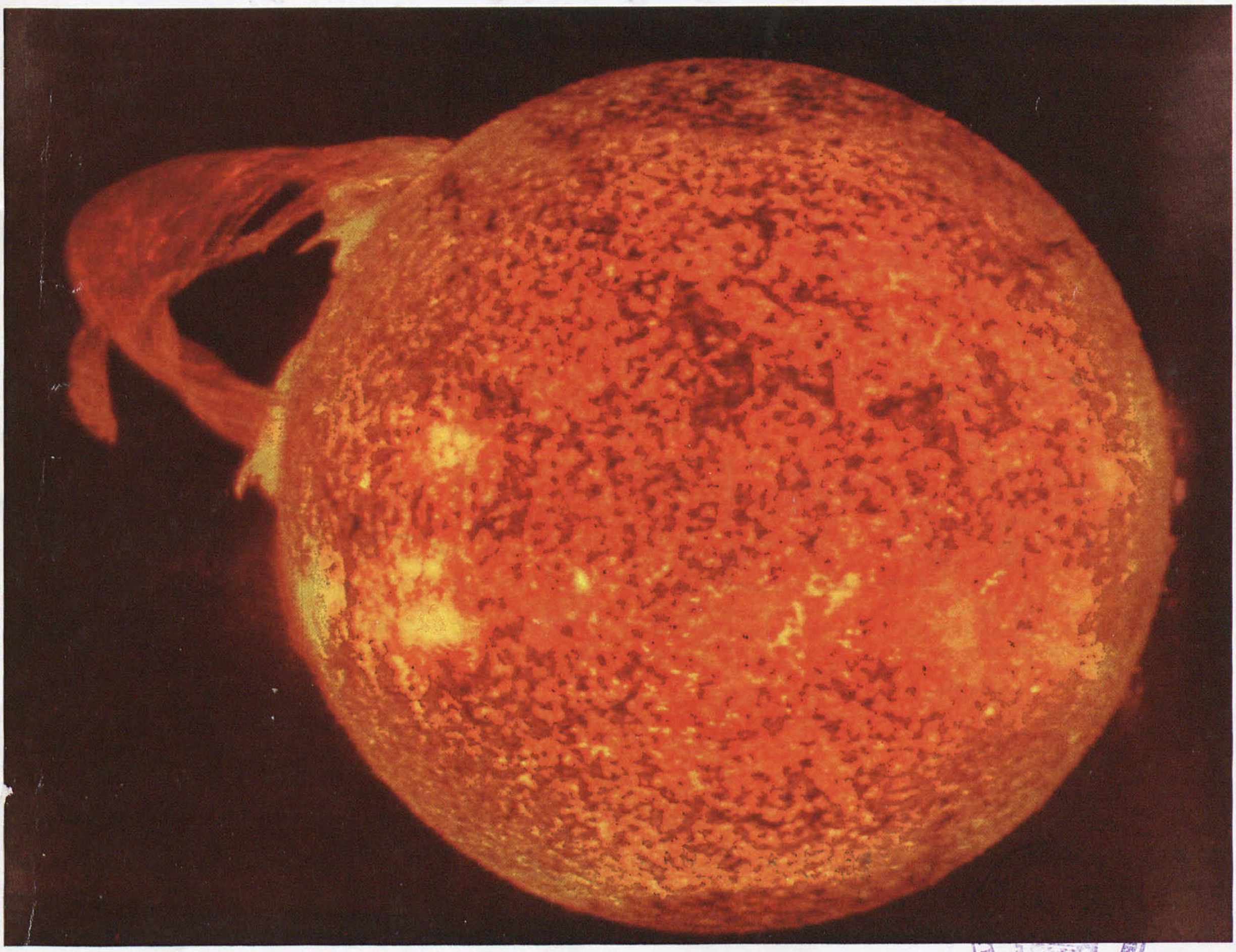
ZB 7361 B21567/F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums München Heft 3/1978 DM 5,— Verlag Karl Thiemig München

BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS MÜNCHEN

Am 19. Dezember 1973 ereignete sich auf der Sonne diese gewaltige Eruption. Sie wurde mit Hilfe des Ultraviolet Spectroheliograph (des U.S. Naval Research Laboratory) an Bord der amerikanischen Raumstation Skylab beobachtet, und zwar im Licht von einfach ionisiertem Helium bei 304 Å Wellenlänge. Die von der Sonne ausgeschleuderte Masse betrug einige Milliarden Tonnen. Im Maßstab dieses Bildes wäre die Erde nur etwas größer als der Punkt am Ende dieses Satzes.



Kultur & Technik

Zeitschrift des
Deutschen Museums München
2. Jahrgang, Heft 3
September 1978

Herausgeber:
Deutsches Museum München,
Der Generaldirektor
Redaktion: Günther Gottmann (verantwortlich), Zdenka Hlava (stellvertretend), Jürgen von Hollander, Dr. Otto Krätz
Redaktionsassistenz:
Hedwig Hahn
Deutsches Museum
Museumsinsel 1
D-8000 München 22
Telefon (0 89) 21 79 - 2 47
Telex 05-24 211

Die mit Autorennamen gezeichneten Artikel geben nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers und der Redaktion wieder.

Beilagenhinweis: Wir bitten unsere Leser um freundliche Beachtung der Beilage Aulis Verlag Deubner & Co. KG., Antwerpener Str. 6/12, 5000 Köln 1.

Verlag Karl Thiemig AG
Pilgersheimer Straße 38
D-8000 München 90
Postfach 90 07 40
Telefon (0 89) 66 24 93
Telex 05-23 981

Vorstand: Günter Thiemig, Vorsitzender; Hans Geiselberger, Stellvertreter; Vorsitzende des Aufsichtsrates: Emmi Thiemig.

Anzeigen: Michaela Franke
(zur Zeit Anzeigenpreisliste 1 gültig).

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der fotomechanischen Wiedergabe von Teilen der Zeitschrift oder im ganzen, sind dem Verlag vorbehalten.

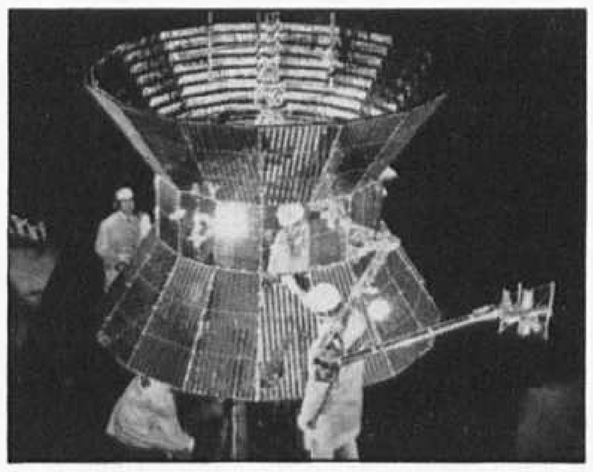
© 1978 Karl Thiemig AG Munich

Printed in Germany
Gesamtherstellung Karl Thiemig, Graphische Kunstanstalt und Buchdruckerei AG, Pilgersheimer Str. 38, D-8000 München 90.
Gedruckt auf MD-Brillant CD 100 g/qm der MD-Papierfabriken Heinrich Nicolaus GmbH.

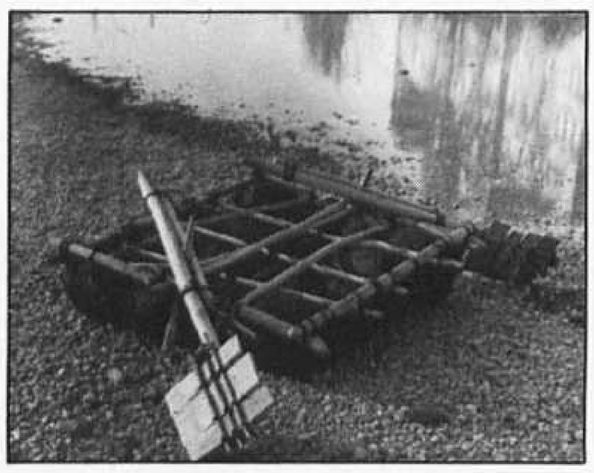
Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Bezugspreis: jährlich DM 16,— (Einzelheft DM 5,—) im Inland; DM 20,— (Einzelheft DM 6,—) im Ausland, jeweils zuzüglich Versandkosten. Abonnementsaufträge nimmt jede Buchhandlung im In- und Ausland entgegen. Für Mitglieder des Deutschen Museums München ist der Bezugspreis im Mitgliederbeitrag enthalten.

Seite

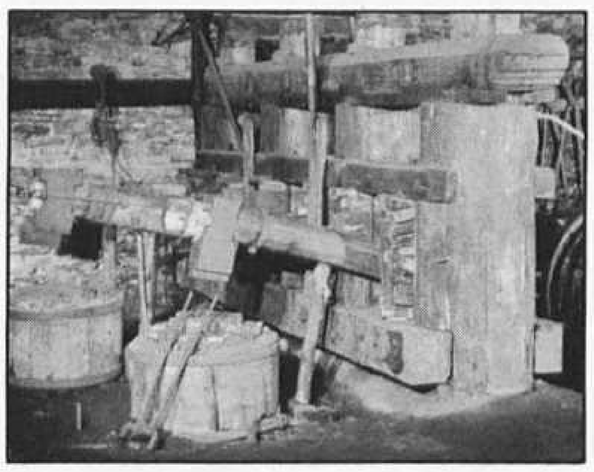
8



14

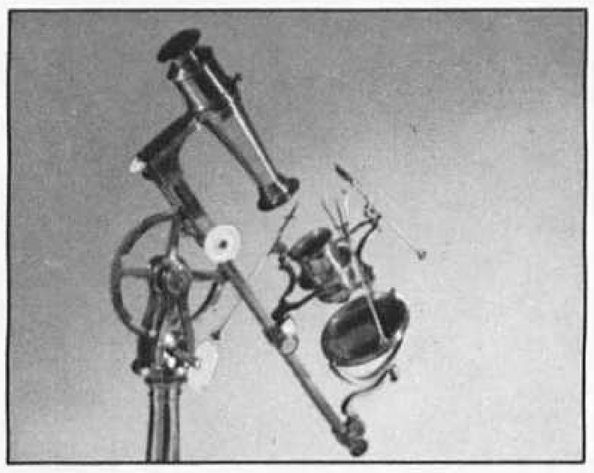


16



22

38



44

Seite

Walter Scheel
2 **Selbstbesinnung der Technik**

Rainer Schwenn
8 **Neues von der Sonne**

Max Burger
14 **Tierhautflöße**

Fritz Leuschner
16 **Der Frohnauer Hammer**

Roland Häfner
22 **Der makabre Android . . .**

Otto Krätz
24 **. . . sein Spiegelbild in der Literatur . . .**

Jörg Walter Koch
28 **. . . und Wolkensteins lebendige Maschinen**

Robin Kinross
32 **Otto Neurath und die Humanisierung des Wissens mit Hilfe der Bildpädagogik**

36 **Karikaturisten sehen Themen dieses Heftes**

Max Seeberger
38 **Das Geahnte endlich beobachten**

Claudia Krüll
44 **Hermann Staudinger — Aufbruch ins Zeitalter der Makromoleküle**

Dokumenta 4
52 Die Entwicklung der Naturwissenschaften in alten Bilddokumenten: Mechanik

