Beispiel soll diese Sicht von Technikgeschichte verdeutlichen: Der Siegeszug der Dampfmaschine und der Bau der ersten Eisenbahnen geschieht in der Zeit der Napoleonischen Kriege. Die Wende in der Industrie, das Aufblühen des Unternehmertums und des Verkehrswesens bringen nicht nur Wohlstand, sondern auch große Probleme. Viele Bauern verlieren Grund und Boden, Wohnungsnot entstehen, Epidemien treten auf und fordern viele Tote. Die Bevölkerung kann nicht aus eigener Kraft gegen diese sozialen Mißstände aufbegehren. Die engen religiösen Bindungen hemmen hier tiefere Veränderungen.

Diese Betrachtung der technischen Entwicklung mit ihren politischen, wirtschaftlichen und sozialen Folgen für den einzelnen und ganze Bevölkerungsgruppen führte Hansen bis zur Gegenwart weiter. Es wurde zum Abschluß des Festkolloquiums in seinen Ausführungen klar, daß wir heute immer meinen, in einer revolutionierenden Zeit zu leben, und dabei leicht vergessen, daß „früher Innovationen oft ebenso das Leben des einzelnen und der Gesellschaft verändert haben. Die Veränderungen durch die Technik in den vergangenen 200 Jahren sind stärker als die Einflüsse der Technik in den tausend Jahren davor.“

¹ Die Ansprachen und Vorträge des Festkolloquiums werden im Rahmen der Institutsschriften des Instituts für Strahltriebwerke und Turbomaschinen veröffentlicht. Eine Bibliographie der Arbeiten von W. Dettmering und eine ausführliche Würdigung findet man in H. E. Gallus, Prof. Dr. Ing. Wilhelm Dettmering, Festschrift zum 70. Geburtstag.

² W. Dettmering, Schriften der Georg-Agricola-Gesellschaft, Nr. 11, 1985

Alexander von Humboldt und sein 'Kosmos'

Rudolf Heinrich

An einem der ersten Dezembertage des Jahres 1847 wurde im friedlichen Stuttgart eine Schlacht geschlagen, die in die Annalen der Literaturgeschichte eingegangen ist. Belagert wurde das Verlagshaus Cotta, in dem soeben der zweite Band von Alexander v. Humboldts Alterswerk 'Kosmos' eingetroffen war; die Kämpfer beiderlei Geschlechts – allesamt wohlhabende Bürger – scheuten kein Mittel bis hin zu Plünderung und Bestechung, um in den Besitz eines der begehrten Exemplare zu gelangen. Der damals 78jährige Verfasser war schon lange einem breiteren Publikum vor allem als Forschungsreisender ein Begriff gewesen, hatte er doch am 23. Juni 1802 mit der Besteigung des Chimborazo in Ecuador einen Höhenweltrekord aufgestellt, der erst 1828 überboten wurde, doch jetzt avancierte er mit einem Schlag zum erfolgreichsten und höchstbezahlten Schriftsteller seiner Zeit. Hätte er mit Geld so umgehen können wie sein ebenso berühmter Bruder Wilhelm, er wäre aller finanziellen Sorgen, die ihn jahrzehntlang drückten, ledig gewesen. Aber er gab aus vollem Herzen, betätigte sich als Mäzen junger Talente und starb – unverheiratet – als Mieter seines Kammerdieners, dem er schon zu Lebzeiten sein ganzes Vermögen überschrieben hatte.

Die liebenswürdige, facettenreiche Persönlichkeit des „europäischen Kultusministers“ (Beck), die außerordentliche Spannweite seiner Interessen, seine bedeutsamen Forschungsergebnisse von der Chemie bis zur Pflanzengeographie – all das ist vielfach beschrieben worden, in unserem Jahrhundert wohl am eindrucksvollsten von Hanno Beck in seiner zweibändigen Biographie: Alexander von Humboldt (Wiesbaden: Steiner; Bd. 1 1959, Bd. 2 1961). Wir müssen uns hier auf den ‚Entwurf einer physischen

Alexander von Humboldt



Weltbeschreibung¹ – so der bescheiden-großartige Untertitel des 'Kosmos' – beschränken. Den beiden ersten, mehr allgemein gehaltenen Bänden von 1845 und 1847 ließ Humboldt 1850 und 1858 zwei weitere folgen, die detailliert den Stand der astronomischen (Bd. 3) und geographischen (Bd. 4) Kenntnisse zu Beginn der zweiten Jahrhunderthälfte zusammenfaßten. Einen geplanten 5. Band konnte er nicht mehr vollenden; sein Mitarbeiter Eduard Buschmann brachte die Fragmente 1862 heraus und fügte ein Gesamtregister von sage und schreibe 1150 engbedruckten Seiten hinzu.

Der vorliegende Brief bezieht sich ausschließlich auf Band 4 des 'Kosmos', und zwar auf das Kapitel über den Vulkanismus, zu dessen Erforschung Humboldt und sein Briefpartner Eilhard Mitscherlich (1794–1863), der Entdecker der Isomorphie, wichtige Beiträge geleistet hatten.

Beide lebten seit langem in Berlin, Mitscherlich seit 1822 als Professor der Chemie an der Universität, Humboldt seit 1827 als Mitglied der Akademie und königlicher Kammerherr, jedoch ohne öffentliches Amt. Schon 1824 hatte Humboldt den 25 Jahre jüngeren Kollegen noch von Paris aus in chemischen Fragen konsultiert; 1833 war er sich nicht zu schade gewesen, Mitscherlichs Vorlesungen zu besuchen, auf denen das vielgerühmte zweibändige ‚Lehrbuch der Chemie‘ basierte.

Humboldts 116 Briefe an Mitscherlich aus den Jahren 1824 bis 1859 in den Sondersammlungen des Deutschen Museums (Standnr. 219 bis 337) sind ein noch ungehobener Schatz, reich an persönlichen und wissen-

Alexander von Humboldt an Eilhard Mitscherlich

Brief, 2 + 1 S., ohne Ort und Datum [Berlin, Mai/Juni (wohl 29. 5.) 1854¹], Standnr. 317

Ich werde wieder mit drei Bitten unbequem, mein theurer Freund:

1* Sie sind so böartig oder hyperbescheiden gewesen, mich nicht wissen zu lassen, daß Sie in der Akademie Ihre schönen und vieljährigen Beobachtungen aus der Eifel vortragen würden.² Nun bin ich gerade gezwungen, in 10–12 Tagen einen Correcturbogen von Cosmos nach Stuttgart zu senden, der theilweise auch von den Maaren u[nd] lavagebenden Vulkanen der Eifel handelt.³

Es würde mir bei dem Freundschaftsverhältnis, das unter uns waltet und das das Publikum kennt, ein Schimpf sein, wenn ich nicht Ihre Resultate oder wenigstens etwas davon citirte. Gedrucktes in 10–12 Tagen in dem Monatsbericht zu lesen wäre möglich, wenn Sie gleich setzen ließen, was unwahrscheinlich ist. Wollen Sie mich ein lesbares Mss. lesen lassen? Ich gebe es in 24 Stunden wieder zurück.⁴

2* Sie haben vergessen mir die Namen der Craterseen zu schicken, die nicht auf dem Gipfel eines alten Vulkans liegen, sondern abgesondert und den Maaren der Eifel ähnlich, im Depart. du Puy de Dome liegen. Naumann Geognosie I,⁵ 189 nennt solche „den Maaren analoge“: Le Gouffre de Tazenat bei Manzat in Granit ausgehöhlt, und Lac Pavin in Basalt, beide in Auvergne.⁶

3* Ich bin numerisch leider noch immer nicht im klaren in Vergleichung der Capacitäten mit der Lichtverlöschenden Kraft.⁷ Es scheint gewiß, daß die Lichtverlöschende Kraft steigt vom Stickgas zur Kohlensäure, von der Kohlensäure zum oelbildenden Gas.⁸

schaftlichen Mitteilungen. Friedrich Klemm hat ihnen in dem schönen Gedächtnisartikel von Franz Schnabel zu Humboldts 100. Todestag (Dt. Mus. Abh. u. Ber. 27, 1959, H. 2) ein Kapitel gewidmet. Darin ist auch das kurze, aber vielsagende Empfehlungsschreiben erwähnt, das der 85-jährige „Urgreis“ – wie er sich selbst ironisch nannte – seiner jungen Freundin, der schönen Malerin Emma Gaggiotti-Richards (1825–1912), 1854 zur Einführung bei Mitscherlich mitgegeben hat.

Wer fühlte sich da nicht an Goethes letzte Liebe erinnert! Aber auch sonst haben die beiden befreundeten Geistesheroen vieles gemeinsam, nicht zuletzt den ungeheuren Umfang ihrer Korrespondenz. Während aber Goethe keine Bedenken trug, sich eines Sekretärs zu bedienen, schrieb Humboldt alle seine Brie-

fe – mehrere tausend pro Jahr – um der Frische des Ausdrucks willen eigenhändig. Ob er damit den Adressaten und vor allem der Nachwelt wirklich einen Gefallen getan hat, steht dahin: Seit Generationen mühen sich nun schon die Editoren mit seiner „Klaue“ ab und versuchen in detektivischer Kleinarbeit die fehlenden Datumsangaben zu ermitteln. Der typische schräg nach oben gerichtete Zeilenverlauf war übrigens die Folge eines rheumatischen Leidens, das sich Humboldt in den Urwäldern Südamerikas zugezogen hatte und das ihn zwang, auf dem Knie zu schreiben, wie das abgebildete Altersporträt von F. Hecht erkennen läßt.

Nicht um stilistische Feinheiten, sondern um direkte, unverschörkelte Kommunikation war es Humboldt zu tun. Wie das aussah, zeigt der folgende Brief.

Drei Capazitätszahlen ebenfalls steigend soll ich sezen. Wenn atmosph. Luft = 1, Stickgas als Hauptbestandteil der Luft auch = 1, Kohlensäure = 1,2588 nach Delaroché, oelbildendes Gas = 1,53 bis 1,17 nach Dulong. Leider! ist die Cap. der Kohlensäure nicht von Dulong.⁹

Ist oelbildendes Gas wirklich 1,53, so muß es darum mehr löschen als Kohlensäure, ist es nur 1,17, so gehört eine andere Ursache dazu. Bei welcher Zahl der Capacitäten wollen Sie, daß ich stehen bleibe für Stickgas = 1

Kohlensäure
oelbildendes Gas?

Ich wundere mich, wie Sie p. 3 Ihres Briefes daran glauben, daß der Verbrennungsproceß in verdünnter Luft langsamer vorgeht, weil sie schlechter leitet. Eine schlechtere Leitung scheint mir ja gerade Ursach zu werden, daß in jedem Punkte der freigewordene Wärmestoff concentrirter bleibt.¹⁰ Zürnen Sie mir nicht und schicken Sie mir gütigst Ihren Brief zurück,¹¹ vor allem Ihr Eifelreich!!

A. v. H[umboldt]t
Sontag

Bunsen etablirt sich mit der
ganzen Familie in Heidelberg!!¹²

Mit einigem Nachdenken finde ich, daß ich von heute an doch nicht 14 Tage warten kann und doch brauche ich Ihren Namen. Mich interessiert nur, was sich auf die Maaren bezieht.

- 1) Geben Sie mir in 5-6 Tagen ein Paar Zeilen über die Olivinkug[e]ln, mit Rändern die Schiefer enthalten.
- 2) Sie glauben doch, daß die Kugeln aus den Maaren sind, zu unterscheiden von den Lavagebenden Vulkanen.
- 3) Ob gleich die Maaren aus den Rändern zu schließen mehr Tuffrespektive Sand haben, so zweifeln Sie doch nicht, daß die Maaren auch Bimstein ausgeschleudert haben?

ANMERKUNGEN

¹ Der Brief ist wie die meisten Schreiben Humboldts an Mitscherlich undatiert. Aus einer Reihe von Anhaltspunkten (vgl. Anm. 2, 3, 4, 12) läßt sich aber die Abfassung auf die zweite Mai- oder erste Junihälfte 1854 eingrenzen. Da der Brief an einem Sonntag geschrieben wurde, kommen dafür der 22. 5., 29. 5., 5. 6., 12. 6. oder 19. 6. 1854 in Betracht. Aufgrund weiterer Indizien und Überlegungen, mit denen ich hier die Leser verschonen möchte, erscheint mir der 29. 5. am wahrscheinlichsten.

² Am 4. Mai 1854 hatte Mitscherlich in der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin zum zweiten Mal 'Über die vulkanischen Erscheinungen der Eifel' vorgetragen (erstmal 1849, letztmal 1858). Leider ist aber von diesen auch im wörtlichen Sinne tiefgründigen Studien, die er fast 30 Jahre lang (bis 1861) in den Ferien betrieb, entgegen der An-

kündigung im Monatsbericht der Akademie nichts im Druck erschienen - außer dem kurzen Manuskript-Zitat (s. folgende Anm.) im 'Kosmos'!

³ 'Kosmos' Bd. 4, S. 275-282. Das Kapitel über die Vulkane (ebda. S. 268-370) ist, wie aus einer Bemerkung auf S. 301 hervorgeht, 1854 nach Ostern geschrieben worden (der vollständige Band kam erst 1858 heraus) - eine zusätzliche Stütze für die in Anm. 1 gegebene Briefdatierung.

⁴ Tatsächlich zitierte Humboldt im 'Kosmos' Bd. 4, Anm. 93 (S. 519) einen 14zeiligen Passus über Olivin- und Augit-Auswürfe in der Eifel mit dem Hinweis: „Ich kann der Versuchung nicht widerstehen, einem von Mitscherlich vor wenigen Wochen in der Berliner Akademie gehaltenen, chemisch-geognostischen Vortrage folgende wichtige Bemerkung aus einer Handschrift zu entnehmen: ...“

⁵ Karl Friedrich Naumann: Lehrbuch der Geognosie. Leipzig: Engelmann, Bd. 1 1850, Bd. 2 1854.

Eilhard Mitscherlich



⁶ Im 'Kosmos' Bd. 4 S. 282 nennt Humboldt zusätzlich noch den Lac de la Godivel, dessen Namen er also wohl von Mitscherlich erfahren hatte.