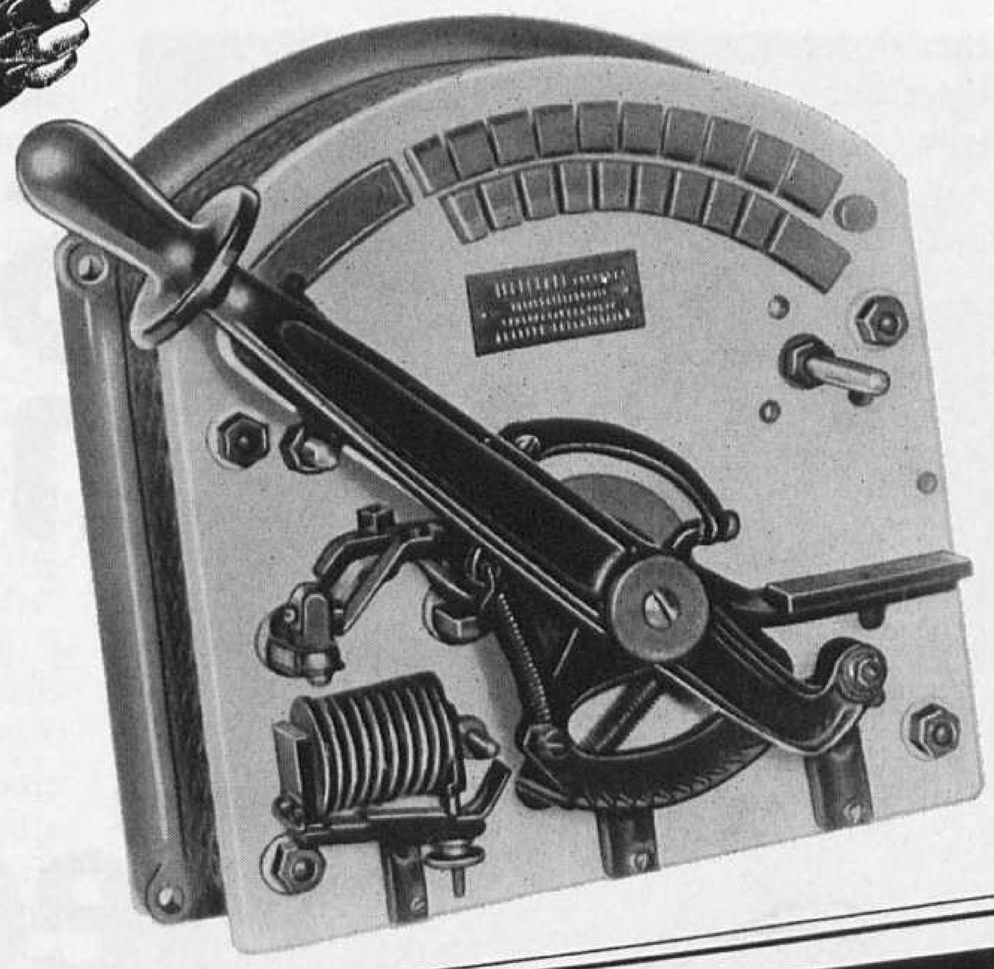
60 **Stifter & Förderer**

62 **Unsere Autoren**

64 **Vorschau**

Baujahr 1900

Neukonstruktion



Gleichstrom-Flachbahn-Handanlasser

Typ MMCL

Betriebsspannung 220 V
Dauerstrom 30 A
Gewicht 10,75 kg

Langsamschaltung,
Null- und Überstromauslösung,
selbstätige Rückführung des
Anlaßhebels in die Nullstellung
bei Ausbleiben der Netzspannung
oder bei Überstrom.

seit 1899:

immer einen Schritt voraus

Klöckner-Moeller wurde 1899 in Köln am Rhein gegründet. Mit technisch hervorragend durchgearbeiteten Anlassern und Reglern erwarb sich das junge Unternehmen schon bald einen ausgezeichneten Ruf.

Durch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit gelang es Klöckner-Moeller immer wieder, wegweisende Produkte auf den Markt zu bringen.

Heute betreibt Klöckner-Moeller eines der größten Forschungs- und Entwicklungslabors für Niederspannungsschaltgeräte.

In 17 Werken werden Schaltgeräte, Schaltanlagen und elektrische und elektronische Steuerungen gefertigt.
In mehr als 60 Ländern ist Klöckner-Moeller mit über 290 Technischen Außenbüros vertreten.

Ausführliche Informationen über den heutigen Stand der Schaltgerätetechnik senden wir Ihnen gerne zu.

Bitte senden Sie uns den untenstehenden Abschnitt aufgeklebt auf einem Firmenbogen.
Sie erhalten dann kostenlos die angekreuzten Druckschriften.

KLÖCKNER-MOELLER

Postfach 1880 D 5300 Bonn 1

- ☐ KM 0-2019 Alles über uns
- ☐ HPL Hauptpreisliste Niederspannungs-schaltgeräte
- ☐ VER 09-602 Entwicklungsaufwand für Niederspannungs-Leistungsschalter
- ☐ VER 09-577 Das neue Versuchsfeld

78/3 868

Selbstbesinnung der Technik

Ansprache von Bundespräsident Walter Scheel beim Festakt zum 75jährigen Bestehen des Deutschen Museums in München am 7. Mai 1978

Meine sehr verehrten Damen,
meine Herren!

Das Deutsche Museum ist, dank der Persönlichkeit seines genialen Gründers, den Umgang mit Kaisern, Königen und Präsidenten gewöhnt. Und *den* Bundespräsidenten möchte ich sehen, der zum 75. Geburtstag dieser Museumsidee nicht nach München gekommen wäre. Natürlich ließ sich dieser Festakt auch nicht verschieben, da er, wie seit der Gründung alle Jahreshauptversammlungen, am 7. Mai, dem Geburtstag Oskar von Millers, stattzufinden hat.

Er war schon ein sehr willensstarker Herr, dieser Oskar von Miller — und er wird wohl immer, auch aus dem Grabe heraus, die Geschicke auf der Museumsinsel mitbestimmen. In der Sonderausgabe Ihrer neuen Zeitschrift »Kultur und Technik« ist die Photographie des etwa 4- bis 5jährigen Oskar abgebildet, auf der seine ganze Willensstärke schon durchaus zu erkennen ist: Über den runden Pausbacken zwei riesige Augen, unter streng zusammengekrausten Brauen befehlend seitwärts aus dem Bilde blickend. Würde er das rechte Ärmchen zwischen zwei Knöpfe seines Jungenkittels stekken, sähe er aus wie Klein-Napoleon. Wirklich war es nahezu zwecklos, sich seinem Willen entgegenzustellen. Manche haben es versucht, gaben aber bald auf. Ich habe es gar nicht erst versucht, sondern ich habe das getan, was seine Exzellenz aus dem Jenseits

Walter Scheel, hier zusammen mit Frederic Vester. Auf Vesters Ausstellung im Deutschen Museum »Unsere Welt ein vernetztes System« bezieht sich der Bundespräsident in seiner hier abgedruckten Ansprache.

von mir erwartet: Ich bin gern — und ohne Widerrede — zu diesem Ehrentag seines Werkes nach München gekommen. Herzlichen Glückwunsch zum 75. Geburtstag!
In seinem berühmten Schreiben vom 1. Mai 1903 an die »hervorragenden Vertreter der staatlichen und städtischen Behörden und maßgebenden Männer der Wissenschaft und Technik« schrieb er die Sätze:
»Es besteht wohl kaum ein Zweifel, daß die Industrie und die technischen Wissenschaften für die ganze Welt eine stets wachsende Bedeutung gewinnen und daß ihr Einfluß auf allen Kulturgebieten immer mehr und mehr zur Geltung kommt. Es dürfte daher wohl zu erwägen sein, ob nicht, wie für die Meisterwerke der Kunst und des Gewerbes, auch für die Meisterwerke der Naturwissenschaft und Technik eine Sammlung in Deutschland angelegt werden sollte . . .« In diesen Sätzen sind Oskar von Millers Programm und seine Begründung enthalten. Er wußte, daß der Mensch ein geschichtliches Wesen ist, daß er seine Gegenwart nur versteht, wenn er den Weg kennt, der zu ihr geführt hat. Er war davon überzeugt, daß die künftigen Generationen ihre Kultur nur begreifen werden, wenn sie auch den Gang der Naturwissenschaften und der Technik nachvollziehen können. Er dachte an die Vergangenheit, weil er sich seiner Pflichten für die Zukunft bewußt war. Das ist verantwortliches Denken.
Und so sammelte er »Instrumente und Maschinen . . . , welche wichtige Wendepunkte in der Entwicklung der modernen Technik bezeichnen, bevor dieselben zerstreut, verdorben oder vergessen« waren. Der Sinn des Deutschen Museums war es von Anfang an, darzutun, daß Naturwissenschaften und Technik als Teile unserer Kultur begriffen werden müssen. Das war im Jahre 1903 durchaus kein selbstverständlicher Gedanke. Wie steht es heute damit? Wenn ein neuer Generalintendant in sein Amt eingeführt wird, dann findet das in der Presse die allerweiteste Beachtung. Das Für und Wider einer solchen Berufung wird in den Kulturspalten der Zeitungen und den Kulturmagazinen in Funk und Fernsehen ausführlich und zum Teil heftig diskutiert. Tritt jedoch der Präsident einer naturwissenschaftlichen Bundesanstalt sein Amt an, spüret man im Blätterwalde kaum einen Hauch.
Techniker und Naturwissenschaftler sind auch *in unseren Parlamenten* recht dünn gesät. Im Deutschen Bundestag gibt es 14

Neuen Einstieg zu den Fundamenten des menschlichen Fortschritts verlangte der Bundespräsident Walter Scheel (Stufe 1) in seiner Ansprache beim Festakt zum Jubiläum im Kongreßsaal des Museums. Gleiche Besinnung forderten der Bundesinnenminister Prof. Werner Maihofer (balancierend), der bayerische Wirtschaftsminister Anton Jaumann und der Münchner Oberbürgermeister Erich Kiesl (beide auf der Eingangsstufe) und versprachen der Vorsitzende des Kuratoriums des Deutschen Museums, Dr. Walter Cipa (Stufe 3), und der Generaldirektor des Deutschen Museums, Theo Stillger (Stufe 2).

Ingenieure. Von den 1379 Landtagsabgeordneten in den Parlamenten der Bundesländer sind nur 49 Ingenieure. Dies entspricht kaum der Bedeutung, die die Technik für unsere Gesellschaft hat. Die Probleme, mit denen sich unsere Parlamente herumschlagen müssen, sind — ich habe schon mehrfach darauf aufmerksam gemacht — zum großen Teil Probleme unserer wissenschaftlich-technischen Kultur. Diese Probleme müssen von Parlamentariern behandelt und gelöst werden, die von Naturwissenschaften und von der Technik nur sehr allgemeine Vorstellungen haben. Das ist ein Zustand, der einen bewußten Demokraten mit Sorge erfüllen muß.
Ich glaube auch, daß der Vorschlag einer gemeinsamen Ausstellung von Meisterwerken zum Beispiel der Neuen Pinakothek und des Deutschen Museums auch heute noch nicht selbstverständlich ist, obwohl damit der Grundgedanke von Oskar von Miller nur zu Ende gedacht würde.
Alte Vorurteile scheinen, reflektiert oder nicht, immer noch wirksam. Vielleicht sind die Naturwissenschaftler und Techniker daran auch nicht ganz unschuldig. Die praktischen Erfolge der Technik und die explosionsartige Vermehrung unserer Naturkenntnisse haben viele Naturforscher und Techniker zu dem Fehlschluß verleitet, Wahrheit sei nur mit naturwissenschaftlichen Methoden zu erkennen, ja, Wahrheit und Naturwissenschaft seien eigentlich dasselbe. Es entstand ein Phänomen, das man den »Glauben an die Naturwissenschaften« nennen könnte. Es gab eigentlich nur noch deshalb Probleme, weil man noch nicht gut genug rechnen konnte, weil die Maschinen noch nicht effektiv genug waren. Aber man glaubte daran, daß im Laufe des stürmischen wissenschaftlichen und technischen Fortschritts die Berechnungen immer genauer und die Maschinen immer besser werden würden. Und man war davon überzeugt, daß dann auch die Probleme verschwinden würden. Dafür sprach vieles. Was wurde nicht alles erfunden und entdeckt: Die Menschen fuhren unter der Eiskappe des Nordpols hindurch, und sie fuhren auf der Oberfläche des Mondes herum, sie spalteten das Atom, und sie verschmolzen Atomkerne, sie erfanden die Pille und verpflanzten Herzen. Die wissenschaftlich-technische Zivilisation breitete sich über die Erde aus. Nichts schien mehr unmöglich.
Welche andere Denkrichtung in der Geschichte der Menschheit konnte solche Erfolge vorweisen? Die anderen Wissenschaften gerieten, von diesen Erfolgen geblendet, in den Sog naturwissenschaftlichen Denkens, das, im Prinzip, nur das Meß-, Zähl- und Wägbare gelten läßt. Wirtschaft und Politik wurden ebenfalls immer mehr nach wissenschaftlichen — und das hieß: naturwissenschaftlichen — Methoden betrieben. Alles, was naturwissenschaftlich denkbar und technisch machbar war, erschien erlaubt, gerechtfertigt, ja sogar geboten. Aus diesem ungebrochenen Bewußtsein, auf der Seite des Fortschritts zu stehen, erwuchs der geistige Elan der wissenschaftlich-technischen Zivilisation.
Doch ziemlich plötzlich veränderte sich die Stimmung. Man wurde

mißtrauischer. Man schaute genauer hin. Man begann sich einzugestehen, daß zum Beispiel das Auto nicht nur positive Seiten habe. Zu viele Menschen wurden im Verkehr getötet oder verletzt. Die Luft wurde verschmutzt. Der Verkehrslärm raubte einem den Schlaf. Städte, Dörfer und Landschaften wurden durch Straßen zerschnitten. Den Hausfrauen fiel plötzlich auf, daß sie die Zitronenschalen nicht mehr beim Backen verwenden konnten. Unverständliche chemische Formeln und Namen erschienen auf Konservendosen und Marmeladengläsern. Das Wasser schmeckte nach Chlor. Und am nahen Fluß stand ein Schild: »Baden verboten«. War man nicht drauf und dran, die Grundlagen nicht nur des menschlichen Lebens, sondern allen Lebens gründlich durcheinanderzubringen, sie zu gefährden, vielleicht gar zu zerstören?

Andere Probleme traten ins Blickfeld: Reichen die Rohstoffe der Welt für alle aus, wenn die Wirtschaft in den hochtechnisierten Ländern auf die bisherige Weise immer weiter wächst? Kann für ein solches Wachstum die notwendige Energie beschafft werden? Immer drängender wurden solche Fragen gestellt. Weltuntergangsvisionen wurden entworfen. Angst breitete sich aus. All das wurde schlagartig deutlich, als das Problem der Kernenergie ins öffentliche Bewußtsein trat.

Umfrageergebnisse bestätigen den Stimmungsumschwung: Im Jahre 1966, fünf Jahre vor dem ersten Bericht des Club of Rome über »Die Grenzen des Wachstums«, meinten annähernd gleich viele Bürger, das Leben werde »immer leichter« oder »immer schwerer«. Im Jahre 1977 sehen nur noch 12 Prozent der Bürger das Leben »immer leichter«, 63 Prozent aber »immer schwerer« werden. Der »Glaube an die Naturwissenschaft und an die Technik« ist gebrochen. Wenn ein Glaube zusammenbricht, breitet sich Unsicherheit aus. Unsicherheit ist nicht in jedem Fall etwas Schlechtes. Sie kann der Anfang vom Ende, sie kann aber auch der *Beginn einer neuen Hoffnung sein*. Sie kann uns befähigen, begangene Fehler zu erkennen und zu korrigieren und uns sinnvollere Ziele zu setzen.

Was nun waren die Fehler der wissenschaftlich-technischen Entwicklung, und wie konnte es zu ihnen kommen? Auf diese Frage gibt es sicherlich viele Antworten. *Ich* glaube den klugen Leuten, die uns sagen: Wir haben die Möglichkeiten naturwissenschaftlichen und technischen Denkens überschätzt und den unendlichen Zusammenhang der Natur unterschätzt. Das exakte Denken der Naturwissenschaften ist zwar ungeheuer effektiv — aber nicht umfassend. Große Männer der Naturwissenschaft, wie zum Beispiel Werner Heisenberg, haben das, glaube ich, immer gewußt, ja ich vermute, daß ihre großen naturwissenschaftlichen Leistungen ihre entscheidenden Anstöße aus einem Denken erhielten, das über das engere naturwissenschaftliche Denken weit hinausreichte. Aber die Studenten der Naturwissenschaft, der Technik, der Nationalökonomie wurde dieser Zusammenhang auf den Universitäten kaum noch gelehrt. Das einschichtige naturwissenschaftliche, technische, wirtschaftliche Denken nahm allmählich einen so breiten Raum in vielen Köpfen ein, daß für ein umfassenderes Denken kaum noch Platz blieb.

Wenn ich von einschichtigem Denken spreche, so schließt das natürlich die höchste Subtilität nicht aus. Ja, gerade weil dieses Denken nur der strengen Logik verpflichtet ist, konnte es schwindelnde Höhen der Abstraktion erklimmen. In diesen Höhen ging nun auch der Zusammenhang der immer zahlreicheren Naturwissenschaften *selbst* immer mehr verloren. Wissenschaftler beklagten immer lauter, daß sie kaum noch ihr Spezialgebiet überblicken könnten. Je weiter man forschte, desto unübersichtlicher wurde das Ganze.

Eine ähnliche Entwicklung gab es in der Technik, in der Wirtschaft, in der Politik. Technischer und wirtschaftlicher Fortschritt führten zu immer größerer Spezialisierung und damit zu immer größerer Komplexität der Gesamtsysteme Technik und Wirtschaft — und damit auch der Gesellschaft. Überall wurde versucht, den auftauchenden Schwierigkeiten durch die Ausbildung neuer Spezialisten zu begegnen. Arbeitsteilung auf Arbeitsteilung erfolgte. Immer mehr Techniken, immer mehr Produkte, immer mehr Ministerien und Ausschüsse und Kommissionen waren die unausbleibliche Folge. Wie sich dies alles untereinander und zum Menschen und zu unserer Kultur, und wie sich dieser ganze unendliche Komplex zur Natur verhielt, entschwand mehr und mehr dem Blick.

Heute beginnen wir wieder zu erkennen, daß Wissenschaft, Technik, Wirtschaft, Kultur, Gesellschaft, Politik je einzelne sehr komplexe Systeme sind, die ein einziges großes System bilden, das seinerseits mit der Natur ein Gesamtsystem bilden muß, soll die Lebensgrundlage des Menschen erhalten bleiben. Wir beginnen zu erkennen, daß wir kein einziges Problem lösen können, wenn wir es außerhalb seines Gesamtzusammenhangs lösen wollen.

Was also ist zu tun? Mit vielen nachdenklichen Menschen glaube ich, wir müssen unser Denken ändern. Wir müssen die Methode, ein Problem erst zu isolieren, bevor wir es lösen, aufgeben und zunächst den Gesamtzusammenhang, in dem es steht, zu erkennen suchen. Wir müssen in größeren Einheiten denken lernen. Das gilt für alle Bereiche unseres Lebens: für die Wissenschaften, die Technik, die Wirtschaft, die Massenmedien und nicht zuletzt auch für die Politik. Das gilt für alle Gruppen der Gesellschaft. Ich bin fest davon überzeugt, daß keine Gruppe ihre Interessen noch richtig definiert, wenn sie *nur* ihre Partikular-Interessen im Auge hat und vergißt, daß die Lebensfähigkeit der Gesamtgesellschaft die erste und wichtigste Bedingung ihrer eigenen Existenz ist.

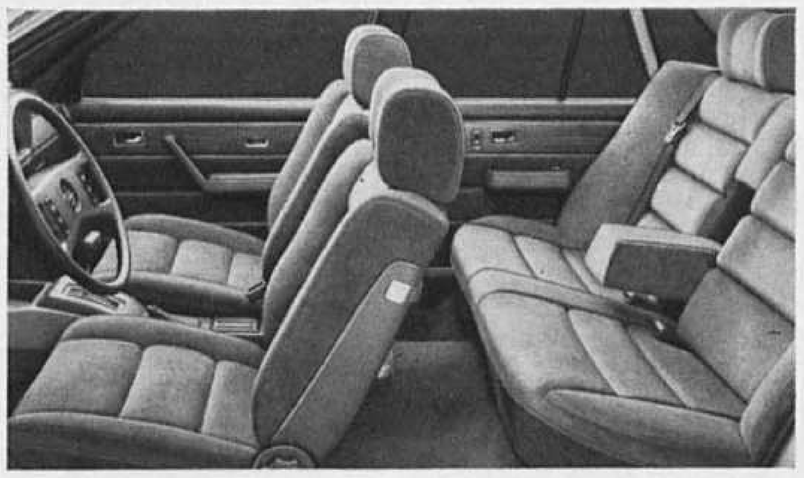
»Damit Sie verstehen, was ich meine, hier nur einige Beispiele: Wir machen uns abhängig von unwiderbringlichen Rohstoffen und werfen sie gleichzeitig in immer rascherer Folge auf den Müll. Wir verändern willkürlich Landschaften mit dem Erfolg katastrophaler Erosionen, zerstören profitable Gleichgewichte wie die Selbstreinigungskraft unserer Gewässer, vernichten Vögel und Insekten, obgleich die Arbeit, die sie in einem funktionierenden Gleichge-

Nicht nur zu zeigen, woher Technik komme, sondern zu deuten, wohin sie führe, sei Aufgabe des Museums im letzten Quartal seines ersten Jahrhunderts, meinte der Bundespräsident und versprach seine Hilfe. (Bild: Beim Rundgang durch die Ausstellungen mit dem Bundesinnenminister und Generaldirektor)

Senator.
Funktion prägt seinen Stil. Nicht Tradition.

Der Senator ist eines der fortschrittlichsten Automobile der internationalen Spitzenklasse. Konstruiert nach dem Konzept der Funktion ist er die Verwirklichung einer unserer Zeit gemäßen Form der Mobilität. Ein Automobil, das optimale technische Möglichkeiten in sich vereint. Denn Funktionalität ist der Maßstab des technologischen Fortschritts.

Ausgezeichnet durch souveräne Leistung, beispielhaften Komfort und ein Höchstmaß an Sicherheit überzeugt der Senator zugleich durch funktionelle Eleganz, überlegene



Wirtschaftlichkeit und hervorragende Qualität.

Innovative Technik und ein konsequent an den Bedürfnissen des modernen Verkehrs orientiertes Konzept waren die Grundlage zur Konstruktion eines Automobils, dessen Gegenwert sich mit den Begriffen überlegener Komfort oder Fahrvergnügen allein nicht mehr beschreiben läßt. Eines zeitgemäßen Automobils, das das Fahren nicht nur einseitig sportlicher oder bequemer, sondern ausgewogener und vollkommener macht.

Die Funktionalität des technischen Fortschritts prägt seinen Charakter.

Senator CD: 6-Zylinder-Hochleistungstriebwerk, 2935 cm³, 132 kW (180 PS), 205 km/h, 0–100 km/h in 10.5 s (Automatic).