⁷ Mit „Capacität“ ist hier die (heute so genannte) Molwärme bei konstantem Druck C_p° gemeint (vgl. Anm. 9). Unter „Lichtverlöschender Kraft“ versteht Humboldt, wie z. B. aus S. 258 und 260 im Bd. 4 des 'Kosmos' hervorgeht, die Eigenschaft vulkanischer Gase, brennende Kerzen oder glimmende Holzspäne auszulöschen. Er ergänzt dazu ebda. S. 260 f.: „Mitscherlich hat ganz neuerlich auf meine Bitte die Grenze der Entzündbarkeit künstlich bereiteter Mischungen von Stick- und Wasserstoffgas bestimmt ... Nur bei einem Gemenge von 1 Theil Wasserstoffgas und 4 Theilen Stickstoffgas fand gar keine Entzündung mehr statt ... Bei den seltener vorkommenden Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff würde, wegen der Wärme-Capacität der ersteren, die Grenze der Entzündbarkeit noch anders ausfallen.“

⁸ Als „ölbildendes Gas“ (Gaz oléifiant, Elayl, Ätherin, Vinegas) wurde bis ins späte 19. Jahrhundert das Äthylene (Athen, Ethen) C_2H_4 bezeichnet, weil es mit Chlor eine ölartige Flüssigkeit, Dichlorethan $C_2H_4Cl_2$, bildet. Mit „Kohlensäure“ ist natürlich das Kohlendioxid CO_2 gemeint, mit „Stickgas“ der Stickstoff N_2 . Allerdings ist Ethen brennbar, so daß es nur in einer sauerstofflosen Atmosphäre seine „lichtverlöschende Kraft“ ausüben kann.

⁹ F. Delaroché u. J.-E. Bérard, Ann. Chim. 85, 1813, S. 72-110 u. 113-182. Auf S. 157 lauten die Werte für CO_2 1,2583, für ölbildendes Gas 1,5530. Die Werte von Dulong konnte ich in den mir zugänglichen Arbeiten nicht verifizieren.

Die modernen Werte für die Molwärme C_p° lauten für Stickstoff 6,93, für Kohlendioxid 8,90 und für

Ethen 10,41. Bezogen auf Stickstoff = 1 erhält man daraus für Kohlendioxid 1,27 und für Ethen 1,50, also eine recht gute Übereinstimmung mit den Werten im Brief, wobei sich die von Humboldt favorisierte höhere Zahl für Ethen bestätigt.

¹⁰ Humboldt hat hier wohl Verbrennungsvorgänge mit gebundenem Sauerstoff im Auge, während die „normale“ Verbrennung (mit freiem Sauerstoff) bei Luftverdünnung durch den geringeren Sauerstoffgehalt verlangsamt wird. Die Vorstellung von einem eigenen Wärmestoff wurde erst nach Humboldts Tod durch die kinetische Wärmetheorie abgelöst.

¹¹ Welcher Brief hier gemeint ist, läßt sich nicht mehr feststellen, weil alle Schreiben Mitscherlichs an Humboldt verloren sind. Vielleicht sandte Humboldt den gerade beanstandeten Brief zurück, um Mitscherlich Gelegenheit zu geben, sich dessen Wortlaut nochmals vor Augen zu führen.

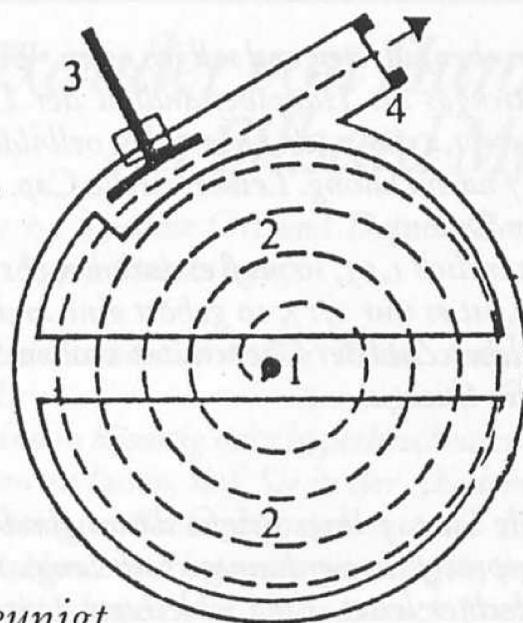
¹² Diese Mitteilung bezieht sich nicht etwa auf den Chemiker Robert Wilhelm Bunsen, der schon 1852 nach Heidelberg berufen worden war, sondern auf seinen älteren Namensvetter, den berühmten Diplomaten und Kirchenhistoriker Christian Karl Josias Freiherr von Bunsen, der zu Humboldts engsten Freunden zählte. Von 1842 bis Mai 1854 war er preußischer Gesandter in London, wurde dann aber wegen seiner Befürwortung einer preußischen Allianz mit England gegen Rußland im Krimkrieg auf Betreiben der pro-russischen Hofpartei abberufen.

Von Humboldts Briefen an Bunsen (1869 bei Brockhaus in Leipzig anonym publiziert) ist derjenige vom 30. Mai 1854 (Nr. 86) für die Datierung des vorliegenden Briefes wichtig: Humboldt erwähnt darin unter Bezug auf ein „schönes und zartes Andenken“, das ihm Bunsen (wohl zusammen mit einem Brief) übermittelt habe, dessen Abberufung und bevorstehende Übersiedlung ins Rheinland. Laut ADB 3, S. 549 verließ Bunsen am 17. Juni 1854 London und bezog „sofort“ die Villa Charlottenburg bei Heidelberg.

DER AUTOR

Dr. rer. nat. Rudolf Heinrich, geb. 1940, ist Leiter der Sondersammlungen des Deutschen Museums.

Das Zyklotron ist ein Kreisbeschleuniger für Ionenstrahlen. Das Funktionsprinzip wird aus der Abbildung ersichtlich. Zwei halbkreisförmige flache Metallkästen (die sogenannten Dees) in einem Hochvakuumgefäß bilden den Raum, in welchem sich die Ionen bewegen. Diese werden im Innern dieses Raumes von einer Ionenquelle erzeugt und von einem starken Magnetfeld, in welchem die ganze Anordnung liegt, auf Kreisbahnen gebracht. Ein elektrisches Feld zwischen den Dees beschleunigt die Ionen bei jedem Umlauf, wodurch jedesmal der Radius der Flugbahn anwächst. Durch ein Fenster werden die Ionen aus dem Beschleuniger mit Hilfe einer Ablenkplatte herausgelenkt.



- 1 Ionenquelle
- 2 Dees
- 3 Ablenkplatte
- 4 Strahlaustrittsfenster
- Teilchenbahn

In Deutschland dauerte es vergleichsweise lange, bis Elementarteilchenbeschleuniger mit hohen Energien gebaut wurden. Zwar führte der Aufschwung der Kernphysik in den dreißiger Jahren vielerorts zu Versuchen, mit unterschiedlichen Techniken in den subatomaren Bereich einzudringen. Doch außer Hochspannungsgeneratoren, die aber zu diesem Zweck nur niedrige Energien lieferten, wurden in Deutschland damals keine für kernphysikalische Untersuchungen brauchbaren Beschleuniger gebaut. In den USA entwickelte sich hingegen hauptsächlich in Berkeley ein Zentrum der Beschleuniger-Entwicklung aufgrund des dort erfundenen Zyklotrons, das als ausgezeichnetes kernphysikalisches Forschungsgerät galt.

Für die Mitglieder des kleinen Röntgenforschungs-Instituts der Universität Bonn war es ein schwerer Verlust, als in der Nacht zum 18. Oktober 1944 ihr Zyklotron samt einem großen Teil des Instituts durch einen Bombenangriff zerstört wurde. Immerhin durften sie sich rühmen, vor mehr als einem Jahr das erste deutsche Zyklotron in Betrieb genommen zu haben. Es war allerdings nur ein „Liliput-Gerät“, das mit den ameri-

Das Liliput-Zyklotron – ein vergessenes Projekt

Maria Osietzki

kanischen Mammut-Anlagen, auf die der Physiker Carl Ramsauer im Jahr zuvor zur Veranschaulichung der wissenschaftlichen Vormachtstellung der USA hingewiesen hatte, nicht konkurrieren konnte.¹ Wenn es nach den Bonner Zyklotron-Konstrukteuren gegangen wäre, dann hätten sie gerne die Herausforderung, den USA in diesem Bereich

nachzueifern, angenommen – doch dazu fehlte ihnen nahezu alles: Geld, Personal, ausreichendes Material sowie geeignete Räumlichkeiten. Unter diesen Bedingungen war das technisch hochkomplizierte Zyklotron nur mit äußersten Schwierigkeiten zu bauen. „Das Wesen des Apparates besteht darin“, erläuterte später der Leiter des Röntgenforschungs-Instituts, Leonhard Grebe, „daß ein elektrisches Teilchen auf einer Kreisbahn bewegt wird und bei jedem Umlauf einen zusätzlichen elektrischen Stoß bekommt. Um die Teilchen auf solche Kreisbahnen zu zwingen, braucht man einen starken Magneten, der ganz erhebliche Dimensionen besitzen muß.“² Die hohen Summen dafür waren im Dritten Reich unter der wissenschaftsignoranten nationalsozialistischen Regierung nur schwer zu bekommen. Nach dem Ausbruch des Zweiten Weltkrieges scheiterten die meisten Zyklotronprojekte vorwiegend an der Priorität von Rüstungsaufträgen.

Die großen Vorbilder

Während das Bonner Zyklotron unter dem Schutt der Institutsmauern vergraben lag, machten die amerikanischen Kern-Physiker bereits Pläne für Arbeiten der bevorstehenden Nachkriegszeit. Besonders Ernest O. Lawrence, der Erfinder des Zyklotrons, bemühte sich aus Interesse an der finanziell aufwendigen Hochenergie-Physik, sie nach dem



Das erste funktionierende Zyklotron, das von Stanley Livingstone 1931 bei Ernest O. Lawrence gebaut wurde.

Kriege als förderungswürdige Grundlagenforschung politisch abzusichern. So wie er die Dynamik im Zyklotronbau in den dreißiger Jahren vorangetrieben hatte, war er bestrebt, sich auch in der Nachkriegszeit an die Spitze der Beschleunigerentwicklung zu stellen.³ Als Lawrence 1928 als „associate professor“ an die Universität Berkeley kam, suchte er nach einem Arbeitsgebiet, auf das er seine wissenschaftliche Karriere aufbauen konnte. Konkret dachte er über eine neue Beschleuniger-Technik nach, mit der im Laboratorium hohe Energien für physikalische Untersuchungen erreichbar wären. Dazu bedurfte es eines neuartigen Gedankens, denn mit den dazu verwendeten Hochspannungsanlagen waren nur wenige Millionen Elektronenvolt (MeV) zu erzeugen. Die Arbeit von Rolf Wideröe im „Archiv für Elektrotechnik“ inspirierte ihn schließlich Anfang 1929 zur Erfindung des Zyklotronprinzips, das er mit seinen Mitarbeitern in den darauffolgenden Jahren in immer größeren und leistungsfähigeren Beschleunigermaschinen umsetzte. Das Geld dazu erhielt er meistens von privaten Stiftungen wie zum Beispiel der Rockefeller Foundation. Das Interesse der Stifter war überwiegend philanthropisch motiviert, denn das Zyklotron erwies sich nicht nur als hervorragendes kernphysikalisches Forschungsinstrument; es konnte auch zur Herstellung radioaktiver Isotopen angewendet und somit der biologischen, medizinischen und chemischen Forschung dienstbar gemacht werden. Das Forschungsprogramm des Radiation Laboratory in Berkeley, dessen Leitung Lawrence 1936 übernahm, wurde bis zum Eintritt in das Atombombenprojekt von diesem interdisziplinären Aspekt beherrscht, den Lawrence auch kräftig herausstrich, weil er ihm die reichliche Förderung seiner Zyklotronentwicklung verdankte. Als die Nationalsozialisten in Europa den Zweiten Weltkrieg begannen, plante er nach mehreren kontinuierlich vergrößerten Zwischenstufen ein 100 MeV Zyklotron, für das ein Magnet von mehr als 4000 t benötigt wurde. Dieser Magnet wurde schließlich im

Atombombenprojekt zur elektromagnetischen Herstellung spaltbaren Urans verwendet. Dahinter mußte der Bau des 100 MeV Zyklotrons vorübergehend zurückstehen.⁴

Die ungünstigen Bedingungen für die kernphysikalische Forschung in Deutschland nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten und die niedrigen Forschungsetats bewirkten zunächst einmal ein für die technische Durchführung aufwendiger Beschleunigerprojekte feindliches Klima. Als ab 1940 eine verstärkte Förderung in diesem Bereich einsetzte, konnte sie wegen der Materialknappheit infolge des Krieges und der Rüstungsproduktion nicht nachhaltig zur Wirkung kommen.

Als der Krieg ausbrach, war bei Siemens die Entscheidung für den Bau eines Zyklotrons für den Kernphysiker Gerhard Hoffmann von der Leipziger Universität gefallen. Auch Walther Bothe, Direktor des Physikalischen Instituts des Kaiser-Wilhelm-Instituts für medizinische Forschung, stand damals schon in Verhandlungen mit Siemens, da die Firma den für sein Zyklotron benötigten Magneten konstruieren sollte. Die übrigen Teile wie der Hochfrequenzsender und die Beschleunigungskammer sollten in seiner Institutswerkstatt hergestellt werden.⁵ Abgesehen von den beiden etwa für 10–12 MeV konzipierten Geräten gingen zwei kleinere Anlagen im Auftrag des Reichspostministers Ohnesorge unter der Leitung von Manfred von Ardenne in Bau.

Hinter diesen Projekten stand das Bonner nicht einmal in Dauerbetrieb laufende Zyklotron mit seiner Leistung von maximal 1,5 MeV zurück, obwohl es in Deutschland als erstes funktionierte. Als die Briten und Amerikaner nach der Besetzung Deutschlands zur Aufzeichnung der während des Krieges durchgeführten Entwicklungen im Beschleunigerbau aufforderten, wurde das Zyklotron des Röntgenforschungsinstituts mit keinem Wort erwähnt – weil es nicht mehr existierte, oder weil es für unbedeutend gehalten wurde?⁶ Grund genug mag gewesen sein, daß seine Konstrukteure nicht zur „Crème“ der deutschen

Physikergemeinschaft gehörten, was sich zuvor schon durch die unzureichende Förderung ihrer Arbeiten von Berlin aus und auch durch die nur beiläufige Rezeption ihrer Erfahrungen mit ihrem Zyklotron geäußert hatte.