Die Abbildungen zeigen den Senator CD

SENATOR

ADAM OPEL Aktiengesellschaft

S 778-1s

Wie weiland Kaiser Wilhelm II. den Grundstein zum Museum legte, so eröffnete 72 Jahre später das Staatsoberhaupt mit dem gleichen kaiserlichen Hammer den Bau der neuen Ausstellungshalle, die Bund und Land aus dem Konjunkturprogramm für Zukunftsinvestitionen finanzieren. Oldtimer-Flugzeuge drehten Ehrenrunden über dem Museum, eine bayerische Brotzeit im Festzelt beendete das Jubiläum. (Bild: Versenken der Kupferkassette mit Urkunde, Tageszeitungen und Münzen)

wicht leisten, uns Milliarden bringt. Unbekümmert holzen wir riesige Urwälder ab, verändern Klima- und Bodenstruktur, bis nach zwei bis drei Jahren bereits auch davon kein Nutzen mehr bleibt — auch kein wirtschaftlicher.« Das waren Worte von Herrn Vester zur Eröffnung der Ausstellung »Unsere Welt — ein vernetztes System«, die gegenwärtig im Deutschen Museum zu sehen ist*. In dem Geleitwort zum Katalog dieser Ausstellung schreibt Hans Pestalozzi: »Alle Erkenntnisse der Wissenschaft, sämtliche Forderungen von Umweltorganisationen, alle Vorstöße einsichtiger Politiker müssen wirkungslos verpuffen, wenn es nicht gelingt, unser eindimensionales Denken zu verändern. Für das Überleben unserer Zivilisation ist es heute mehr denn je unerläßlich, zu einem neuen Denken zu kommen: dem Denken in Zusammenhängen, dem vernetzten Denken. Diese Veränderung in unserem Bewußtsein muß einhergehen mit einer Änderung der wirtschaftlichen Zielvorstellungen und Wertmaßstäbe unserer Gesellschaft.«

Ich muß sagen, ich habe noch in keinem Kommentar eine so kurze und präzise Zusammenfassung alles dessen gefunden, was ich in vielen Reden öffentlich ausgesprochen habe. Vor mehr als einem Jahr habe ich hier in München gesagt: »Wir müssen uns fragen, ob die bisher erfolgreiche Methode der Lösung von Einzelproblemen . . . für die Zukunft hinreichend ist . . . Denn alles hängt miteinander zusammen. Keine politische Frage kann mehr als Einzelproblem behandelt werden; jede kann nur noch in einer politischen Gesamtkonzeption sinnvoll beantwortet werden. Solche politischen Gesamtbilder zu erarbeiten, erscheint mir als die große Aufgabe der Politik am Ende dieses Jahrhunderts . . . Solche Gesamtbilder können sich nur ergeben aus der . . . Grundwertediskussion.«

Vom Deutschen Museum habe ich mir immer allerlei erwartet. Daß es seine Jubiläumsausstellung dem, wie ich glaube, zentralen Problem der wissenschaftlich-technischen Welt widmet, zeugt von einem tiefen Verständnis der gesellschaftlichen Aufgaben des Deutschen Museums. In der neuen Satzung von 1975 wird es als Zweck des Deutschen Museums bezeichnet, die historische Entwicklung der Naturwissenschaft, der Technik und der Industrie zu erforschen, deren Wechselwirkung und kulturelle Bedeutung zu zeigen. Mit dieser Ausstellung sind Sie dieser Aufgabe auf eine eindrückliche Weise nachgekommen. Nur eine kleine, aber mir wesentliche Anmerkung zu der Ausstellung: Ich glaube nicht daran, daß »vernetztes Denken« ein »neues Denken« ist. Alexander von Humboldts »Kosmos« ist in Titel, Absicht, Stil und Komposition ein großartiges Beispiel eines solchen Denkens. Und Goethes Satz »Bezüge sind das Leben« scheint mir eine gute Verdeutschung des Titels Ihrer Ausstellung zu sein. Ich will sagen: Wir brauchen nicht bei Null anzufangen. Vieles liegt in unserer eigenen Kultur bereit, was uns Mut und Kraft geben kann, das große geistige Abenteuer zu bestehen, das uns die Zeit abverlangt: alles, was wir als Einzelnes zu sehen gewohnt waren,

in seinem größeren Zusammenhang zu begreifen. Denn das ist ja nicht nur mühselige Arbeit. Das ist auch eine bereichernde geistige Eroberungsfahrt. Wenn wir die Zusammenhänge erkennen, werden wir *uns,* unsere Gesellschaft, unsere Kultur, die Natur besser und reicher verstehen, ja, eigentlich werden wir sie erst dann richtig verstehen. Die Naturwissenschaften können hierzu, so glaube ich, einen wichtigen, vielleicht entscheidenden Beitrag leisten. Voraussetzung hierfür allerdings wäre, daß die Naturwissenschaften insgesamt sich selbst als Teil eines umfassenderen Kulturzusammenhangs begreifen, wie es in der neuen Satzung des Deutschen Museums schon geschieht.

Ich möchte meine Worte vor der Fraunhofer-Gesellschaft hier wiederholen — nicht nur, weil dieses Haus ein nahes Verhältnis zu Fraunhofer und zur Fraunhofer-Gesellschaft hat. Ich sagte: »Wissenschaft, Technik und Wirtschaft, Geist und Sittlichkeit und Politik dürfen nicht voneinander getrennt werden . . . Die Antwort auf die Herausforderung unserer wissenschaftlich-technischen Zivilisation scheint mir nicht in einem romantischen und illusionären ›Zurück zur Natur‹ zu bestehen, sondern darin, daß wir uns bemühen, diesen Zusammenhang, der verlorenzugehen droht, wiederherzustellen.« Die Naturwissenschaften würden dadurch weder an Freiheit noch an Würde noch an Effizienz verlieren. Im Gegenteil: auch sie würden bereichert werden.

Wenn sich die Naturwissenschaft dazu entschließen könnte, dann wären auch die vorhandenen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse gewertet und umgedeutet. Es bestünde die Chance, den Menschen in unserer naturwissenschaftlich-technischen Welt heimisch zu machen, ihm die Angst vor einem grenzenlos wuchernden, um den Menschen gänzlich unbekümmerten Erkenntnistrieb zu nehmen. Daß heute Anlaß zu solcher Angst besteht, scheint mir durch das neue Buch von Vance Packard »Die große Versuchung« wieder eindrucksvoll bestätigt. Wir müssen also die Zusammenhänge auf allen Gebieten unserer modernen Welt erkennen, damit wir sie bei der Gestaltung unserer Zukunft beachten können. Hier nun sehe ich die zentrale Aufgabe des Deutschen Museums in unserer Gesellschaft bis zum Ende dieses Jahrhunderts. Wer sonst wäre so geeignet, diesen notwendigen Denkprozeß voranzutreiben? Die gegenwärtige Ausstellung ist ein guter, ein mutiger, ein zukunftsweisender Anfang. Aber damit darf es nicht sein Bewenden haben. Das großartige von diesem Hause und seinen Mitarbeitern gesammelte und betreute Material, die Einzelausstellungen, die pädagogischen Veranstaltungen, Ihre Veröffentlichung mit dem programmatischen Titel »Kultur und Technik« — all das könnte, all das sollte, so meine ich, diesem Ziel dienstbar gemacht werden. Es sollte das Bestreben dieser nationalen Institution sein, jedem Besucher, jedem Kursteilnehmer, jedem Leser das Gefühl zu vermitteln, er wisse nun, was die Stunde geschlagen habe.

Man muß in diesem Museum und durch dieses Museum erfahren, daß die Technik eine Dienerin des Menschen ist. Den »Meisterleistungen« wird dadurch nichts von ihrem Rang genommen. Aber man versteht eine technische Meisterleistung nicht, wenn man sie nur als technische Leistung sieht. Man versteht sie erst, wenn man ihre wirtschaftlichen, sozialen, politischen, ökologischen Auswirkungen, seien sie nun positiver oder negativer Art, erkennt. Oskar von Miller, der ein sehr empfindliches soziales Gewissen hatte, hat selbst schon begonnen, in dieser Richtung zu denken. Er bestand gegenüber Henry Ford darauf, daß bei einer Darstellung des in den Ford-Werken eingeführten Fließbandes vor allem zum Ausdruck kommen müsse, »daß ein Arbeiter nur einen, genau nach Zeit begrenzten Handgriff und diesen in unendlicher Wiederholung macht«.

Dieses Museum sollte weder der kritiklosen Verherrlichung noch der kritiklosen Verdammung der Technik dienen. Es sollte seinen Benutzer befähigen, die Technik als eine große Möglichkeit der Freiheit zu begreifen, die der Mensch zu seinem Nutzen, aber auch zu seinem Schaden, bis hin zu seinem möglichen Untergang, benutzen kann. Es sollte ihm vor Augen führen, daß der Mensch die Maschine beherrschen kann, daß er aber auch ihr Sklave werden kann. Es sollte ihm die Angst vor der Technik nehmen, aber seine Wachsamkeit stärken. Mit der Ausbreitung der wissenschaftlich-technischen Zivilisation über die ganze Welt fällt den Industriestaaten eine schwere Verantwortung zu. Es ist unsere Pflicht, so meine ich, den Entwicklungsländern leidvolle Erfahrungen zu ersparen, für die wir bitter haben bezahlen müssen. Der Beginn der Industrialisierung, für uns ferne Vergangenheit, ist für viele Länder mit Zweifeln, Ängsten und Hoffnungen erfüllte Gegenwart. Gerade ihnen sollten wir Chancen und Gefahren der Technik objektiv vor Augen führen.

Von dem hier in diesem Hause Erarbeiteten könnten entscheidende Anregungen, insbesondere für den Geschichtsunterricht in den Schulen ausgehen, in dem die Technikgeschichte immer noch ein Kümmerdasein führt. In dem Schülerwettbewerb »Deutsche Geschichte« werden in den nächsten Jahren Themen aus der Sozialgeschichte gestellt werden. Ich würde mich freuen, wenn sich eine enge Zusammenarbeit zwischen den Jugendlichen und dem Deutschen Museum herausbilden würde.

Eine solche umfassende Aufgabenstellung kostet Geld, Zeit, Personal, Bücher. All das, besonders das Geld, ist knapp. Ich kann Ihnen kein Geld geben. Aber wenn Sie diese Ziele akzeptieren können, dann werden Sie in mir einen Freund haben, der Ihnen bei Ihrem Bemühen, die erforderlichen Finanzquellen zu erschließen, nach Kräften helfen wird. Denn dies ist nun wahrhaftig eine nationale Aufgabe — und mehr als das. Ich wüßte keine Institution in unserem Lande, die besser geeignet wäre, sie zu erfüllen, als das Deutsche Museum.

Das erste Auto der Welt, der Benz-Motorwagen von 1886, war das Ziel einer Internationalen Sternfahrt von 137 Oldtimern aus aller Welt und Ausgangspunkt eines Korsos durch die Stadt und zum Starnberger See, zum Hause des Museumsgründers Oskar von Miller. (Bild: Ankunft der Teilnehmer im Hof des Museums)

* Die Ausstellung ist vom 16. 10. bis 29. 10. 1978 in der Rathauslaube von Schaffhausen zu sehen.

Rainer Schwenn

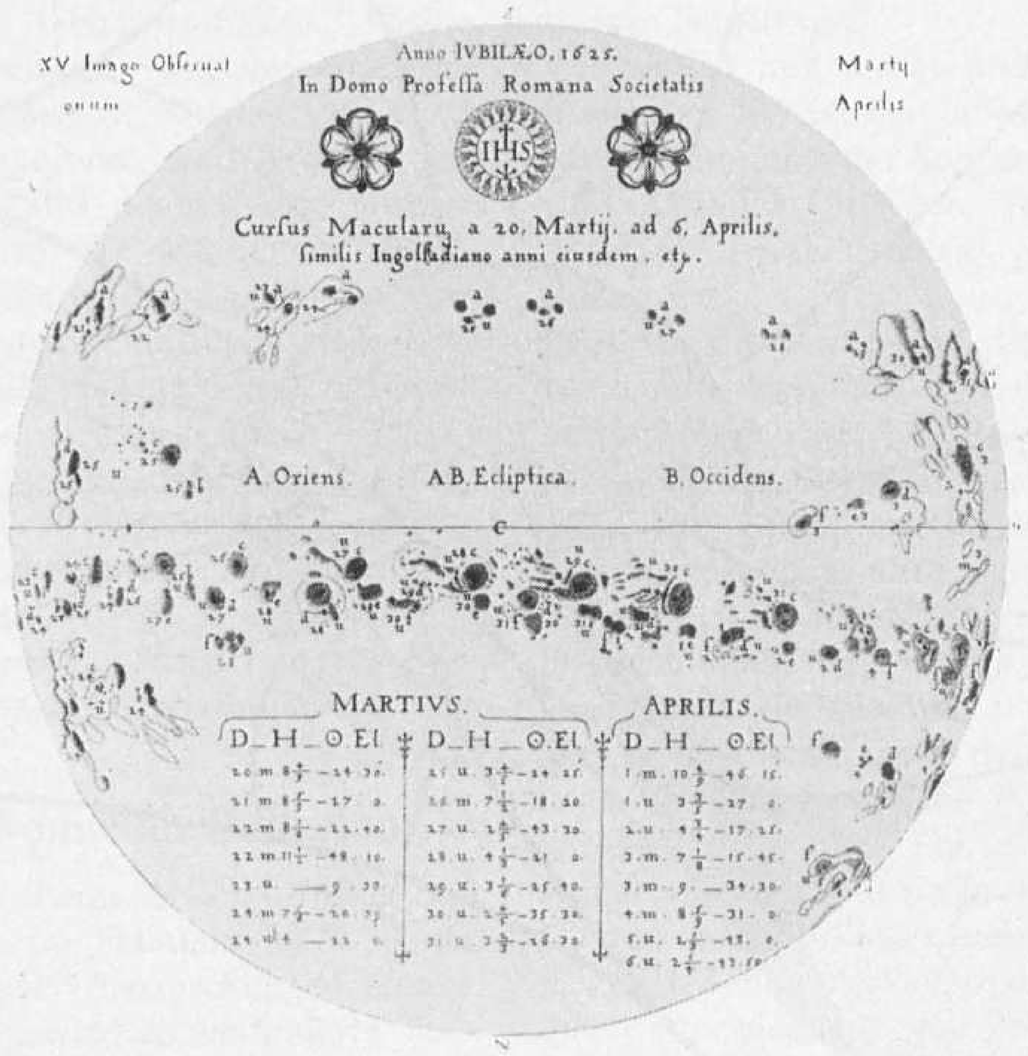
NEUES VON DER SONNE

Die Sonne ist wieder interessant geworden. Das Jahr 1973 markiert hier einen dreifachen Wendepunkt. Zum einen die Ölkrise: Wir müssen Energie sparen. Zum anderen die Skylab-Mission der USA: Sie lieferte faszinierende neue Bilder der Sonne, die nicht nur Wissenschaftler begeisterten. Und schließlich eine neue Erkenntnis: Die Sonne wirkt auch anders als nur durch ihr Licht auf die Erde.
So fiel der Start der ersten deutsch-amerikanischen Sonnensonde Helios 1 im Dezember 1974 in eine günstige Zeit, und viele Forscher verfolgen gespannt die Daten, die sie und ihr im Januar 1976 gestartetes Beinahe-Duplikat Helios 2 seitdem unermüdlich zurückfunken.

In den letzten Jahrzehnten ließen Astronomen und Astrophysiker unser Sonnensystem gerne links liegen und stürmten gleich bis an den Rand des Universums vor. Sie durchforschen den Himmel mit Teleskopen, im Bereich langwelliger Radiostrahlung ebenso wie im Licht von Röntgen- und Gammaquanten. Es ist schon aufregend, was sie dabei alles herausgefunden haben: die Welt als eine Ansammlung von Gas- und Staubwolken, die sich zu Sternen zusammenklumpen und nach Jahrmilliarden als *Supernovae* wieder zerplatzen, zu *Neutronensternen* schrumpfen und schließlich als *schwarze Löcher* sterben. Die Theoretiker sind sogar dem *Urknall* der Entstehung unseres Kosmos bis auf wenige Sekundenbruchteile nahe gerückt.
Unsere gute alte Sonne war dagegen leider etwas »verblaßt«. Sie ist eben ein ausgesprochen gewöhnlicher Stern. Und doch haben wir ein ganz anderes Verhältnis zur Sonne als zum Rest des Universums:: Ihr verdanken wir unser Leben. Auch wenn wir modernen Menschen das nicht mehr so unmittelbar empfinden — wir hängen doch völlig von ihr ab. Viele unserer Vorfahren haben sie gar als Gott verehrt, und nicht nur, wenn sie um gut Wetter anhalten wollten.
Erst in jüngster Zeit stellte sich heraus, daß der Zusammenhang Sonne—Erde tatsächlich viel direkter ist, als wir gemeinhin annehmen, und daß schon winzige Veränderungen der Sonne unsere Lebensbedingungen auf der Erde meßbar beeinflussen können. Nur ein Beispiel: Etwa vom Jahr 1650 ab waren plötzlich keine Sonnenflecken mehr zu sehen, viele Jahre lang. Zum Glück dokumentierten Galilei und seine Zeitgenossen, die mit ihren neuen Teleskopen um 1611 diese merkwürdigen Flecken erstmals genauer untersucht hatten, ihre Beobachtungen sorgfältig — hauptsächlich, weil sie sich um die Priorität der Entdeckung stritten, sonst wäre sie vermutlich unbeachtet geblieben oder gar vergessen worden. Erst um 1715 tauchten wieder Flecken auf, und es begann der eigenartig regelmäßige 11-Jahres-Zyklus in der Fleckenhäufigkeit, der immer noch andauert. Heute wissen wir, daß diese Eskapade der Sonne im 17. Jahrhundert, das nach seinem Entdecker benannte *Maunder-Minimum,* eine deutlich nachweisbare Klimaschwankung auf der Erde, die »kleine Eiszeit«, verursacht hat.
Auch dieser 11-Jahres-Zyklus schlägt sich offenbar in Klimaschwankungen nieder. Sie wirken sich vor allem an den Randbereichen von Klimazonen aus — etwa auf das Vordringen von Niederschlagsgrenzen —, und hier sind sie natürlich besonders fühlbar. Solche Zusammenhänge ziehen in einem Zeitalter der Sorge um die Zukunft auf unserem Planeten das Interesse zunehmend vieler Wissenschaftler an. Die moderne Computertechnik ermöglicht es ihnen, Unmengen an meteorologischen mit geophysikalischen und sonstigen Daten zu korrelieren. Hauptergebnis bisher: Es gibt zwar eine Reihe von teilweise verblüffenden Zusammenhängen, aber — wie meistens in der Statistik — keinen haben wir auch nur annähernd verstanden! Die logische Kette von Ursache und

DIE SONNENKORONA

Die Sonnenkorona während der totalen Sonnenfinsternis vom 23. 10. 76, zur Zeit des letzten Minimums an Sonnenaktivität. Die Korona erscheint auffallend ruhig sowie symmetrisch um die Sonnenachse (von oben nach unten). Bei größerer Sonnenaktivität zeigt sie sich sehr unregelmäßig und zerfasert in viele strahlenförmige Strukturen, die teilweise viel weiter von der Sonne wegreichen als auf diesem Bild. Die Aufnahme wurde bei der schweizerischen Sonnenfinsternis-Expedition (Leitung Prof. M. Waldmeier) in Australien gemacht.
Bild links:



SONNENFLECKEN IM 17. JAHRHUNDERT

Um 1611 wurden zum ersten Mal durchs Teleskop Sonnenflecken beobachtet. Vor allem Galileo Galilei und der Jesuit Christoph Scheiner stritten heftig um die wahre Natur der Flecken, später dann mehr um den Entdeckerruhm. Daher rührte übrigens auch die erbitterte Feindschaft der Jesuiten gegen Galilei, die dann in dem berüchtigten Inquisitionsverfahren gipfelte. Andererseits verdanken wir dieser Kontroverse eine Fülle von außerordentlich sorgfältigen Beobachtungen der Sonnenflecken. Bücher wie Scheiners »Rosa Ursina sive sol ex admirando facularum & Macularum suarum Phoenomeno (!)« von 1630 erlauben uns heute noch — nach 350 Jahren! — die Messung von Sonnenfleckenhäufigkeiten sowie der Drehgeschwindigkeit und anderer wichtiger Daten der Sonne für die Zeit vor dem Maunderminimum.
Das Bild zeigt eine Beobachtungsreihe von Scheiner für die Zeit vom 20. März bis 1. April 1625. Wegen der geneigten Sonnenachse liegt der Sonnenäquator etwas oberhalb der Bildmitte, und die Flecken scheinen auf gekrümmten Bahnen zu wandern. Die Verbindung der fünfblättrigen Rose mit der Sonne und dem Christussymbol identifiziert den Verfasser als Anhänger der sogenannten Rosenkreuzer (alchemistisch-spiritistische Geheimgesellschaften).

Wirkung als gleichzeitig neuer Ursache etc. — von den Sonnenflecken bis beispielsweise zum Wasserstand des Sambesi — ist uns an vielen Stellen noch verborgen.