Das Röntgenforschungsinstitut der „Hochschule des erweiterten Westraumes“

Die legendären separatistischen Bestrebungen des Rheinlandes haben auch in der Forschungsförderung hin und wieder zu Initiativen geführt, die „vom Duft der mißliebigen Hauptstadt Berlin frei“ sein wollten.⁷ Dies wurde im Anschluß an die 1920 erfolgte Gründung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und des Stifterverbandes, der ihre Geldressourcen von seiten der Privatwirtschaft erweitern sollte, offenkundig, als an dessen Einrichtung beteiligte Industrielle wie Carl Duisberg, Generaldirektor der Bayer-Werke und Vorstandsvorsitzender der IG Farben, und Albert Vögler, Generaldirektor der Vereinigten Stahlwerke, etwa zur gleichen Zeit mit der Helmholtz-Gesellschaft eine Gegen gründung vornahmen. Zweck dieser Gesellschaft sollte die Förderung der anwendungsbezogenen physikalisch-technischen Forschung sein, die man in der Notgemeinschaft nicht genügend beachtet fand.⁸

Die Anwendungsbezogenheit stand auch in Bonn bei dem etwa zur gleichen Zeit geplanten Röntgenforschungsinstitut im Vordergrund, das ebenfalls von Carl Duisberg unterstützt wurde. Vier Jahre zuvor hatte er bereits die „Gesellschaft der Freunde und Förderer der Universität Bonn“ (Geffrub) initiiert, „als es sich darum drehte, anlässlich des 100jährigen Bestehens der Universität Bonn der Verbundenheit zwischen Universität und Wirtschaft in einer besonders schönen Form Ausdruck zu geben“.⁹ Mit „Lebhaftigkeit und Zielsicherheit“ ging Duisberg an die Werbung von Mitgliedern und verhalf so der Universität Bonn als erster zu dieser Einrichtung, die später anderen Universitäten als Beispiel diente.¹⁰



Das Universitätshauptgebäude.
Hofgartenseite. Nach der
Zerstörung am 18. Oktober 1944.
(Foto: Keller, Universitätsarchiv, Bonn)



Hauptgebäude der Universität Bonn.

Die Bonner „Geffrub“ wurde schließlich zur unverzichtbaren Finanzquelle für das Röntgenforschungs-Institut und letztlich auch für den Bau des dortigen Zyklotrons. Das Institut erhielt jährlich zwischen 10000 und 13000 RM, ein Viertel der jährlich von der Geffrub vergebenen Mittel.¹¹ Ansporn für die Gründung sowohl der Geffrub als auch des Röntgenforschungs-Instituts bildeten die Entwicklungen in den USA, deren Wirtschaft ihre innovative Kraft immer mehr aus wissenschaftlichen Erkenntnissen bezog. Dort waren schon bald nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895 und der künstlichen Radioaktivität 1896 Forschungsabteilungen eingerichtet worden, die sich mit der diagnostischen Bedeutung der Röntgenstrahlen und der schon früh erkannten therapeutischen Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen befaßten.

In Bonn widmete sich diesen Themen der damalige Leiter der Medizinischen Poliklinik, Geheimer Medizinalrat Prof. D. Krause, der als Vorsitzender der Bonner Röntgenvereinigung den Plan eines Strahlenforschungsinstituts mit großer Energie verfolgte. Duisberg nahm sich

dieser Idee an und leitete 1921 die Spendenaktion ein, um die Mittel für das Institut aufzubringen. Untergebracht wurde es in einer neuen massiven Baracke, mit deren Bau Anfang 1922 begonnen wurde. Die Geldentwertung erlaubte jedoch nur eine Fertigstellung in bescheidenerem Rahmen. Auch die Forschungsarbeiten litten in den folgenden Jahren unter der Inflation. Während die preußische Staatsregierung den Personaletat übernahm, war das Institut bei seinen Sachmitteln auf private Spenden, hauptsächlich auf die Geffrub, angewiesen.¹²

Die Forschungsthemen des Instituts betrafen die Dosierung der Röntgenstrahlen und ihre physikalischen Grundlagen im weitesten Sinne, die Zusammenhänge physikalischer und biologischer Wirkungen der Röntgenstrahlen sowie chemische, mineralogische, botanische und technische Fragen der Röntgenologie. Anfang der dreißiger Jahre wurden die Arbeiten auf lichtbiologische Untersuchungen und auf die Radiumbiologie ausgedehnt. Die Ausweitung der Arbeitsbereiche des Instituts führte zu einer chronischen Raumnot, die auch durch einen Umzug in mehrere Räume

Leonhard Grebe.

im Jahre 1930 nur vorübergehend behoben werden konnte.¹³

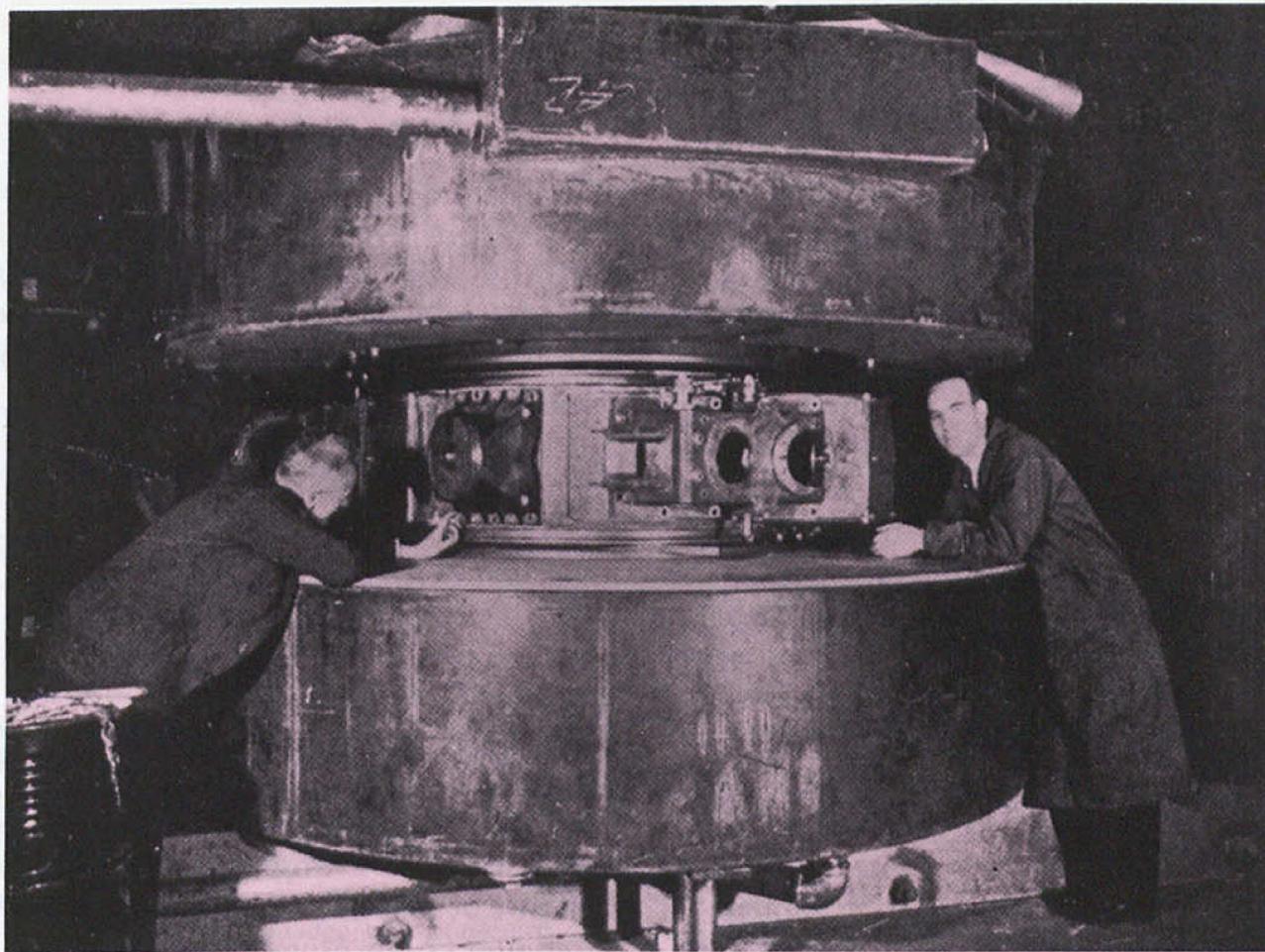
An der Spitze des Instituts stand von Anfang an Leonhard Grebe, der 1905 Assistent am Bonner Physikalischen Institut geworden war und sich dort 1910 habilitiert hatte. Nach mehreren Jahren Dozententätigkeit übernahm er 1921 die Einrichtung und Leitung des Röntgenforschungs-Instituts, das offiziell 1923 zu arbeiten begann. Zwölf Jahre später schuf das Preußische Kultusministerium einen planmäßigen außerordentlichen Lehrstuhl für die „physikalischen Grundlagen der Medizin“. Grebe, der diesen neuen Lehrstuhl bekleidete, erhielt damit Sitz und Stimme in der medizinischen Fakultät.¹⁴

Einer der ersten Assistenten am Röntgenforschungs-Institut wurde Wilhelm Ludolf Schmitz aus Mülheim an der Ruhr, der an den Technischen Hochschulen Hannover und Darmstadt Elektrotechnik und Physik studiert, 1926 in Bonn promoviert und sich 1931 mit einem Thema aus der angewandten Elektrizitätslehre habilitiert hatte.¹⁵ Seine Interessen waren durchaus vielseitig, und Grebe bescheinigte ihm neben „ideenreicher Fragestellung ein nicht gewöhnliches experimentelles Geschick“.¹⁶ Seine Veröffentlichungen bezogen sich hauptsächlich auf die Grenzgebiete zwischen Physik und Medizin, von denen Grebe in erster Linie diejenigen elektrophysikalischen Inhalts hervorhob.¹⁷



Als das Röntgenforschungs-Institut 1938 15 Jahre alt wurde, besichtigte es der Verwaltungsrat der Geffrub im Rahmen seiner Jahreshauptversammlung. Grebe leitete die mit einem Festakt verbundene Versammlung mit einem Vortrag über die Institutsarbeiten ein und wies dabei auch auf das neue Arbeitsgebiet der „Atomumwandlungen“ hin. Für diesen jungen Forschungszweig der Kernphysik hatte die Geffrub im vorausgegangenen Haushaltsjahr spezielle Mittel zur Errichtung eines Zyklotrons zur Verfügung gestellt. Grebe ging in seinem Vortrag nicht auf die zur Fortsetzung der Arbeiten benötigten Gelder und Materialien ein, denn mehr, als die Geffrub ohnehin jährlich für das Institut tat, war im Rahmen des Festvortrags kaum noch zu verlangen. Außerdem ergab sich bei der anschließenden Besichtigung des Instituts noch ausreichend Gelegenheit, eventuelle Förderer gezielt anzusprechen.

Doch mehr als ein Liliput-Gerät war beim besten Willen nicht herauszuholen. Der Plan eines 80 MeV Geräts, das dem Liliput-Zyklotron als einer Versuchsanlage folgen sollte, war ohnehin auf der regionalen Basis ohne Unterstützung durch Reichsbehörden nicht mehr zu verwirklichen. Außerdem wurden das Bonner 80 MeV Projekt wie auch andere deutsche Zyklotronpläne durch Krieg, Personal- und Materialschwierigkeiten undurchführbar. Hinzu kam, daß die Mitarbeiter des Röntgenfor-

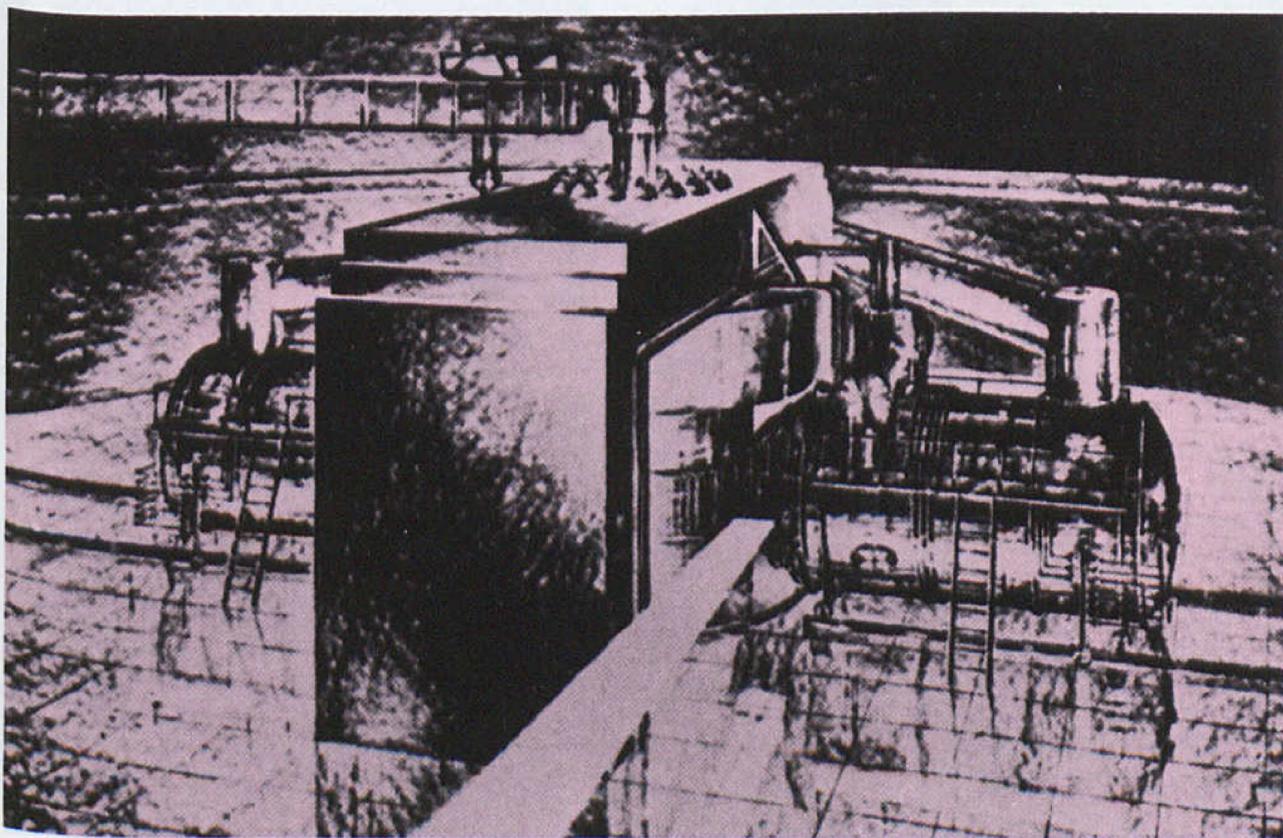


schungs-Instituts der „Hochschule des erweiterten Westraumes“ nicht den Kontakt zu den Berliner Behörden und Förderungseinrichtungen hatten, der nötig gewesen wäre, um die Entwicklung eines großen Beschleunigers durchzusetzen.