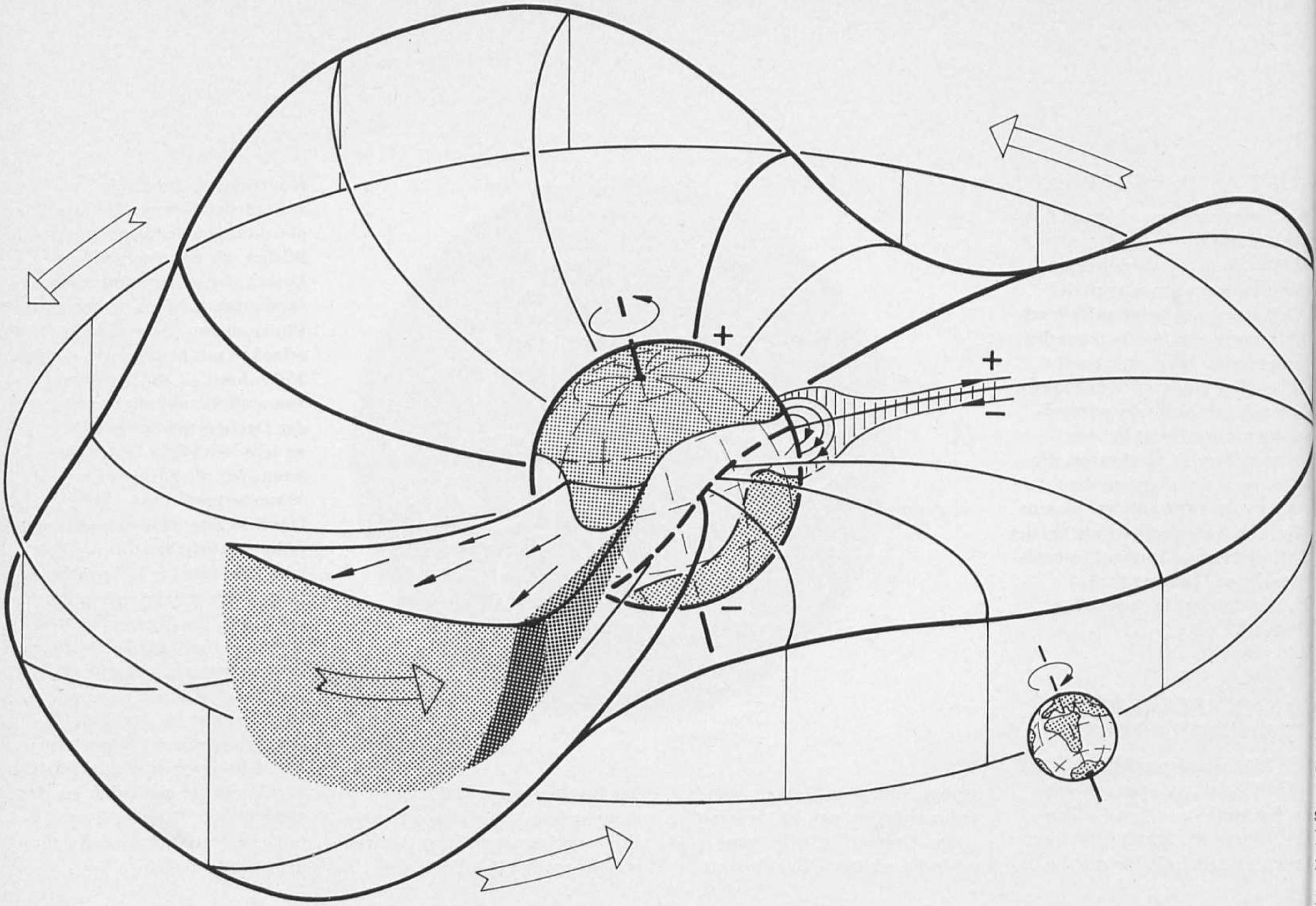
Eine Kette von der Sonne zur Erde

Unsere Unwissenheit fängt sogar noch viel tiefer an: Wir wissen ja nicht einmal, wie der Fusionsofen Sonne wirklich brennt, wo wir doch beim besten Willen bisher keinen »Rauch«, nämlich die bei Kernfusionen freiwerdenden *Neutrinos,* sehen können! Auch das Phänomen Sonnenflecken verstehen wir nur in Umrissen. Wir können zwar erklären, daß die Sonnenoberfläche sich wegen der ungeheueren Energieabstrahlung gegenüber dem viele Millionen Grad Kelvin heißen Sonneninneren deutlich abkühlt, nämlich auf 6000 Grad, in Sonnenflecken sogar auf 3500 Grad. Aber auf dem Weg von der Sonnenoberfläche nach außen fehlt schon wieder ein wichtiges Glied in der Kette: Ungeklärt im Detail ist nämlich noch die Aufheizung der oberen Sonnenatmosphäre, der *Korona,* auf Temperaturen von 1 bis 2 Millionen Grad, mit starken örtlichen Unterschieden und zeitlichen Schwankungen. Das Koronagas ist so heiß, daß selbst die gewaltige Schwerkraft der Sonne nicht mehr ausreicht, es zusammenzuhalten. So dampfen aus der Korona nicht weniger als 1 Million Tonnen Gas (aus ca. 95 % Wasserstoffionen, ca. 4 % Heliumionen, verschiedenen schweren Ionen sowie entsprechend vielen Elektronen) pro Sekunde ab und strömen in den interplanetaren Raum. Die Eigenschaften dieses als *Sonnenwind* recht anschaulich und treffend bezeichneten Phänomens sind stark durch seine jeweilige Quelle in der Korona geprägt. Mit Geschwindigkeiten von einigen hundert Kilometern pro Sekunde trifft der Sonnenwind dann auch die Erde bzw. ihre *Magnetosphäre.* Diese Schutzhülle verdanken wir dem Magnetfeld der Erde, das die geladenen Teilchen des Sonnenwindes sowie auch der *kosmischen Strahlung* nicht direkt eindringen läßt. Aber der Sonnenwind übt Druck auf die Magnetosphäre aus und läßt sie wie eine Wetterfahne weit in den interplanetaren Raum hinausflattern. Hier ahnen wir schon, daß dem Sonnenwind in der logischen Kette von der Sonne zur Erde eine entscheidende Rolle als Bindeglied zukommt. Aber es fehlt noch eine ganze Reihe von weiteren Gliedern, damit die Kette bis zum Erdboden reicht. Das Problem ist: Wie können Schwankungen im Sonnenwind mit seinem bei der Erdbahn schon relativ kleinen Energieinhalt sich durch Magnetosphäre und Ionosphäre hindurch auf die untere Atmosphäre auswirken, wo ja doch im Wettergeschehen Energien umgesetzt werden, die um viele Größenordnungen gewaltiger sind? Diese äußerst komplexen Zusammenhänge erfordern eine enge Zusammenarbeit von Fachleuten aus so unterschiedlichen Disziplinen wie Geophysik, Meteorologie, Aeronomie und Magnetosphärenphysik. Hier stehen wir erst am Anfang. Aber es mehren sich gemeinsame Aktionen über die Fach- und Ländergrenzen hinweg, wie etwa das *Internationale geophysikalische Jahr* 1957/58 oder die derzeit auf Hochtouren laufende *Internationale magnetosphärische Studie.* Neue Satelliten liefern jetzt kontinuierlich Wetterbeobachtungen rund um die Erde sowie Daten über den erdnahen Weltraum, so daß wir insgesamt auf Fortschritte hoffen dürfen.
Im folgenden wollen wir die Erde nun wieder verlassen und uns ausführlicher mit dem Übertragungsmedium Sonnenwind und seinen Quellen befassen.

Bindeglied Sonnenwind

Es ist gerade sechzehn Jahre her, daß die berühmte amerikanische Venussonde Mariner 2* die Existenz eines kontinuierlichen Sonnenwindes nachwies, nachdem erst 1951 zum ersten Mal die Vorstellung einer ständigen Teilchenströmung aus der Sonnenatmosphäre von Biermann entwickelt worden war. Seit der Abschaffung des *Äthers* um 1900 war der Raum zwischen Sonne und Plane-

* Nachbildung in der Abteilung Raumfahrt des Deutschen Museums



ten fast ganz »leer« gewesen! Um 1932 hatte dann Bartels den Begriff *M-Regionen* eingeführt für diejenigen aktiven Gebiete auf der Sonne, die — wie er sich vorstellte — Korpuskelströme aussenden und dadurch dann auf der Erde geomagnetische Störungen auslösen. Diese äußern sich in verstärkter Nordlichtaktivität sowie in Störungen des Funkverkehrs, und ihre auffällig regelmäßige Wiederkehr alle 27 Tage, also im Rhythmus der Sonnenrotation, war schon lange ein Rätsel gewesen.

Bartels erlebte noch die teilweise Rechtfertigung seiner Idee durch Mariner 2: Im Sonnenwind gibt es abwechselnd langsame (ungefähr 300 km pro Sekunde) und schnelle (bis ca. 900 km pro Sekunde) Strömungen, die — wie von einem Rasensprenger ausgeschleudert — mit der Sonne rotieren. Und meistens, wenn ein schneller Strom die Erde überstreicht — genauer gesagt: beim Durchgang seiner Vorderfront — gibt es diese geomagnetischen Störungen. Sogar die zugehörigen M-Regionen kennen wir inzwischen: Die Bilder der Sonne, die von der amerikanischen Raumstation *Skylab* in den Jahren 1973/74 gemacht wurden in Spektralbereichen, die uns Erdenmenschen durch die Atmosphäre versperrt sind, haben enthüllt, daß es in der Korona große dunkle, d. h. »kalte« Flächen gibt. Sie sind auffällig scharf begrenzt und konnten manchmal mehrere Sonnenumdrehungen lang immer wieder beobachtet werden. Diese *Koronalöcher,* wie sie prompt getauft wurden, liegen nicht über den aktiven Zonen der Sonne, sondern gerade dazwischen und bevorzugt um die Pole herum, mit zungenartigen Ausläufern bis in die Äquatorgegend. Sie konnten zweifelsfrei als die Quellen der besagten schnellen Ströme identifiziert werden.

Betrachten wir noch einmal den Rasensprenger als Modell für die Sonne: Jedes Tröpfchen fliegt radial nach außen, aber die Verbindungslinie aller Tröpfchen — die *Stromlinien* — aus jeder Quelle wickeln sich zu Spiralen auf. Wenn eine Düse Wasser mit höherer Geschwindigkeit ausspritzt, wird diese Stromlinie weniger stark gekrümmt sein und deshalb bald mit einer ihrer Nachbarinnen kollidieren. Das geschieht auch bei den Stromlinien im interplanetaren Raum. Nur können sie sich hier nicht überkreuzen; daran hindert sie das im Sonnenwindplasma mitgeschleppte Magnetfeld der Sonne. Es kommt also zu einem Stau. Und diese Kompressionszone in der Grenzschicht zwischen langsamer und schneller Strömung übt dann verstärkten Druck auf die Magnetosphäre aus und ist wohl letztlich auch schuld am gelegentlichen Ärger der Funktechniker.

Näher zur Quelle: Helios

Grob gesehen, erscheint das alles ganz einleuchtend, aber die Theoretiker stießen auf zunehmend mehr Diskrepanzen. Ihre Modelle wurden besonders kontrovers in bezug auf die Eigenschaften des Sonnenwindes in Sonnennähe. Hier können nur Messungen an Ort und Stelle Klärung bringen. Deshalb sahen die Experten mit besonderer Spannung dem Start der ersten Sonnensonde mit dem programmatischen Namen *Helios* am 10. 12. 1974 entgegen. Sie umrundet die Sonne in einer flachen Ellipse, die sie bis auf 46,4 Millio-

DIE SONNE ALS BALLERINA

Dieses Schemabild zeigt — nicht ganz maßstabsgerecht — ein Modell des Sonnensystems nahe dem Minimum der Sonnenaktivität. Über den Polen der Sonne sehen wir Koronalöcher mit entgegengesetzter magnetischer Polarität. Einige Ausläufer reichen bis zum Äquator. Der »Ballerinarock« ist die Trennfläche zwischen positiven und negativen Magnetfeldlinien, die durch den Sonnenwind nach außen geschleppt werden. Zahl und Größe der Falten entsprechen der Form der Koronalöcher bzw. des dazwischenliegenden aktiven Gürtels. Das ganze Gebilde dreht sich mit der Sonne um deren leicht geneigte Achse. Die Koronalöcher sind Quellen von besonders schnellen Strömungen im Sonnenwind. Ein Ausschnitt aus einer solchen Struktur ist in der linken Bildhälfte angedeutet. An der Vorderfront sammelt sich ein Schwall verdichteten Plasmas an, der — wenn er die Erde überstreicht — hier verschiedene Reaktionen auslöst.

nen Kilometer heranbringt (der mittlere Erdabstand beträgt etwa 150). Helios 2 folgte am 15. 1. 1976 und erreicht sogar 43,5 Millionen Kilometer. Jeder Umlauf dauert etwa ein halbes Jahr. Beide *Perihelia* — das sind die sonnennächsten Punkte der Bahn — liegen weit innerhalb der Bahn von Merkur. (Ein drittes voll flugtaugliches Exemplar der Sonnensonde, der ehemalige Prototyp, erreichte aus Kostengründen nicht die von den Wissenschaftlern gewünschte Bahn durch den Schweif des Kometen *Encke*, wird aber gerade deshalb sicher einige Perihel-durchgänge mehr überstehen als seine Schwestern — in der künftigen Raumflughalle des Deutschen Museums **.) Bisher arbeiten beide Sonden jedoch noch immer tadellos, Helios 1 sogar schon zwei Jahre länger als vorgesehen. Sie erweisen sich damit als die bisherigen Meisterstücke der deutschen Raumfahrtindustrie. An Bord führen sie je einen Satz nahezu gleicher Meßinstrumente aus deutschen und amerikanischen Instituten mit. Meßobjekt ist ganz allgemein das interplanetare Medium. Dazu gehören außer dem Sonnenwind — gekennzeichnet durch Geschwindigkeit, Dichte, Temperatur, Zusammensetzung des Plasmas, Magnetfeld, durch Fluktuationen und Wellen aller Art — auch die hochenergetischen Teilchen der *kosmischen Strahlung*, die teils von außen ins Sonnensystem eindringen, teils auch von der Sonne selbst kommen (davon wird später noch die Rede sein), sowie schließlich die Teilchen des *interplanetaren Staubes*, Mikrometeoriten also, mit Massen um 10^{-12} g, die vielleicht noch von der Entstehung des Sonnensystems herstammen.