Der Traum vom großen Zyklotron

Es war im Jahre 1937, als Leonhard Grebe vorschlug, daß sein Institut sich mit Beschleunigungstechniken vertraut machen müsse. Da die Raumverhältnisse die Aufstellung einer Hochspannungsanlage nicht erlaubten, entschied er mit seinen Mitarbeitern, sich an den Bau ei-

nes technisch komplizierten Zyklotrons zu wagen.¹⁸ Im gleichen Jahr begann auch im Kaiser-Wilhelm-Institut bei Bothe in Heidelberg die Planung eines solchen Beschleunigers, für den die Forschungsgemeinschaft – so hieß damals die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft – 20 000 RM zur Verfügung stellte.¹⁹ Die Bonner Zyklotron-Konstrukteure mußten sich mit wenigen tausend Reichsmark begnügen. Der Magnet war mit Hilfe von Heinrich Runde, Generaldirektor der Bonner Firma Karamag, und von der Ruhrstahl AG hergestellt worden. Weitere Mittel kamen von der Leonhard-Stinnes-Stiftung. Den Kurzwellensender hatte die Osram-Gesellschaft gebaut.²⁰ Schmitz und Wiebe, eine junge Hilfskraft am Institut, begannen mangels Erfahrung zunächst mit einer einfachen Konstruktion, die sie später bis zu einer Leistung von 1,5 MeV Deuteronen ausbauten. Eine weitere Vergrößerung der Apparatur lag außerhalb der damaligen Möglichkeiten, obwohl in die desolante Situation der deutschen Forschungsförderung seit 1937 finanziell und institutionell Bewegung geriet. Der Etat der Forschungsgemeinschaft, der bis dahin auf 2 Millionen RM gesunken war, wurde auf das Doppelte erhöht, dazu kamen die 3,5 Millionen für den Reichsforschungsrat, der verwaltungsmäßig von



Eine futuristische
Zeichnung für das 1939
von Lawrence geplante
100 MeV Zyklotron.

ihr abhing. Dieses neue Organ hatte der Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, Bernhard Rust, im gleichen Jahr zur besseren Koordination von Forschungsarbeiten für die Durchführung des Vierjahresplans gegründet. Die Leitung der Fachsparte Physik übernahm darin Abraham Esau, ein Hochfrequenzspezialist, der eine dezidierte Meinung vom Fortgang der Beschleunigerentwicklung in Deutschland hatte. Er empfahl Anfang der vierziger Jahre darin ein schrittweises Vorgehen – ungeachtet der mancherorts erhobenen Forderung nach einem großen Zyklotron insbesondere für physikalische Voruntersuchungen zur Nutzbarmachung der Atomkernenergie im Rahmen des Uranprojekts.²¹

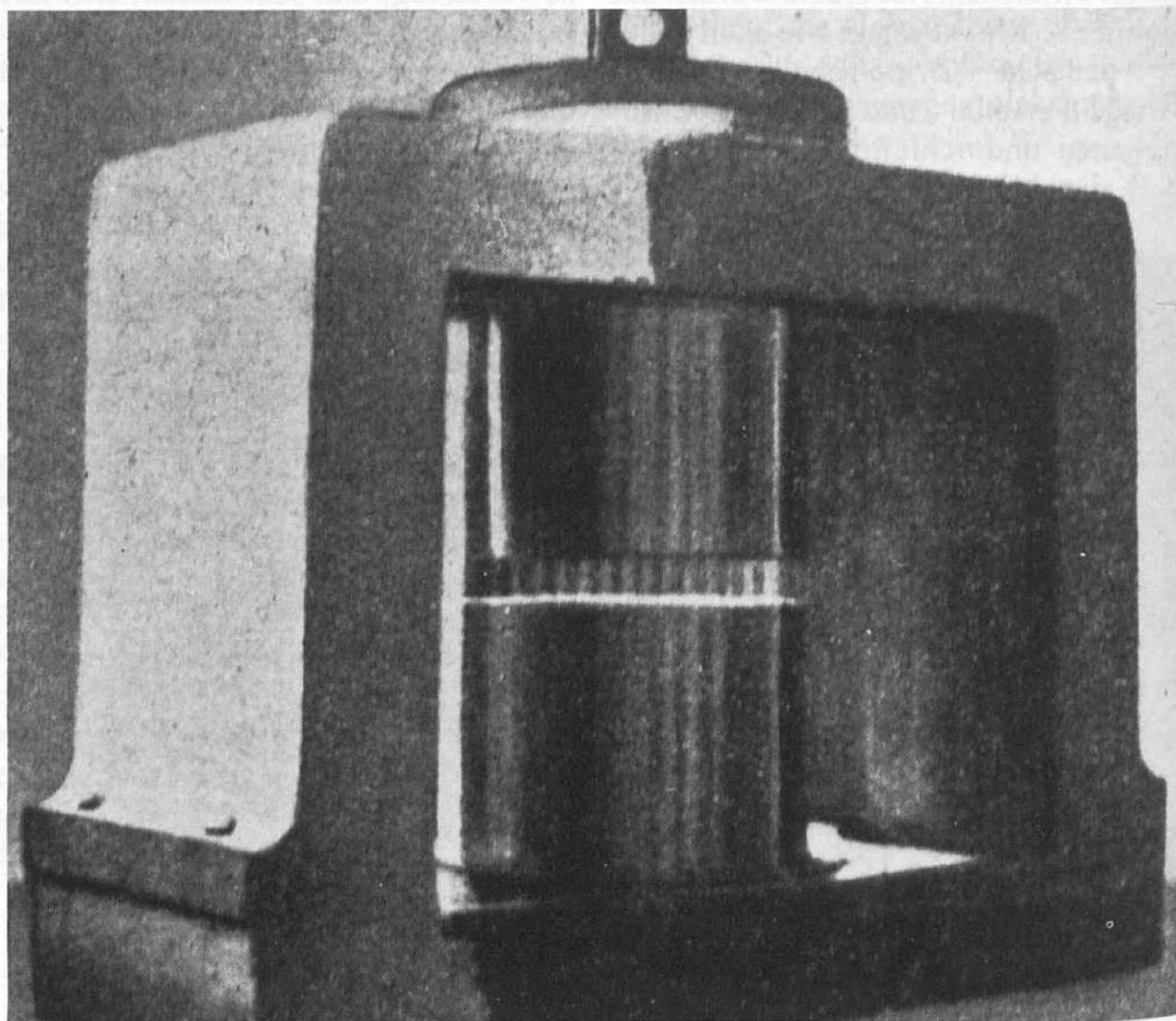
In seinen Situationsberichten über den Stand der Kernenergie im November 1942 und im Juli 1943 listete Esau die im Bau befindlichen Zyklotrone in Heidelberg, Berlin und Leipzig auf, die seiner Meinung nach vor der Inangriffnahme eines größeren Projekts zuerst fertiggestellt werden sollten.²² Auch Werner Heisenberg, der Kopf des Uranvereins, sprach sich gegen ein Riesenzyklotron aus, da die Deutschen zuerst Erfahrungen mit einem kleineren Exemplar sammeln müßten.²³ Entsprechend legten Schmitz und Wiebe ihre Erfahrungen mit dem Bonner Zyklotron dem Uranverein vor. Heisenberg, der an Elementarteilchenphysik im Zusammenhang mit der Höhenstrahlen-Forschung interessiert war, setzte sich jedoch als theoretischer Physiker nicht für die Entwicklung der technisch hochkomplizierten Zyklotrone ein. Hinzu kam, daß die Zyklotron-Pläne bei Siemens und bei Bothe wesentlich populärer waren als das von den weniger renommierten Mitarbeitern des Bonner Röntgenforschungsinstituts. Für die Planung eines 80 MeV Zyklotrons im abgelegenen Bonn waren demnach die Voraussetzungen Anfang der vierziger Jahre ausgesprochen ungünstig.

Leonhard Grebe wandte sich dennoch 1943 an den Leiter der Kriegswirtschaftsstelle im Reichsforschungsrat, Georg Graue, und sandte ihm fünf For-

schungsanträge, die im Zusammenhang mit den Arbeiten am Zyklotron und seinem Ausbau standen. Graue übergab sie Esau mit der Bitte um Begutachtung. Auf drei Anträgen befand sich die handschriftliche Notiz „ablehnen“.²⁴ Ob die Bewilligung der beiden anderen tatsächlich erfolgte, muß bezweifelt werden. Sie betrafen die Untersuchung der „biologischen Wirkungen von Neutronen“, wofür Grebe zwei Physiker und einen Mechaniker beantragte. Der andere Forschungsantrag bezog sich auf den „Ausbau des im Gange befindlichen Zyklotrons für höhere Leistungen“, wozu Grebe vier Physiker und zwei Mechaniker benötigte. Das angeforderte Material dafür betrug 600 Kg Kupfer, 100 Kg Eisen und 50 Kg Aluminium – Mengen, die zur Zeit strengster Rationierung nur schwer zu erhalten waren.²⁵ Für die Vergrößerung des Zyklotrons waren von Schmitz, Wiebe und Wesseker, einem Assistenten am Röntgenforschungsinstitut, auch schon theoretische Vorarbeiten geleistet worden, die sich auf die Probleme der Hochfrequenz und der Fokussierung bezogen. Dabei bauten sie auf Erfahrungen mit dem vorhandenen Zyklotron auf. Insofern war ihr Vorgehen durchaus im Sinne Esaus. Doch

1943 waren die übrigen geplanten Zyklotrone in Heidelberg, Berlin und Leipzig noch nicht in Betrieb gegangen, obwohl ihnen auf Weisung Esaus Priorität zukam. Zum großen Teil waren noch nicht einmal die benötigten Teile angeliefert worden. Bis zum Ende des Krieges war dies zwar bereits geschehen, dennoch ging von den geplanten Zyklotronen mittlerer Größe allein das von Bothe im Herbst 1944 in Betrieb, kurz nachdem das Bonner Gerät zerstört worden war. Größere Zyklotronprojekte blieben in der Planung stecken. Die Bilanz der Kosten für die Maschine Bothes soll einen Einblick in die dafür verwendeten Gelder geben. Obwohl Bothe zunächst den Bedarf auf 120 000 RM veranschlagt hatte, waren bis zur Fertigstellung 540 000 RM verbraucht worden, wovon 90% von privater Hand kamen.²⁶ Zum Vergleich dazu sei bemerkt, daß den Bonner Zyklotronkonstruktoren laut Etat des Reichsforschungsrats für die Jahre 1944 und 1945 etwa 3000 RM zugestanden worden waren.

Der Aufbruch in das Gebiet der Kernphysik Anfang der dreißiger Jahre stellte wegen der apparativ immer aufwendigeren Experimentalforschung nicht nur an



Magnet für das Bonner Zyklotron.

Das Liliput-Zyklotron

die Forschungsetats, sondern auch an die gesamte Wissenschaftsorganisation völlig neue Anforderungen. Das nationalsozialistische System, das der Wissenschaft ohnehin nicht aufgeschlossen gegenüberstand, konnte sich ihnen nicht stellen. Ohne Koordination, deren Mangel ein Kennzeichen des Hitler-Regimes war, konnte es in der Beschleunigerentwicklung nur zu vereinzelten Initiativen kommen, die den Weg zu großen gemeinsamen Forschungsvorhaben versperren. Insofern war das Bonner Liliput-Zyklotron noch ein Beispiel für eine dezentrale Forschungsaktivität, die im Bereich des Beschleunigerbaus nach dem Krieg in dieser Form nicht mehr vorkam. Mit der Herausbildung einer Lobby in der Elementarteilchen- und Hochenergiephysik, die wegen der Konkurrenz zur USA großes Gewicht bekam, wurden Projekte in zentralen Entscheidungsgremien aufeinander abgestimmt.²⁷ Weder Grebe noch Schmitz oder Wiebe waren darin vertreten. Grebe mußte seinen Lehrstuhl nach dem Krieg wegen politischer Belastung räumen. An seine Stelle als Leiter des Röntgenforschungs-Instituts trat Schmitz. Es wurde später zum Institut für Biophysik erweitert. Wiebe konnte seine akademi-

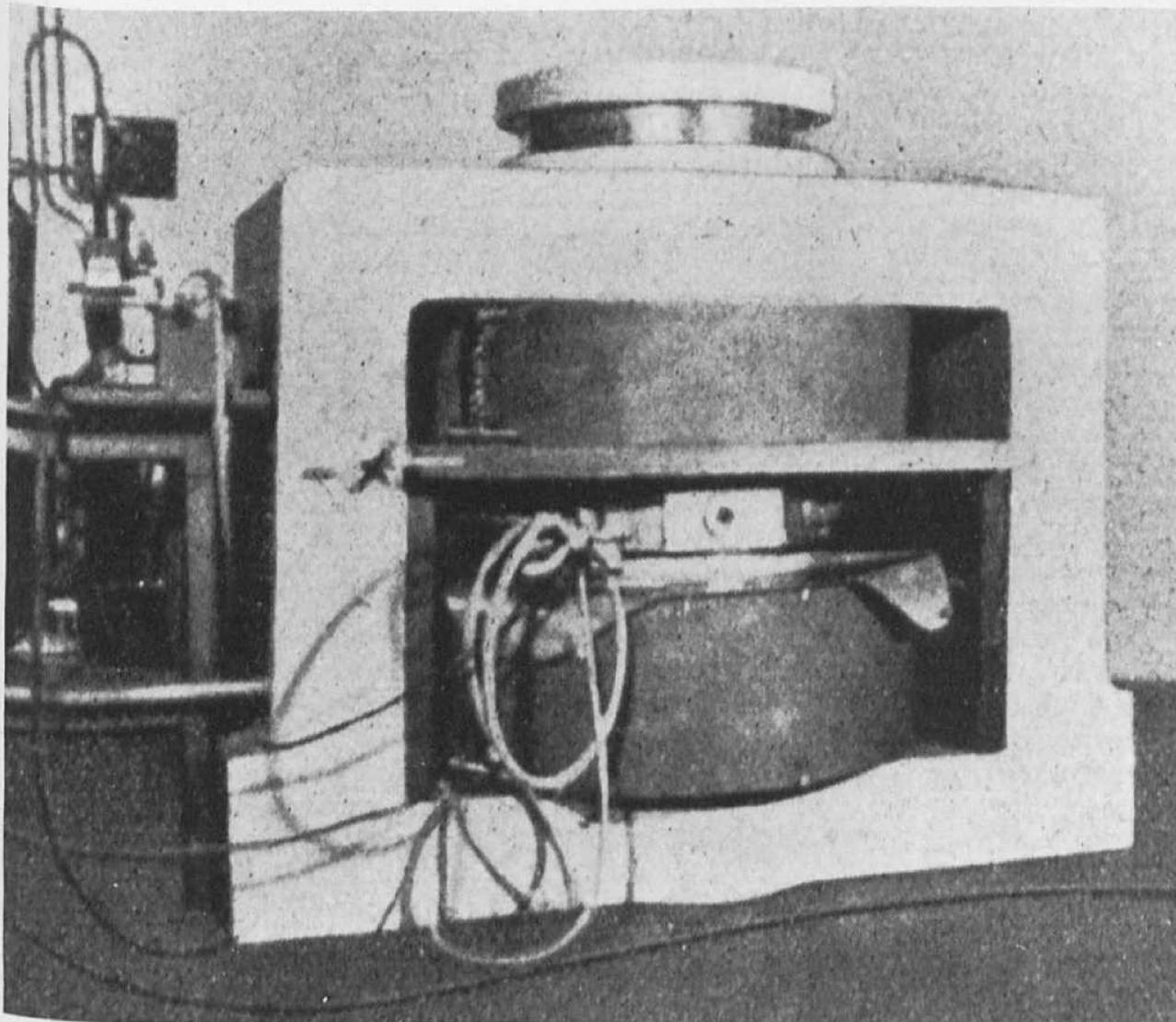
sche Karriere nicht fortsetzen, weil auch er politisch belastet und zudem zu sehr auf Bonn fixiert geblieben war, was ihm bei der Beurteilung seiner wissenschaftlichen Qualifikation angelastet wurde.²⁸

Dieser Aufsatz entstand im Rahmen eines von der Stiftung Volkswagenwerk finanzierten Forschungsprojekts.