** z. Z. in der Vorhalle zur Bibliothek des Deutschen Museums

Die Sonne als Ballerina

Schon beim ersten Anflug zur Sonne im Frühjahr 1975 kamen ein paar Überraschungen zutage, und inzwischen veränderte bzw. vervollständigte sich das zuvor nur skizzierte Bild. Vor allem: es wurde jetzt plastisch. Auch die beiden amerikanischen Raumsonden Pioneer 10 und Pioneer 11, die mit ähnlichen Instrumenten ausgerüstet am Jupiter vorbeiflogen und jetzt auf dem Weg sind, das Sonnensystem zu verlassen (Pioneer 11 macht vorher noch einen Abstecher zum Saturn!), haben ein paar wichtige Ergänzungen beigetragen.

Wir wollen nun dieses Bild, wie es sich uns für die Zeit eines typischen Minimums der Sonnenaktivität (nämlich in den Jahren 1975/76) darstellt, etwas näher betrachten.

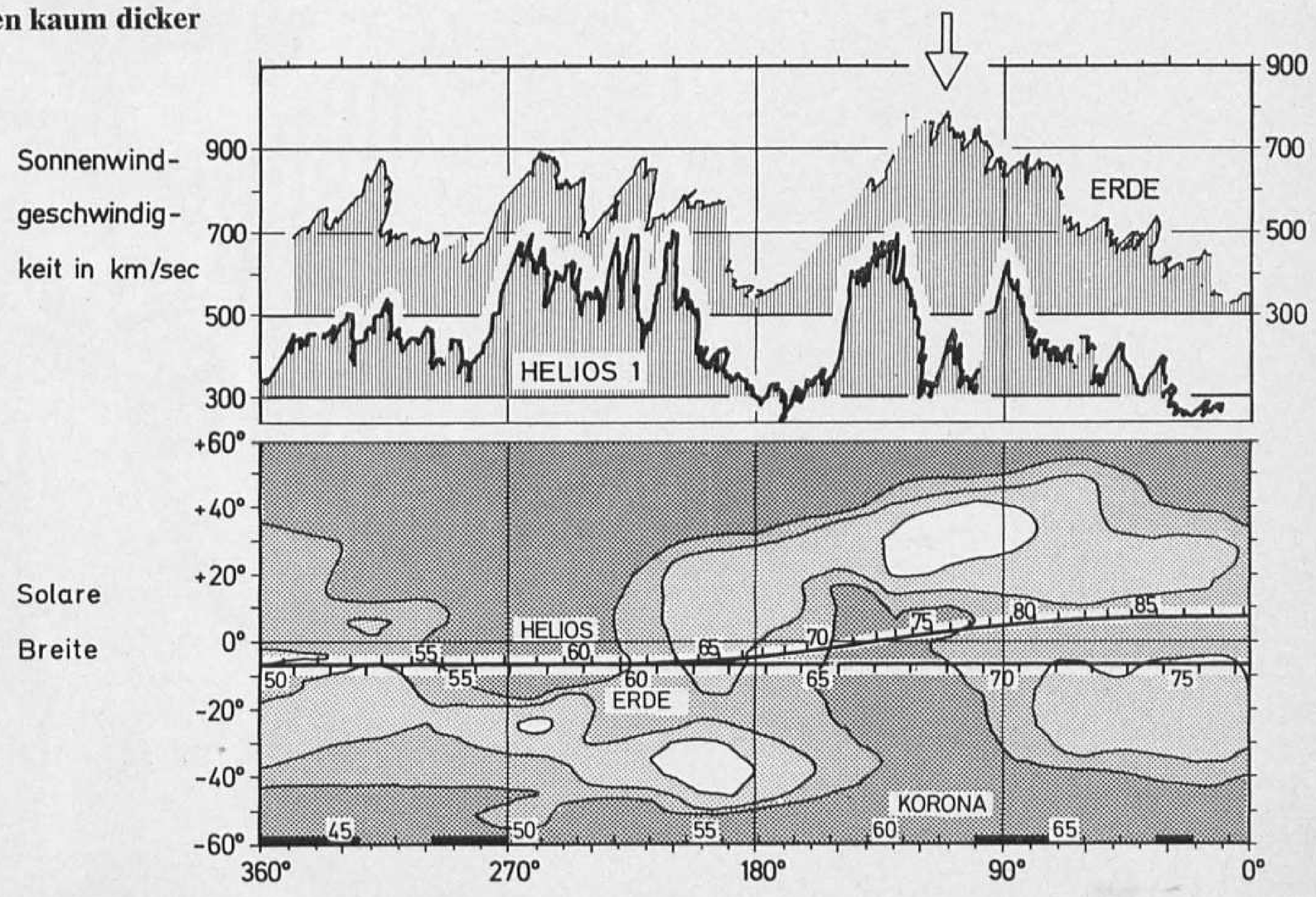
Zunächst die Sonne bzw. die Korona mit ihrer um 7,25 ° geneigten Drehachse. Die Polregionen sind von Koronalöchern bedeckt, mit Ausläufern bis in die Äquatorgegenden. Ihre magnetische Polarität ist entgegengesetzt. Die Feldlinien sind jedoch nicht geschlossen wie bei einem normalen Dipol, sondern durch den Sonnenwind ins Unendliche hinausgezogen. Nur im Gürtel der Äquatorzone gibt es einige aktive Gebiete auf der Sonne, gelegentlich auch Sonnenflecken, und über ihnen vorwiegend geschlossene Feldlinien. Hier beginnt auch die scheibenartige, gewellte Trennfläche zwischen den Bereichen von nordpolaren positiven und südpolaren negativen Magnetfeldlinien, die natürlich alle wegen des Rasensprengereffektes spiralig gekrümmt sind. Die Form von aktivem Gürtel und Koronalöchern bestimmt die Größe und Zahl der Wellen. Das ganze Gebilde dreht sich mit der Sonne, und der schwedische Nobelpreisträger Hannes Alfvén konnte dies Konzept treffend als *Ballerinamodell* titulieren. An einigen Stellen kreuzt der schwingende Rock der Ballerina die Ebene der Ekliptik, in der sich die Erde bewegt, und wenn eine solche Stelle über die Erde streift, sehen wir einen Vorzeichenwechsel des Magnetfeldes, eine *Sektorgrenze*.

Von Helios erfuhren wir einiges über die Struktur der Sonnenwindströme in diesem Bild. Am meisten hat überrascht, daß die Grenzschichten beim Übergang von langsamen zu schnellen Strömen in Sonnennähe viel dünner sind als beim Erdabstand. Das gilt auch für die Rückfronten. Erstmals konnte auch die Dicke der seitlichen Grenzschichten von schnellen Strömen bestimmt werden. Hier wirkt sich die besondere Bahnkonstellation der beiden Heliossonden günstig aus: Obwohl stets relativ nahe beieinander, sind sie doch meistens wegen der schräg liegenden Sonnenachse um einige Grad solarer Breite voneinander entfernt. In mehreren Fällen geschah es in der Tat, daß Helios 1 einen deutlich ausgeprägten Strom sah, Helios 2

DEUTSCHES MUSEUM
BIBLIOTHEK

STRUKTUREN IM SONNENWIND UND IHRE QUELLEN IN DER KORONA

Die untere Bildhälfte zeigt auf einer »Sonnenkarte« die Lage der Koronalöcher (dunkel) im März 1975 sowie die Bahnspuren der Erde und von Helios 1 mit Tag-Markierungen. Darüber sind die von Helios bzw. von den Erdsatelliten IMP 7 und IMP 8 gemessenen Geschwindigkeiten des Sonnenwindes aufgetragen, korrigiert um die Laufzeit von der Sonne her. Man erkennt gut die Zuordnung von Bereichen »schnellen« Sonnenwindes zu den Koronalöchern. Der Pfeil in der rechten Bildhälfte deutet auf den Zeitpunkt der größten Sonnenannäherung, an dem Helios offenbar in den nördlichen Randbereich des schnellen Stromes geraten ist, der die Erde — 10 ° weiter südlich — weiterhin noch voll trifft. Messungen dieser Art haben gezeigt, daß die Grenzflächen zwischen schnellen und langsamen Strömen kaum dicker als 3 ° sind.



DIE SONNENSONDE HELIOS

Wie eine Garnrolle dreht sich Helios um seine Längsachse und kann so in Sonnennähe die gewaltige Sonneneinstrahlung überstehen, die hier mehr als zehnmal größer ist als bei der Erde. Fast alle Meßinstrumente sowie die gesamte Elektronik befinden sich im Mittelteil. Die langen Ausleger wurden erst nach dem Start ausgeklappt; sie tragen die besonders empfindlichen Magnetfeldmeßgeräte. Der parabelförmig gekrümmte Antennenreflektor (oben) dreht sich nicht mit. Er bündelt die Sendeenergie zu einem dünnen Strahl und lenkt ihn stets zur Erde. So reißt die Funkverbindung selbst über 300 Millionen Kilometer Entfernung nicht ab.
(Inv.-Nr. 1976/942)

dagegen nicht einmal eine Andeutung davon — und umgekehrt. Der Vergleich mit gleichzeitigen Koronabeobachtungen zeigte stets einen dazu passenden Koronalochausläufer, der gerade bis zum Äquator reichte.

All diese Messungen waren nur möglich, weil in der Zeit des Minimums der Sonnenaktivität alle Strukturen über Monate hinweg fast unverändert blieben. Aber das ändert sich mit wachsender Aktivität, und der Ballerinarock wird dann wohl recht »zerzaust« aussehen. Bis zum nächsten Minimum polt sich das Magnetfeld ganz um; dann ist der Nordpol negativ. Man sollte also besser von einem 22-Jahre-Zyklus sprechen anstatt von einem 11-Jahre-Zyklus.

Im Juli/August 1976 wurde das absolute Mininmum der Sonnenaktivität erreicht. Hier zogen sich auch die äquatorialen Ausläufer der Koronalöcher polwärts zurück, und der Rock der Ballerina Sonne muß wohl fast ohne Falten in der Äquatorebene der Sonne geschwebt sein. Jedenfalls wurden keine schnellen Ströme mehr gesehen, und bei einer Sonnenfinsternis im September 1976 zeigte sich die typische *Minimumskorona:* symmetrisch um die Sonnenachse einige breite, gleichförmige Leuchterscheinungen im Bereich des Äquators, deutlich abgesetzt von den zerfaserten Strukturen über den Polen, während doch sonst ein ganzer Kranz, unregelmäßig und mit langen Strahlen ringsherum um die abdeckende Mondscheibe zu sehen ist — daher ja auch der Name Korona.