ANMERKUNGEN

- ¹ Ramsauer, C.: Über Leistung und Organisation der angelsächsischen Physik mit Ausblicken auf die deutsche Physik. Vortrag, gehalten auf der 2. Wissenschaftssitzung der Ordentlichen Mitglieder am 2. April 1943 vor der Deutschen Akademie für Luftfahrtforschung. Vgl. Sondersammlungen des Deutschen Museums. Peenemünde-Archiv.
- ² Gesellschaft von Freunden und Förderern der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität zu Bonn (Geffrub), 21. Hauptversammlung am 5. November 1938, S. 17.
- ³ Seidel, Robert W.: Accelerating Science: The Postwar Transformation of the Lawrence-Radiation Laboratory. In: Historical Studies in the Physical Sciences. Bd. 13, 1983, S. 375-400.
- ⁴ Heilbron, J.L., Seidel, R.W., Wheaton, B.R.: Lawrence and his Laboratory. Nuclear Science at Berkeley. In: LB-Magazine. Berkeley 1981, S. 39 ff.
- ⁵ Gentner, W.: Das Heidelberger Zyklotron. In: Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939-1946. Bd. 14 „Kernphysik und Kosmische Strahlen“, Hrsg. Walther Bothe und Siegfried Flügge. Weinheim 1953, S. 28-31.

- ⁶ Ebenda.
- ⁷ Zierold, K.: Forschungsförderung in drei Epochen. Wiesbaden 1968, S. 29.
- ⁸ Ebenda.
- ⁹ Gesellschaft von Freunden und Förderern der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität zu Bonn. 21. Hauptversammlung, S. 33. Archiv der Universität Bonn.
- ¹⁰ Ebenda.
- ¹¹ Ebenda.
- ¹² Geschichte der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität. Bd. II „Institute und Seminare 1818-1933“, S. 355 ff.
- ¹³ Ebenda.
- ¹⁴ Personalakte Leonhard Grebe. Archiv der Universität Bonn.
- ¹⁵ Personalakte Wilhelm Ludolf Schmitz. Archiv der Universität Bonn.
- ¹⁶ Ebenda. L. Grebe an den Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bonn am 18. 3. 1937.
- ¹⁷ Ebenda.
- ¹⁸ Schmitz, W. und Wiebe, W.: Das Bonner Zyklotron. In: Zeitschrift für technische Physik. Bd. 24, 1943, S. 195 ff.
- ¹⁹ Richter, St.: Forschungsförderung in Deutschland 1920-1936. Dargestellt am Beispiel der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und ihrem Wirken für das Fach Physik. Düsseldorf 1972, S. 52, Anm. 2.
- ²⁰ Geffrub, 21. Hauptversammlung, (vgl. Anm. 2), S. 17.
- ²¹ Osenberg, W.: Allgemeinverständliche Darstellung der Kernphysik. 8. 5. 1943. In: Irving Papers. Sondersammlung des Deutschen Museums. DJ 29 1068.
- ²² Ebenda. Esau, A.: Bericht über die Arbeiten auf dem Gebiet der Kernphysik vom 1. Juli 1943. DJ 29 1068.
- ²³ Speer, A.: Erinnerungen. Frankfurt/M. 1969, S. 240.
- ²⁴ Bundesarchiv, R 23 III 510. Graue sandte Esau am 6. 12. 1943 fünf Anträge von Grebe.
- ²⁵ Ebenda.
- ²⁶ Richter, St.: (vgl. Anm. 19), S. 52.
- ²⁷ Aufschluß darüber geben die Protokolle des Arbeitskreises „Kernphysik“ der Fachkommission II der Deutschen Atomkommission.
- ²⁸ Gutachten Wolfgang Riezlers von 1946. Vgl. Archivalien des Physikalischen Instituts der Universität Bonn.



DIE AUTORIN

Dr. Maria Osietzki, geb. 1955, studierte Geschichte, Philosophie und Germanistik. Nach der Spezialisierung auf Wissenschaftsgeschichte forschte sie über die Institutionalisierung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen.

Das Bonner Zyklotron im betriebsfähigen Zustand.

Der Bader

Der Bader

Noch im 19. Jahrhundert hatte ein Teil der Wundärzte die (handwerkliche) Ausbildung eines Baders. Manfred Vasold beschreibt seine Tätigkeit und zeichnet die Geschichte des Berufs vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert nach.

Viele der alten Handwerksberufe bestanden länger als ein halbes Jahrtausend, vom Hohen Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert. Da erscheint der Hinweis angebracht, daß nicht wenige Berufe – auch der des Baders – in dieser Zeit, aber auch von Ort zu Ort, vielerlei Wandel unterworfen waren.

Das Bad war im Mittelalter ein geselliger Ort, wo beide Geschlechter zusammenkamen und plauderten und zechten. Neben dem alten römischen Schwitzbad mit trockener, erhitzter Luft gab es auch heiße Dampfbäder. Die Tätigkeit des Baders (*balneator*) stand in enger Beziehung zu den medizinischen Vorstellungen dieser Zeit, die bis auf die griechische Antike zurückgingen:

Die Körpersäfte sollten in der richtigen Mischung sein. Aufgabe des Baders war es, für diese Mischung zu sorgen: Er peitschte die Haut seiner Kunden mit Laubbüschel und Badewedel, um die Durchblutung und Ausdünstung anzuregen; er verabreichte Klistiere zum Abführen, und er ließ seine Kunden zur Ader. Wie der Barbier, so durften auch der Bader und seine Scherknechte Haare schneiden – mancherorts allerdings nur nasses Haar oder den Bart. Daneben war der Bader noch für die kleine Chirurgie zuständig, also für Wundversorgung, für die Behandlung von Hautleiden und Geschwüren. Größere Operationen (etwa die Entfernung von Blasensteinen oder Amputationen eines Körperglieds) wurden meist von herumziehenden Schneidärzten vorgenommen; das waren meist ehemalige Bader oder Barbier.

Bader und Barbieri werden oft zusammen genannt, denn sie verrichteten ähnliche Dinge; trotzdem waren ihre Zünfte in den meisten Städten streng voneinander getrennt. Die Lehrzeit der Bader betrug drei bis vier Jahre, bei Meistersöhnen aus dem Gewerbe zwei Jahre. Sie sollten danach drei Jahre auf der Wanderschaft gewesen sein, ehe sie sich zur Meisterprüfung meldeten. Die Meisterprüfung bestand noch im 15. Jahrhundert im Scheren- und Messerschleifen; später kamen Salbenzubereitung, die Herstellung von Wundpflastern u.ä. hinzu. Was für andere Handwerker zutraf, trifft im großen und ganzen auch für die Bader zu. Ihre Ausbildung wurde praktisch und theoretisch von ihren Meistern überwacht, die ihrerseits der Aufsicht der Obrigkeit unterstanden (in Nürnberg etwa dem Rugamt). Wer nicht an Ort und Stelle in der Zunft organisiert war, galt als Pfuscher und machte sich straf-



fällig. Klagen zwischen den Zünften der Bader und denen der Barbieri waren häufig; als weitere Konkurrenten kamen die Scharfrichter in Betracht, die oft im Einrenken von Gliedmaßen viel Erfahrung hatten. Im Mittelalter zählte der Beruf des Baders nicht überall zu den „ehrlichen“ Handwerken; daher mußten im 16. Jahrhundert mehrere kaiserliche Erlasse darauf hinwirken, daß die Bader als ehrlich zu betrachten seien. So niedrig wie ihr Ansehen war auch ihr Einkommen. Medizinalordnungen, deren älteste auf das 14. Jahrhundert zurückgehen, regelten ihre Dienstleistungen und ihre Gebühren; bei infektiösen Erkrankungen durfte der Bader die doppelte Taxe berechnen.

Während es in Italien schon im 13. Jahrhundert eigene Schulen für Wundärzte gab, war die Aus-

bildung des Baders in Deutschland im Mittelalter rein handwerklich. Bader und Ärzte verehrten die gleichen Schutzheiligen: die hll. Cosmas und Damian.

Durch eine Aderlaßbinde oder eine Laßtafel machte der Bader darauf aufmerksam, daß er auch als Wundarzt zugelassen war. Nach dem Handwerksbuch von 1535 durften in Nürnberg nur die Bader dieses Zeichen aushängen, die wenigstens vor drei geschworenen Meistern im „Aderlassen, der Wundarznei und anderer Zugehörung nach Notdurft probiert, verständig und tauglich befunden und von den Herren des Rats nach ihrer Ansag angenommen und zugelassen“ worden waren.

Aderlassen und Schröpfen war eine wichtige Tätigkeit des Baders – bis ins 19. Jahrhundert zählte der Aderlaß zu den wichtigsten Heilbehandlungen über-



haupt. Eigene Bildtafeln erklärten, welche Venen zum Anritzen am besten geeignet waren. Die Vene, meist in der Ellenbeuge, wurde mit einer Binde gestaut und unterhalb, wo sie angeschwollen war, angeritzt. Beim Aderlaß wurden auch Faktoren berücksichtigt wie Alter und Geschlecht, Klima, Jahreszeit, Windrichtung und vieles mehr. Falls eine Körperseite erkrankt war (z. B. nach einem Schlaganfall), wurde der Aderlaß auf der anderen Seite vorgenommen. Als weniger wirksam galt das Schröpfen. Dazu wurden zunächst Tierhörner verwendet, aus denen man durch ein Loch die Luft entfernte; später setzte man Gefäße aus Glas oder Metall ein. Durch einen Hautschnitt wurde das Blut aus der aufgesogenen Beule abgelassen. Erst in späterer Zeit fanden Blutegel weite Verwendung.

Das Bad, zunächst ein Ort der Reinlichkeit, wurde am Ende des Mittelalters zum Krankheitsherd: Nach der Einschleppung der Syphilis durch die großen Entdeckungsreisen um 1500 wurde die Befürchtung laut, der Bader könne mit seinen Geräten Krankheiten übertragen. Die Bader waren fortan verpflichtet, Syphilisverdächtigen kein Bad zu gewähren und ihr Werkzeug sauber zu halten. Seit dem 16. Jahrhundert – vielleicht auch im Gefolge der Reformation – verlor das Bad viel von seiner alten Bedeutung.

In der Neuzeit standen den Badern verschiedene Anstellungen offen: Sie konnten – wie andere Handwerker – selbständig oder bei einem Meister beschäftigt sein; sie konnten bei einer höhergestellten Person als Wundarzt in den Dienst treten; sie konnten in

einem städtischen Spital arbeiten, wo sie, meist unter ärztlicher Aufsicht, weitreichende Operationen vornahmen. In manchen Städten gab es bestellte „Amtsärzte“ – in der Regel waren es ehemalige Bader oder Barbier –, die bei Seuchenausbrüchen als Sachverständige hinzugezogen wurden. Mancherorts konnten geschickte Bader als „Accoucheure“ (Entbindungshelfer) tätig werden.

Seit dem 16. Jahrhundert ging man auch in Deutschland mit Leichen freier um; nun wurden Badergehilfen auch als Sektionsassistenten eingesetzt. Bei der Sektion von Menschen, die ein gewaltsames Ende gefunden hatten, wurden sie als Gutachter gehört.

Seit dem 16. Jahrhundert war es der Wiener Medizinischen Fakultät gestattet, Bader und Barbier zu prüfen. Vielerorts begann man im 17. Jahrhundert, Bader und Barbier verstärkt theoretisch auszubilden: So mußten sie in Nürnberg anatomischen Demonstrationen beiwohnen, wobei ein Arzt die Organe erläuterte, die ein Bader-Wundarzt vorzeigte. Das preußische Medizinedikt von 1725 sah für diese Berufsgruppen gleichfalls Anatomieunterricht vor. Seit dem frühen 18. Jahrhundert bezeichnete man diese Bader-Wundärzte meist als Chirurgen, was noch immer an ihre handwerkliche Ausbildung erinnert. Von da an gab es Bestrebungen, die Ausbildung der Ärzte und der Wundärzte stärker aneinander anzugleichen, wobei man festhalten muß, daß man bereits als 21-jähriger ein promovierter Arzt sein konnte. Fortan gab es einzelne Wundärzte, die richtig studiert hatten. In einzelnen deutschen Staaten wurde daraus im frühen 19. Jahrhundert der Wundarzt I. Klasse; der

handwerklich ausgebildete Bader-Chirurg blieb der Wundarzt II. Klasse. Was fachliches Können, Ansehen und Einkommen anlangt, waren die Unterschiede meist gering.

Für die Behandlung innerer Krankheiten war der gelehrte Arzt zuständig, für äußere Leiden der Wundarzt. Aber in der Wirklichkeit ließ sich diese Unterscheidung nicht immer aufrechterhalten, und so war der gelehrte Arzt häufig der Arzt der Oberschicht, während die Unterschichten den Bader-Wundarzt aufsuchten. Gegen 1800 kam in Deutschland ein gelehrter Arzt auf etwa 10000 Einwohner; doch gab es bedeutend mehr Bader-Wundärzte als Ärzte. Im 19. Jahrhundert war das Einkommen auch der Bader-Wundärzte ziemlich hoch. □

Hinweise zum Weiterlesen:

- A. Fischer: Geschichte des deutschen Gesundheitswesens. 2 Bde. Berlin 1933; Ndr. Hildesheim 1965.
- W. Gutsche: Geschichte der Bader und Barbier in Erfurt. Erfurt 1957.
- E. Mummenhoff: Die öffentliche Gesundheits- und Krankenpflege im alten Nürnberg (1898); Ndr. Neustadt/A. 1986.
- H. Peters: Der Arzt und die Heilkunst in alten Zeiten (1900); Ndr. Bayreuth 1979.

DER AUTOR

Dr. Manfred Vasold war von 1960 bis 1970 Krankenpfleger, dann studierte er Geschichte. Er ist heute als Sozialhistoriker freiberuflich tätig.

Sigfrid von Weiher

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

1. 10. 1912

Zwischen Berlin und Düsseldorf wird die Nachrichtenverbindung mit **Schnelltelegrafen** von Siemens & Halske aufgenommen. Die Geräte übertragen 1000 Zeichen pro Minute. Sie wurden unter maßgeblicher Mitwirkung von Wilhelm von Siemens entwickelt. In den folgenden Jahren wird mit diesem System ein großes, insbesondere auch nach Norden und Osten sich ausbreitendes europäisches Schnelltelegraf-Netz aufgebaut.



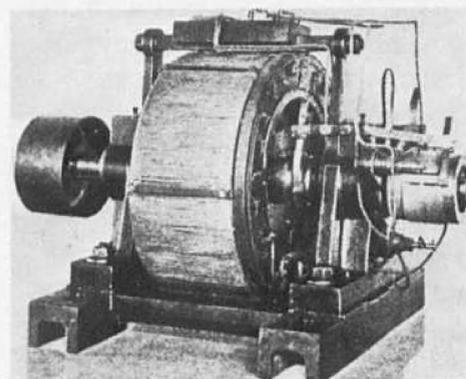
Schnelltelegraf von Siemens, 1912

6. 10. 1787

In Wien kommt **Georg Altmutter** zur Welt. Er wurde Professor am Wiener Polytechnikum und Leiter des Nationalfabrik-Produktionskabinetts. In dieser Funktion legte er eine umfangreiche Werkzeugsammlung an, die zum Grundstock des späteren, 1918 eröffneten Technischen Museums gehört.

6. 10. 1887

In La Chaux de Fonds/Schweiz wird **Charles Edouard Jeanneret** genannt **Le Corbusier** geboren. Als Architekt bahnte er der modernen Sachlichkeit den Weg; zeitlebens blieb er bemüht, die Architektur in den Dienst des Menschen zu stellen. Er gilt als Hauptvertreter des ästhetisch stilisierten, technischen Materialismus. 1947 entwarf er das große UNO-Gebäude für New York.



Drehstromgenerator von Haselwander, 1887

12. 10. 1887

Friedrich August Haselwander (1859-1932) setzt in der Hutfabrik Adrion in Offenburg/Baden den ersten von ihm entwickelten **Dreiphasen-Drehstromgenerator** in Betrieb. Dabei ist zu beachten, daß Haselwander unabhängig von Ferraris und Tesla die Drehstrommaschine entwickelte und seine Konstruktion auch zuerst praktisch anwendete. Just am gleichen Tage meldete in den USA Nicola Tesla sein erstes Patent über Erzeugung von Drehfeldern mit Wechselströmen an.



Gustav Robert Kirchhoff

17. 10. 1887

In Berlin stirbt 63jährig der Physiker **Gustav Robert Kirchhoff**. Als Professor wirkte er in Berlin, Breslau, Heidelberg und, seit 1874, wieder in Berlin. Bekannt wurde sein Name durch seine gemeinsam mit Bunsen betriebenen Forschungen, die zur Spektralanalyse, 1859/60, führten, so dann durch die nach ihm benannten Gesetze zur Elektrizitätslehre. Daneben sind auch seine Arbeiten über Elastizität, die mechanische Wärmetheorie, die Wärmeleitung sowie Untersuchungen über optische Phänomene bemerkenswert.

18. 10. 1912

Unter dem Decknamen Klemens Pasel wird Professor Dr. Benno **Strauß** (1873-1944), dem Leiter der Forschungsanstalt der Fried. Krupp AG, seine Erfindung des **nichtrostenden Stahls (Niropa)** in Deutschland patentrechtlich geschützt.

19. 10. 1862

In Besançon/Frankreich wird **Auguste Lumière** geboren. Mit seinem zwei Jahre jüngeren Bruder Louis Jean hatte er an der Erfindung des Films entscheidenden Anteil. Im Februar 1895 nahmen die Brüder das französische Patent auf ihre Filmbänder für fotografische Reihenaufnahmen. Am 22. März 1895 führten sie in Lyon ihre Erfindung erstmals der Öffentlichkeit vor.

19. 10. 1937

In Cambridge/England stirbt 66jährig **Lord Ernest Rutherford of Nelson**. Der geborene Neuseeländer kam zunächst 1894 an das Cavendish-Laboratory nach Cambridge, weilte dann als Professor in Montreal/Canada, um

dann wieder in Manchester/England und ab 1919 als Leiter des Cavendish-Laboratory in Cambridge wissenschaftlich tätig zu sein. 1904 deutete er mit Soddy die Radioaktivität als Zerfall von Atomkernen. 1908 erhielt er den Nobelpreis für Chemie zuerkannt, 1931 erhob ihn die englische Krone zum Lord. Mit radioaktiver Strahlung gelang Rutherford 1919 die erste künstliche Element-Umwandlung von Stickstoff in Sauerstoff.

2. 11. 1937

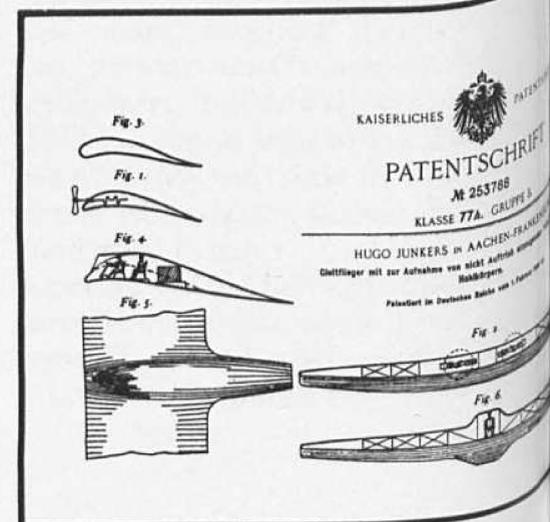
Flugkapitän **Hanna Reitsch** (1912-1979) führt in Berlin-Tempelhof den **Focke-Wulff Hubschrauber FW 61** mit zwei Tragtriebwerken öffentlich vor. Der Veranstaltung wohnt auch Oberst Charles Lindbergh bei, dem 1927 die erste Non-Stop-Überquerung des Atlantiks, von New York nach Paris gelang.

6. 11. 1862

Unter diesem Datum hinterlegt der Wiener Ingenieur und Dichter **Josef Popper** (Pseudonym Lynkeus) bei der Wiener Akademie der Wissenschaften einen Vorschlag, **Wasserkraft zur elektrischen Energiegewinnung** und Kraftübertragung wie auch zur Großelektrolyse nutzbringend anzuwenden. Erst 20 Jahre später, als von anderer Seite derselbe Gedanke mit der ersten Kraftübertragung am Niagara-Fall gelungen war, wurde Poppers Vorschlag veröffentlicht.

14. 11. 1912

Das im Jahre 1910 von Hugo Junkers (1859-1935) beantragte Patent auf ein „**Nur-Flügel-Flugzeug**“ wird unter dem etwas irritierenden Titel „Gleitflieger mit



Junkers' Patentzeichnung für „Nur-Flügel-Flugzeug“

zur Aufnahme nicht Auftrieb erzeugender Teile dienenden Hohlkörper“ unter DRP Nr. 253 788 erteilt.

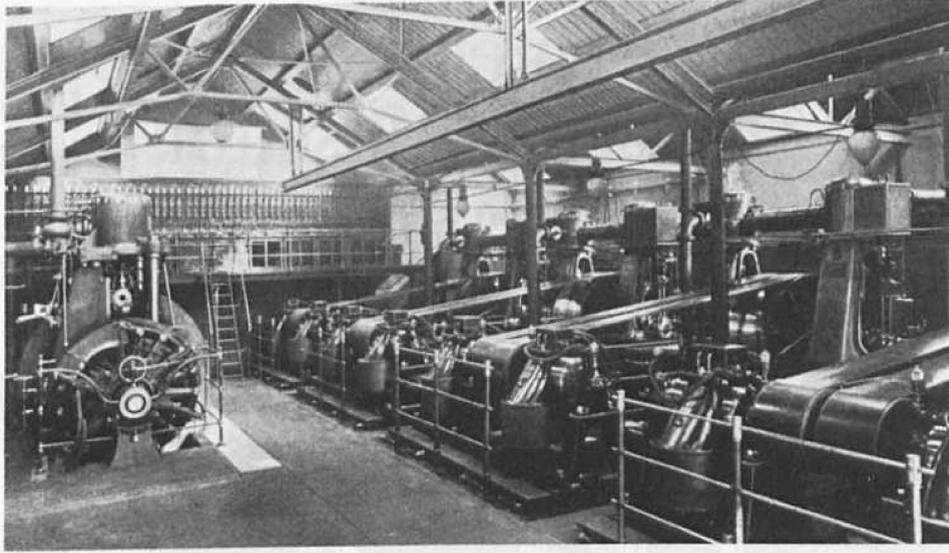
15. 11. 1887
In Elberfeld im Wuppertal wird die erste außerhalb Berlins liegende **Zentralstation für Stromversorgung** (wir würden heute E-Werk sagen) in Deutschland in Betrieb genommen. Von Siemens & Halske erbaut, arbeitete sie nach einem neu entwickelten Drei-Leiter-System.



Peter W. F. Voigtländer

17. 11. 1812
In Wien wird **Peter Wilhelm Friedrich Voigtländer** geboren. Die schon vom Großvater in Wien aufgebaute, vom Vater fortgeführte mechanisch-optische Werkstätte, übernahm er 1839. Kurz darauf nahm er die Fertigung des Petzvalschen Objektivs und auch den Bau von Fotokameras auf. 1849 gründete er in Braunschweig ein Zweigwerk, dessen Leitung er wegen der Wichtigkeit des norddeutschen Marktes selbst übernahm. Beim Tode des Leiters der Wiener Stammfabrik sah sich Voigtländer, der vom österreichischen Kaiser 1866 in den Ritterstand erhoben worden war, genötigt, diesen Betrieb in Wien zu schließen.

18. 11. 1787
In Cormeilles-en-Parisis/Frankreich, Dép. Seine et Oise, wird **Louis Jacques Mandé Daguerre** geboren. 1822 ergänzte er die damals üblichen Panoramen durch Bewegungs- und Bildprojektionseffekte zu regelrechten



Dioramen-Theatern. Mit dieser Neuerung öffnete er sich besonders in Paris einen Markt. Weltberühmtheit erlangte er durch die Vollendung des von seinem Landsmann **Joseph N. Niepce** (1765–1833) erfundenen Verfahrens der Fotografie, die 1839 in der Pariser Académie des Sciences durch Arago bekannt gemacht wurde.



Louis J. M. Daguerre

18. 11. 1962
In Kopenhagen stirbt im 78. Lebensjahr der dänische Physiker **Niels Bohr**. 1922 hatte er für seine bemerkenswerten Arbeiten in Fortentwicklung der Theorien Plancks und Einsteins den Physik-Nobelpreis zuerkannt bekommen.



19. 11. 1937

George E. T. Eyston aus Großbritannien erreicht bei Bonneville Utah/USA mit seinem Rekordwagen „Thunderbolt“, angetrieben von 2 Rolls Royce Flugmotoren, ein Tempo von 502,442 km/h. Diesen **Automobil-Weltrekord** verbesserte er im darauffolgenden Jahre erneut auf 575 km/h.

9. 12. 1937

In Stockholm stirbt 68jährig der Ingenieur **Gustav Dalén**. Für die von ihm 1906 erfundene automatische Blinkfeuer-Regelung auf Leuchttürmen und Leuchtbojen hatte er 1912 den Physik-Nobelpreis erhalten.

13. 12. 1962

Nach mehrmonatigem erfolgreichem Versuchsbetrieb mit „Telstar“ wird in den USA der erste reguläre und spezielle Nachrichten- und Fernseh-Satellit „**Relay I**“ gestartet.

23. 12. 1912

Bei Philae in Ägypten wird im Bereich der letzten Nil-Katarakte der **Assuan-Staudamm** seiner Bestimmung übergeben. Der Stausee mit einer Länge von fast 300 km faßt nun 3000 Millionen cbm Wasser, das die Infrastruktur des Umlandes ganz wesentlich verändert.

28. 12. 1887

In Schwiebus wird **Werner Kohlhörster** geboren. Gemeinsam mit V. F. Hess konnte er bei einer 1913 unternommenen Ballonfahrt in 9000 m Höhe den Nachweis für die Existenz kosmischer Strahlen erbringen. Seit 1935 wirkte er als ordentl. Professor

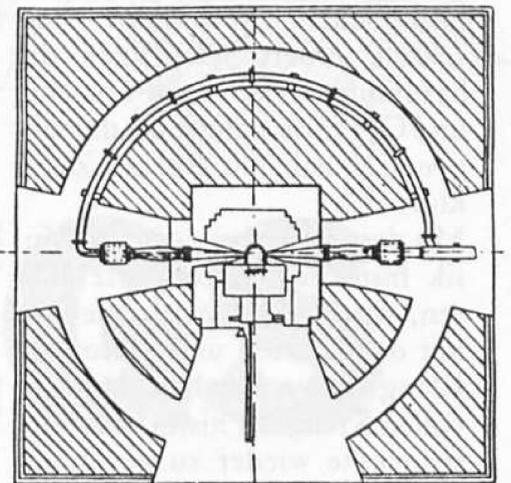
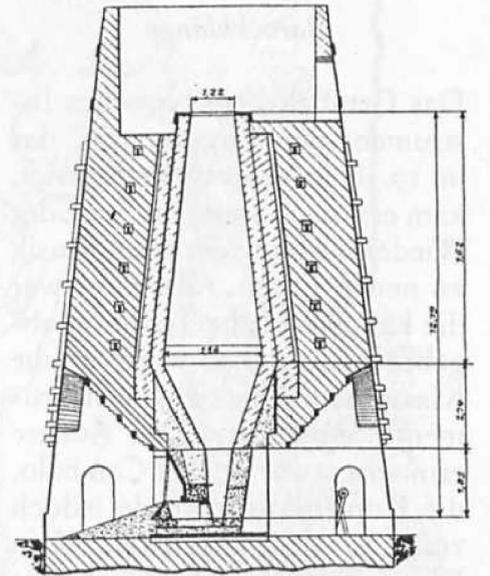
Niels Bohr

Elektrizitäts-Zentrale
Elberfeld, 1887

an der Universität Berlin und als Direktor des Instituts für Höhenstrahlungsforschung in Berlin-Dahlem. 1946 fiel er in München einem tödlichen Autounfall zum Opfer.

31. 12. 1912

Nach nahezu 120jährigem Betrieb schließt das Königlich-Preußische **Eisenhüttenwerk in Gleiwitz/Schlesien** seinen Betrieb. Für die Entwicklung des oberschlesischen Industrieviers war diese Hütte, in der 1796 auch der erste Kokshochofen Deutschlands entstand, Gießereibetriebe, Walzwerke und Blechhämmer eingerichtet wurden, ein Pionierbetrieb, dessen Erfahrungen sogleich für weitere Neugründungen von Hütten- und Industrierwerken in Schlesien genutzt wurden. Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts war Schlesien gegenüber dem Ruhrgebiet Deutschlands erstes umfassendes Industrievier.



Koks-Hochofen, Gleiwitz,
1796

Nachrichten aus dem Deutschen Museum

Rolf Gutmann

Puffing Billy wird 80

Eine der Hauptattraktionen der Eisenbahnausstellung, die Lokomotive ‚Puffing Billy‘, wird heuer 80 Jahre alt. Die im Britischen Science Museum stehende Originallokomotive aus dem Jahr 1814 wurde 1907 von den Hauptwerkstätten der Kgl. Bay. Staats-eisenbahnen originalgetreu und funktionsfähig für das Deutsche Museum nachgebaut. Zur Zeit wird die Lokomotive gründlich überholt, die Lager und Dichtungen werden erneuert und die Sicherheit des Kessels wird überprüft. Die in der Ausstellung mit Druckluft betriebene Lokomotive wird rechtzeitig zum großen Urlaubsansturm wieder „fahrbereit“ sein.

Barockklänge

Das Cembalo, ein typisches Instrument der Barockmusik, das im 19. Jh. in Vergessenheit geriet, kam erst nach 1900, im Zuge der Wiederbelebung der alten Musik zu neuen Ehren. Allerdings war die handwerkliche Tradition abgebrochen, und so waren es die Klavierbauer, die sich des Instruments annahmen: Das Äußere erinnerte zwar an das Cembalo, die Konstruktion wurde jedoch vom Klavier abgeleitet. Kein Wunder, daß der Klang nicht den historischen Vorbildern entsprach. Albert Schweitzer, der berühmte Arzt, Bach-Forscher und Organist, nannte die damaligen Cembali mit Recht „Zupfklaviere“.

Mit dem Bestreben, die alte Musik historisch getreu aufzuführen, wuchs die Unzufriedenheit mit dem starren und uniformen Klang dieser Cembali. Um den vollen Klang der historischen Instrumente wieder zu gewinnen, beschäftigte man sich in den 60er Jahren mit deren Bauweise. Besonders hervorgetan hat sich

hier ein (zunächst) Branchenfremdling, Dipl.-Ing. Rainer Schütze, Innenarchitekt aus Karlsruhe: Unter Verwendung von historischen Konstruktionen und in Verbindung mit modernster Technik und Materialien schuf er ein „neues“ Cembalo mit „barockem“ Klang. Das deutsche Museum hatte ihm ermöglicht – vor 30 Jahren ein seltenes Entgegenkommen – Konstruktionsstudien an seinen historischen Instrumenten vorzunehmen. Als freundliches Dankeschön bekam es jetzt das neueste Instrument aus Schützes Werkstatt im Wert von über 59.000 DM.

Vom Schriftguß

Der Kern von Gutenbergs Erfindung war das Handgießinstrument. Damit war es ohne Schwierigkeiten möglich, Buchstaben aus Blei in nahezu beliebiger Zahl mit identischem Schriftbild herzustellen.

Der Schriftgießer.



*Ich geuß die Schrifte zu der Druckrey
Gemacht auß Wismat/ Zin vnd Bley/
Die kan ich auch gerecht justiern/
Die Buchstaben zusamnn ordniert
Lateinisch vnd Teutscher Geschrifte
Was auch die Griechisch Sprach antriffe
Mit Versalen/ Puncten vnd Zügen
Daf sie zu der Truckrey sich fügen.
E iij Der*

Seither traten die Erzeugnisse der Schriftgießer ungezählten Lesern vor Augen, doch kaum jemand hat dieses faszinierende Metier kennengelernt, in dem sich künstlerisches Einfühlungsvermögen und höchste technische Präzision vereinigen.

Der Strukturwandel in der graphischen Industrie hat auch den Bleisatz betroffen, der auf breiter Ebene durch den Fotosatz abgelöst wurde. Diese Ablösung erfolgte zunächst unter erheblichen Qualitätseinbußen für den Leser, und der digitalisierte Fotosatz unserer Tage muß nun mühsam die Genauigkeit und Schönheit der Schriftdarstellung nachvollziehen, die im Schriftguß möglich waren.

Kurz bevor die weltbekannte Schriftgießerei Stempel im April 1986 die Produktion von Bleisatzschriften einstellte, hat der Fotograf Ronald Schmets die einmalige Dokumentation geliefert, die uns die Arbeitswelt von Schriftschneidern, Schriftgießern, Teilerinnen und Feinmechanikern erschließt. Die Sonderausstellung ist vom 8.7. bis 30.9. 1987 im Deutschen Museum zu sehen.

Mehr als das Gold hat
das Blei die Welt verändert,
und mehr als das Blei in der
Flinte
das Blei im Setzkasten.

Joh. Chr. Lichtenberg

Der Schriftgießer
Holzschnitt, 1568
(aus: Jost Amman's
Beschreibung aller Stände,
Frankfurt/Main, 1568)

Kristallzüchtung

Eine Sonderausstellung „Kristallzüchtung“ wurde am 8. Mai 1987 im Deutschen Museum eröffnet. Zahlreiche Exponate, unterstützt durch 25 Tafeln mit Texten und Schaubildern, zeigen die Entwicklung und den heutigen Stand der Kristallzüchtung. Im Mittelpunkt stehen die Silicium-Einkristalle, die das meist verwendete Ausgangsmaterial für die Mikroelektronik sind. Die Sonderausstellung wird in einem Jahr eingegliedert werden in die neue Museumsabteilung „Mathematische Instrumente und Rechenanlagen – Mikroelektronik“.

75 Jahre weltweiter lizenzierter Amateurfunk · 60 Jahre Amateur- funk in Deutschland

Dieses Doppeljubiläum ist Anlaß für eine Sonderausstellung ab 1.8. 1987, die zeigen soll, wie sich der Amateurfunk entwickelte.

Daß Amateurfunk mehr als Freizeitbeschäftigung sein kann, zeigen viele Entwicklungen der modernen Nachrichtentechnik, die auf die Pionierleistungen von Funkamateuren zurückzuführen sind. Die UKW-Technik beispielsweise, ohne die Fernsehen und Radio nicht möglich wären, wurde von Funkamateuren entwickelt.

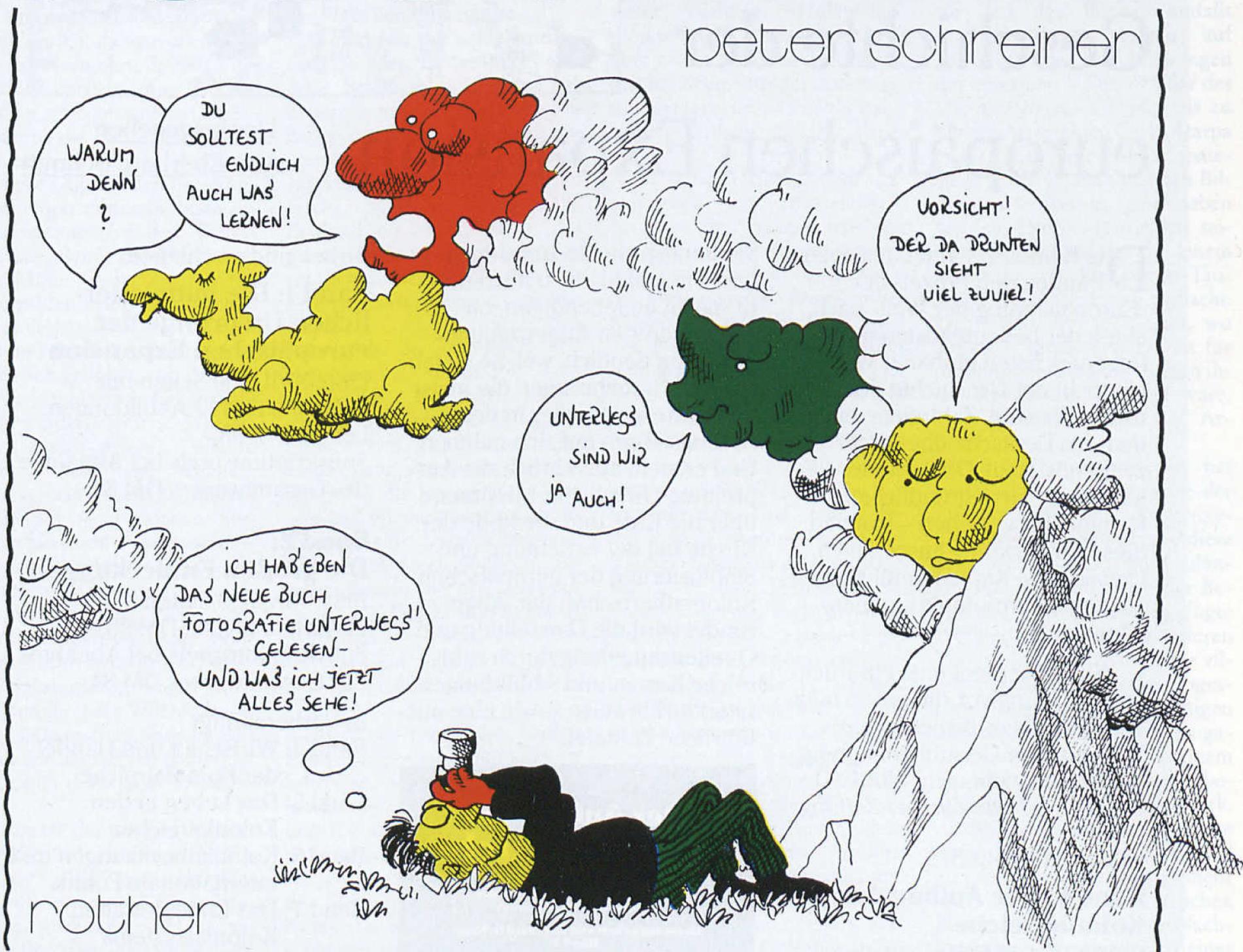
Als dichtestes Nachrichtennetz der Welt hat sich das Kommunikationsmittel „Amateurfunk“ in Notsituationen oft bewährt. Erinnerung sei hier an die Schneekatastrophe 1978/79 in Norddeutschland oder die Erdbebenkatastrophen in Italien. In beiden Fällen reichten die behördlichen Kommunikationsmittel nicht aus, um die Verbindung mit den Hilfsdiensten aufrecht zu erhalten.

Diese Ausstellung entstand in Zusammenarbeit mit dem Förderverein des Amateurfunkmuseums in Grafing und dem Deutschen Amateur Radio Club (DARC).

Wer den Weg zur Fotografie sucht,
wird in diesem Buch finden, was er an Wissen fürs „Handwerk“ braucht.
Und wer bereits unterwegs ist, wird in die Welt
des Sehens geführt.
Er wird neue Möglichkeiten des eigenen Ausdrucks entdecken.

FOTOGRAFIE

peter schreiner



UNTERWEGS

„ DIE WERBUNG WILL UNS WOHL WEISMACHEN, DASS ICH MEHR SEHE, WENN ICH ... ”

„ ICH HABE DIR SCHON EINMAL GESAGT,
DU SOLLST NICHT AUF DIE WERBUNG HÖREN, SONDERN DAS BUCH BESTELLEN. ”

Dokumente zur Geschichte der europäischen Expansion



Herausgegeben
von Eberhard Schmitt

Die Edition zeichnet in sieben Bänden den Prozeß der «Europäisierung der Welt» nach, einen der bedeutendsten und folgenreichsten globalen Vorgänge in der Geschichte der frühen Neuzeit. Zahlreiche erstmals ins Deutsche übersetzte zeitgenössische Dokumente – jedes mit einem gründlichen Kommentar versehen – machen diese Entwicklung anschaulich. Umfassende Kapiteleinführungen zeigen die großen Zusammenhänge auf.

«... So liegt erneut eine eindruckliche Leistung vor, die um so nützlicher ist, als es bisher unseres Wissens eine Gesamtdarstellung dieser Thematik nicht gibt.»

Neue Zürcher Zeitung

Neu im Frühjahr 87:

Band 3: Der Aufbau der Kolonialreiche

1987. XIX, 632 Seiten mit 13 Karten und 32 Abbildungen. Leinen DM 142,-
Subskriptionspreis bei Abnahme des Gesamtwerkes DM 118,-

Der Band dokumentiert farbig die Anfänge einer planmäßigen europäischen Kolonialpolitik in Übersee. Er zeigt das Bestreben der europäischen Mächte, ihre Stellung in den gerade entdeckten Gebieten durch die Errichtung von Stützpunkten oder durch

Siedlungsprojekte zu festigen und wirtschaftlich zu nutzen. Er macht an lebendigen, oft erschütternden Augenzeugenberichten deutlich, welche Gefahren und Entbehrungen die meist unerfahrenen Siedler in den Anfangsjahren auf sich nahmen. Und er stellt ausführlich die Ausbreitung christlicher Missionare über die Erde und die Rolle der Kirche bei der Errichtung und Stabilisierung der europäischen Kolonialherrschaft dar. Abgerundet wird die Darstellung und Quellensammlung durch zahlreiche Karten und Abbildungen, Literaturhinweise sowie eine ausführliche Zeittafel.

Bisher sind erschienen:

Band 1: Die mittelalterlichen Ursprünge der europäischen Expansion

1986. XVII, 450 Seiten mit 15 Karten und 19 Abbildungen. Leinen DM 98,-

Subskriptionspreis bei Abnahme des Gesamtwerkes DM 84,-

Band 2: Die großen Entdeckungen

1984. XIX, 659 Seiten mit 21 Karten. Leinen DM 98,-

Subskriptionspreis bei Abnahme des Gesamtwerkes DM 84,-

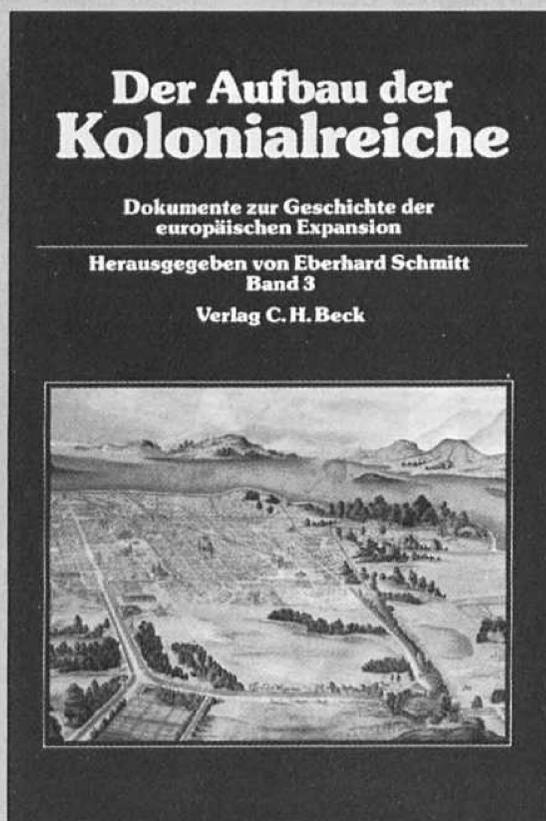
In Vorbereitung:

Band 4: Wirtschaft und Handel der Kolonialreiche

Band 5: Das Leben in den Kolonialreichen

Band 6: Kolonialbesitzungen und internationale Politik

Band 7: Das Ende des alten Kolonialsystems



C.H. Beck

Die Villen des Veneto von Michelangelo Muraro. Aufnahmen Paolo Marton (übers. v. Steffi Röttgen und Heidrun Stein). München: Hirmer, 1986 DM 248,- (Originaltitel: *Civiltà delle ville venete*).

„... so ist es die Aufgabe des weisen Architekten, mit allem Eifer und ohne Mühen zu scheuen, einen angenehmen und gesunden Ort zu finden, da man die meiste Zeit des Sommers in der Villa verbringt und da unser Körper selbst in sehr gesunden Gegenden durch die Hitze geschwächt wird und erkrankt. In möglichst günstiger Lage zu den Besitzungen oder gar mitten in ihnen suche man zunächst den Wohnplatz aus, damit die Herrschaft ohne Mühe die ihr gehörenden umliegenden Felder überwachen sowie Verbesserungen einleiten kann und damit ihre Feldfrüchte, wie es sich gebührt, von den Arbeitern ins Herrschaftshaus getragen werden können.“ Sehr genau hat sich Andrea Palladio selbst an diese Regel gehalten, die er 1570 in seinem Kanon der Architektur – *„I quattro libri dell'architettura“* – vorgeschrieben hat. Dabei führt Palladio seine Architekturkenntnisse vor allem auf Vitruvius Pollio, den Architekturtheoretiker der römischen Antike zurück. Und dort, im 1. Jahrhundert, liegen auch die Wurzeln jener Villenkultur – in der italienischen Sprache läßt sich dieser Begriff viel treffender mit *„civiltà delle ville“* ausdrücken.

Die Römer der antiken Kaiserzeit haben zwei funktionelle Typen der *„villa“* unterschieden: Die *„villa suburbana“*, ein freistehendes, großzügiges Haus am Rande der Stadt, gewissermaßen ein aus dem Zentrum gerücktes Stadtpalais, und andererseits die *„villa rustica“* auf dem Lande als Kern eines mehr oder weniger breit gefächerten landwirtschaftlichen Betriebes. Diese Villen auf dem Lande, in das landwirtschaftliche Treiben integrierte Herrrensitze, waren die Orte, an denen der kultivierte römische Bürger dem *„otium“*, der tätigen Muße, nachgehen wollte. Dort

widmete er sich neben der körperlichen Arbeit und der sportlichen Ertüchtigung allen den geistreichen Betätigungen – Dichtung, Wissenschaft, Kunst und Erbauung allein oder in Gesellschaft einzelner Freunde –, die er sich aufgrund seiner *„negotia“*, der staatlich-ehrentlichen und der privaten Geschäfte während seines Aufenthaltes in der Stadt versagen mußte.

Die Idee von der *„villa rustica“* fand in der Renaissance eine neue Belebung, und diese Erneuerung ging vor allem von Venedig aus. Wie war es dazu gekommen? Gegen Ende des ersten Jahrtausends hatten Bauern und Fischer vom norditalienischen Festland auf den Inseln der Lagune vor den kriegerischen Wirren Schutz gesucht. In den folgenden Jahrhunderten war die Republik Venedig durch den Fernhandel im Mittelmeer und weit darüber hinaus zur wirtschaftlichen Weltmacht aufgestiegen. Mit der Ausbreitung des osmanischen Reiches und der Entdeckung der neuen Seerouten durch die Portugiesen, Spanier und Niederländer setzte für Venedig eine Entwicklung ein, die trefflich durch einen Satz aus einem Bericht von 1555 aus Syrien an den Dogen der Republik charakterisiert wird: „Es ist besser, das Geld zuhause zu behalten, als es in Umlauf zu bringen.“

Niederlagen gegen die Türken haben die Stellung Venedigs als führende See- und Handelsmacht erschüttert. Entsprechend dem Rat, den der Korrespondent aus Syrien gab, hatten sich bereits seit einiger Zeit die Stadtväter der Stadtrepublik Venedig verhalten: Sie haben planmäßig die terra ferma kolonisiert; die terra ferma war das Festland zwischen den Alpen im Norden, der Po-

ebene im Süden und dem Tal der Adda im Westen – also das heutige Veneto. Große technische Anstrengungen – Kanalbauten, Entwässerungs- und Bewässerungsanlagen, Straßenplanungen – haben die Venetianer zur Kultivierung der größtenteils unfruchtbaren Gebiete unternommen. So wurde die Republik der Lagunenstadt nach dem Verlust vieler wichtiger Hafenstützpunkte und Handelskontore zum ersten Mal eine Territorialmacht. Zeugnisse der Kolonisation der terra ferma sind die zahlreichen Villenbauten im Veneto.

Nicht zuletzt durch seine Lebensarbeit hat Michelangelo Muraro als Universitätslehrer, als Generaldirektor der soprintendenza – der Denkmalpflege – des Veneto und als Direktor des Museo Civico Correr in Venedig das Interesse der Wissenschaftler und die Aufmerksamkeit vieler Fachleute auf dieses Thema geleitet. Nun hat der Hirmer-Verlag in Gemeinschaft mit Magnus Edizioni S.p.A., Udine, sein großartiges Werk auch verlegt, es ist unter dem Titel *„Die Villen des Veneto“* diesem Thema gewidmet. Michelangelo Muraro bezieht in seine Texte auch die Forschungen ein, die in den letzten zwanzig Jahren dazu beigetragen haben, uns das nahezu bringen, was er die *„civiltà delle ville venete“* nennt. War die bisherige Bearbeitung des Themas verhältnismäßig eingegrenzt auf Architekturgeschichte, Palladios Bauten oder auf die Villen entlang des Ufers der Brenta, so ist hier der thematische Rahmen wesentlich weiter gespannt und auch auf die kulturgeschichtlichen Randzonen erweitert, z. B. die Kritik Carlo Goldonis an der *„villeggiatura“*, der Manie, die Ferien auf dem Lande zu verleben,

aus dem Jahre 1761, oder die Darstellung Alviso Cornarios als *„Vater“* eines Kultivierungsplanes von 1558, um aus Ödland eine Kulturlandschaft zu machen. Dies sind nur zwei Beispiele aus dem weiten Spektrum der Betrachtungen, das vom *„Veneto zur Zeit der Römer“* zu den Villen im 19. Jahrhundert und unserer Gegenwart reicht. Dieser erste Teil des Buches umfaßt 110 Seiten; ihm folgen auf 385 Seiten die Beschreibungen der einzelnen Villen von der des Dichters Petrarca (1360) bis zu der des Architekten Carlo Scarpa (1974). An dieser Stelle spätestens muß nun auch von den Bildern des Werkes geschrieben werden. Paolo Marton hat seinem Bericht zufolge in einem Zeitraum von drei Jahren Tausende von Aufnahmen gemacht. Dabei war ihm die Frage, wo wohl der ideale Standpunkt für die Aufnahme aus den Augen ihres Baumeisters gewesen wäre, eine Richtschnur bei der Arbeit.

Bei den Innenaufnahmen hat Paolo Marton eigene Wege der Interpretation der Freskenzyklen eröffnet, denn gerade diese dem architektonischen Gedanken und der Funktion – der Benutzung – kongenial eingefügte Freskierung führt zum tieferen Verständnis der *„civiltà delle ville“*. Ein Anhang mit Bibliographie, Originaltexten, wichtigen Zitaten, biographischen Angaben, einem Glossar und einem Register erschließen und beschließen das großartige Werk. Als Begleitliteratur für eine Reise durch Venetien ist der Band wohl zu gewichtig, aber wieviel mehr kann das Studium des herrlichen Buches für die Vor- oder Nachbereitung selbst wieder zu einer anregenden geistigen Reise werden: Bilder und Texte können den aufgeschlossenen Betrachter und Leser beglückende Einsichten und Erlebnisse in eine Hochkultur bescheren, in ein Lebensgefühl, das ausgehend von der *„civiltà delle ville venete“* bis in unsere Zeit nachwirkt. □

Ernst H. Berninger

Andrea Palladio,
Villa Barbaro in Maser.
(Foto: Paolo Marton)



»Juli bis September 1987«

SONDERAUSSTELLUNGEN

seit
10. April 1986
2. Obergeschoß*
»Bauklötze staunen«
200 Jahre Geschichte der Baukästen
Katalog, 158 Seiten, 115 teils farbige Abbildungen, DM 29,-

neu:
seit
8. Mai
1. Obergeschoß*
Kristallzüchtung
Technische Kristalle für die Mikroelektronik.
Knapp 100 Exponate, unterstützt durch 25 Texttafeln und Schaubilder, zeigen die Entwicklung und den heutigen Stand der Mikroelektronik. Die Sonderausstellung wird in die Abteilung »Mathematische Instrumente und Rechenanlagen«, die in einem Jahr eröffnet werden soll, eingegliedert.

3. Juni bis
2. August
2. Obergeschoß*
Qualitätsfaktor Design
Wanderausstellung der Robert Bosch GmbH.
Was jeder über Design wissen sollte.
23 Ausstellungsthemen mit Beispielen aus der Industriepraxis.

neu:
Mitte Juli bis
30. September
Foyer der Bibliothek
(freier Eintritt)
Vom Schriftgießen
Portrait der Fa. D. Stempel AG, Frankfurt/Main.
Photographiert von Roland Schmets.
Zur Ausstellung erscheint ein Katalog, der von der TH Darmstadt herausgegeben wird.

neu:
7. August bis
27. September
2. Obergeschoß*
Telegraphie und Funk
75 Jahre weltweiter lizenzierter Amateurfunk und
60 Jahre Amateurfunk in Deutschland.

KOLLOQUIUMSVORTRÄGE DES FORSCHUNGSINSTITUTS

(Beginn 16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt)

6. Juli
Die Astronomie im Dienste des Islam
Professor Dr. David King, Universität Frankfurt

20. Juli
Zum 300. Geburtstag der Principia von Isaac Newton
Professor Dr. Ivo Schneider, LMU
Wissenschaftliche Portraits von Isaac Newton
Professor Dr. Karin Figala, TU

SOMMERPAUSE

Sonntagsmatineen in der Musikinstrumentensammlung und Vorträge des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte finden erst wieder im nächsten Quartal statt.

* im Museum normale Eintrittspreise, bzw. für Mitglieder des Deutschen Museums freier Eintritt.

Kultur & Technik



Zeitschrift des Deutschen Museums
11. Jahrgang,

Herausgeber: Deutsches Museum.

Museumsinsel 1, D-8000 München 22

Telefon (0 89) 21 79-1

Verlag: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung

(Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40,

Telefon: (0 89) 3 81 89-1, Telex: 5 215 085 beck d,

Telefax: (0 89) 38 18 93 98,

Postgirokonto: München 62 29-802.

Schriftleitung:

Dr. Ernst-Peter Wieckenberg (verantwortlich)

Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40,

Peter Kunze, Deutsches Museum.

Ständige Mitarbeiter: Dr. Ernst H. Berninger, Rolf

Gutmann, Dr. Rudolf Heinrich, Dr. Otto Krätz,

Dr. Jürgen Teichmann

Satz und Druck: Appl, Gutenbergstr. 3,

D-8853 Wemding

Bindearbeit und Versand: R. Oldenbourg,

D-8011 Kirchheim bei München

Papier: BVS* holzfrei Bilderdruck

der Papierfabrik Scheufelen, D-7318 Lenningen

Anzeigenverwaltung:

Verlag C. H. Beck, Anzeigen-Abteilung,

Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1,

Postanschrift: Postfach 11 02 41,

D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (0 69) 75 60 91-0,

Telex: 4 12 472 beck f d. Telefax: (0 69) 74 86 83.

Verantwortlich für den Anzeigenteil:

Heinz Runkel.

Anzeigenpreis: 1/4 Seite Schwarz/Weiß DM 2800,-,

für Seitenteile lt. Tarif. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 3.

Anzeigenschluß: ca. 6 Wochen vor Erscheinen.

Die mit Autorennamen gezeichneten Artikel geben

nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers

und der Schriftleitung wieder.

Kultur & Technik ist gleichzeitig Publikations-

organ für die Georg-Agricola-Gesellschaft zur

Förderung der Geschichte der

Naturwissenschaften und der Technik,

Tersteegenstr. 28, D-4000 Düsseldorf.

Diese Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen

einzelnen Beiträge und Abbildungen sind

urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung

außerhalb der engen Grenzen des Urheber-

rechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich

Bezugspreis 1987: Jährlich DM 36,- (incl.

DM 2,36 MwSt.) Einzelheft DM 9,50 (incl.

DM -,62 MwSt.) Jeweils zuzüglich

Versandkosten.

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der

Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten

(Erwachsene DM 48,-, Schüler und Studenten

DM 24,-).

Bestellungen für die Mitgliedschaft im Deutschen

Museum: Museumsinsel 1,

D-8000 München 22

bzw. für Abonnenten über jede Buchhandlung

und beim Verlag.

Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Jahresende

beim Verlag erfolgen.

Adressenänderungen: Bei Adressenänderung muß

neben dem Titel der Zeitschrift die neue und alte

Adresse angegeben werden.

ISSN 0344-5690