Wirkungen auf die Erde

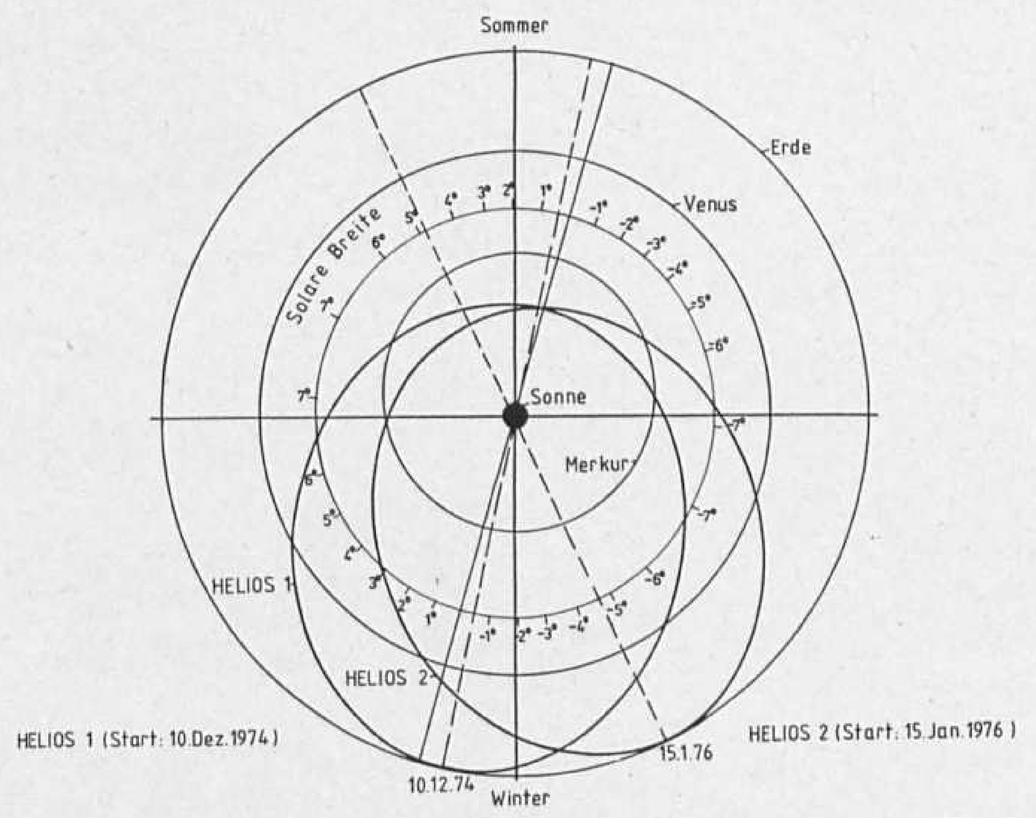
Hier kommen wir wieder auf die Zeit des Maunder-Minimums zurück. Damals war bei den Beschreibungen einiger Sonnenfinsternisse niemals von einer Korona die Rede, obwohl sie doch sonst immer als eine der faszinierendsten Naturerscheinungen bewundert wird. Vielleicht hatte man damals, kurz nach dem Dreißigjährigen Krieg, genug andere Sorgen, wer weiß? Aber wir können auch nicht ausschließen, daß damals mit der Sonne auch ihre Korona verändert war und daß möglicherweise ein ganz anders strukturierter Sonnenwind blies als heute. Bisher konnte trotz vieler Versuche kein Einfluß der Sonnenaktivität auf den »mittleren« Sonnenwind nachgewiesen werden; es scheint also nur die Größe und Stabilität der Strukturen — der Falten im Ballerinarock — betroffen zu sein.

Erst kürzlich erregte in diesem Zusammenhang eine Arbeit großes Aufsehen: Zwischen dem Durchgang der Erde durch magnetische Sektorgrenzen (bzw. Stromgrenzflächen, die beim Erdabstand schon nah an die Sektorgrenzen herangerückt sind) und Schwankungen des *Wirbelflächenindex* (ein Maß für Größe und Stärke von Tiefdruckgebieten) der Nordhalbkugel wird ein Zusammenhang nachgewiesen, ganz ähnlich wie für die erwähnte Häufung von geomagnetischen Störungen. Bisher hat jede kritische Überprüfung, auch mit neuen Daten, das Ergebnis nur bestätigt: es ist der erste Hinweis darauf, daß sogar unser tägliches Wettergeschehen an die schnellen Ströme im Sonnenwind gekoppelt ist. Das ist auch deshalb bemerkenswert, weil ihre Quellen, die Koronalöcher, kennzeichnend für die »ruhige« Sonne sind, während bisher nur Einflüsse durch die »aktive« Sonne erwogen wurden. Ein weiteres Indiz fanden Autoren, die die Häufigkeit von Gewittern (also mit Blitz und Donner) in den nichttropischen Teilen der Erde untersuchten. Sie fanden Zusammenhänge mit der Sonnenaktivität, dann auch direkt mit dem Auftreten von einzelnen Sonneneruptionen und schließlich sogar mit dem Durchgang durch Sektorgrenzen. Es scheint so, als ob die Sonne selbst den Auslöser betätigt, der die in Wetterfronten aufgestaute Energie in Form von befreienden Gewittern losbrechen läßt. Dieser Auslöser könnte die *kosmische Strahlung* sein, eine Mischung von Teilchen mit sehr großen Energien. Bisher kennen wir drei Anteile dieser Strahlung, mit völlig verschiedenen Quellen:

- Die *galaktischen* Teilchen von außerhalb des Sonnensystems haben vielfach so hohe Energien, daß einige die ganze Atmosphäre durchqueren können und dabei in allen Schichten viele Luftmoleküle ionisieren. Das erhöht in der unteren Atmosphäre die elektrische Leitfähigkeit, reduziert so die Spannungen in den Wetterfronten und damit die Wahrscheinlichkeit für Gewitter. Die Intensität der galaktischen kosmischen Strahlung wird auf bisher unbekannte Weise durch die Sonnenaktivität moduliert, und zwar antizyklisch: große Aktivität — — niedrige Intensität, und umgekehrt.
- Die *solaren* Teilchen werden bei großen Eruptionen der Sonne erzeugt; ihre Energie ist nicht so groß: Sie ionisieren vorwiegend die obere Atmosphäre, erzeugen dort Ladungsträger, bauen elektrische Spannungen auf und erhöhen somit die Wahrscheinlichkeit für Gewitter. Dies wird noch verstärkt dadurch, daß im Gefolge der Eruptionen die Intensität der galaktischen kosmischen Strahlung einige Tage lang kräftig herabgesetzt wird.
- Schließlich die erst mit Hilfe von Helios identifizierten *interplanetaren* Teilchen: Sie werden entlang den Fronten schneller Sonnenwindströme weit außen im Sonnensystem beschleunigt. Ihr Einfluß auf die Erde ist ähnlich wie jener der solaren Teilchen.

Die Komponenten der kosmischen Strahlung hängen auf ganz unterschiedliche Weise vom Sonnenzyklus ab, und ihre Wirkungen auf die Erde heben sich teilweise sogar auf. Insofern illustriert dieses Beispiel, wie komplex die Beziehungen Sonne — Erde wirklich sind. Auch hier zeigt sich immer deutlicher die Schlüsselrolle, die der Sonnenwind dabei spielt. In jüngster Zeit mehren sich die Indizien, daß sogar die rätselhafte Modulation der galaktischen kosmischen Strahlung durch den Sonnenzyklus nur auf die Unterschiede der Stromstruktur zwischen Sonnenminimum und -maximum zurückzuführen ist.

Wir werden uns mit dem Faltenrock unserer Primaballerina Sonne also weiterhin und noch sehr viel genauer befassen müssen. Es besteht die Hoffnung, daß wir ihn mit Hilfe der beiden Sonnensonden Helios noch einige Zeit aus der Nähe beobachten können, wenn er mit ansteigender Sonnenakitivität mehr und mehr ins Flattern gerät. Das neue Prachtstück der Raumfahrtabteilung im Deutschen Museum ist gerade deshalb kein totes Stück Technik, sondern ein schönes Beispiel für lebendige, moderne Wissenschaft, die uns alle betrifft.



DIE BAHNEN VON HELIOS IM SONNENSYSTEM

Die beiden Sonnensonden Helios dringen bis weit innerhalb der Bahn des sonnennächsten Planeten Merkur vor. Bei jedem Umlauf, der etwa ein halbes Jahr dauert, nähern sich die Sonnensonden Helios 1 und Helios 2 der Sonne bis auf 46,4 bzw. 43,5 Millionen Kilometer.

Max Burger

Tier-hautflöße

Was Jungen noch heute spielen und Pioniere wie Flüchtlinge praktizieren, wenn sie aus leeren Kanistern oder Fässern Flöße bauen, das geht auf uralte Vorbilder zurück: mit Hilfe luftgefüllter Hohlkörper die Tragfähigkeit eines Floßes zu erhöhen.

Seit den ältesten uns bekannten Kulturen Mesopotamiens werden auf dem Euphrat und dem Tigris Flöße aus aufgeblasenen Tierbälgen zum Transport von Menschen, Tieren und Lasten verwendet. Auch auf zahllosen Flüssen waldloser Gebirgshochebenen und auf Strömen großer Trockengebiete fand das Kelek, wie diese Art Wasserfahrzeug genannt wird, weite Verbreitung — von Albanien über die Türkei, Tibet und Westchina bis an die südliche Westküste Südamerikas, wo Seehundfelle als Schwimmkörper dienten. In Indien und China wurden Ochsenbälge, im alten Mexiko und bei den Inkas in Peru sowie im Sudan Kalebassen (ausgehöhlte Kürbisse) und in Vorderindien Tonkrüge zum Bau solcher Flöße verwendet.

Die Keleks des Zweistromlandes bestehen aus Ziegen- oder Schafhäuten, die beim Schlachten der Tiere wenig aufgeschnitten und sorgfältig abgezogen wurden. Nach dem Zusammenbinden werden sie aufgeblasen und an einem rostähnlichen Holzgestell befestigt, das als Ladefläche dient. Sie werden entweder gerudert, in seichtem Wasser gestakt oder von Schwimmern geschoben beziehungsweise mit Hilfe von Zuggeschirren und Stirnbändern gezogen. Die Flöße tauchen auch bei

Kelek aus Diyarbakir am Tigris, Osttürkei, nach der Restaurierung gestiftet von L. Dabcovich, Istanbul

Ein Anblick, den es in wenigen Jahren nicht mehr geben wird: Lastenkeleks in Mesopotamien.

großer Belastung nicht tief ein; sie sind sehr sicher und schmiegen sich jeder Strömung elastisch an, überwinden Stromschnellen, können, leicht zerlegt, über Land getragen und wieder zusammengebaut werden. Sie kommen jedoch nicht gegen Strömung und Wind an und sind nicht geeignet, das Meer zu befahren. Doch dienten sie zur Überquerung auch reißender Flüsse; die Ladung wie auch die — zur Sicherheit — bäuchlings auf dem offenen Rost liegenden Fahrgäste konnten oft nur gründlich durchnäßt das andere Ufer erreichen.

Keleks wurden in unterschiedlichen Größen gebaut; auf dem Tigris gab es Flöße mit mehr als tausend Tierbälgen und einer Tragfähigkeit bis 25 Tonnen. Noch nach dem Ersten Weltkrieg zum Beispiel lieferten solch primitive Lastenflöße der Stadt Bagdad wie in frühesten Zeiten fast den gesamten Lebensbedarf an Getreide, Wolle, Holz und Leder aus dem Gebirgsland.

Einer der kleinsten Typen ist als neuer Zuwachs in der Abteilung Schiffahrt des Deutschen Museums zu besichtigen: Er besteht aus acht Ziegenbälgen und trägt bei 14 kg Eigengewicht etwa 1600 bis 2000 kg Last. Das Kelek kam zerlegt aus dem Orient an, die Häute als ein Haufen, der bestialischen Gestank aus einer Mischung von Fäulnis und Konservierungsmitteln verbreitete, dabei völlig ausgetrocknet und bis zur Unkenntlichkeit zusammengeschrumpft. Die verhärteten Bälge konnten in diesem Zustand nicht getrennt werden; auch verschiedene chemische Mittel zum Erweichen brachten nicht den gewünschten Erfolg. Schließlich half die alte Methode tagelangen Wässerns, die Häute wieder weich und geschmeidig zu machen. Provisorische Füllung, Trocknung, Konservierung und die endgültige Füllung mit Styroporflocken und der Zusammenbau zum Floß aufgrund der mitgelieferten Beschreibungen und Skizzen waren dann kein Problem mehr. (Dieses wie fast alle anderen Originalwasserfahrzeuge aus fernen Ländern verdankt das Museum der Initiative von Hermann Helms.)

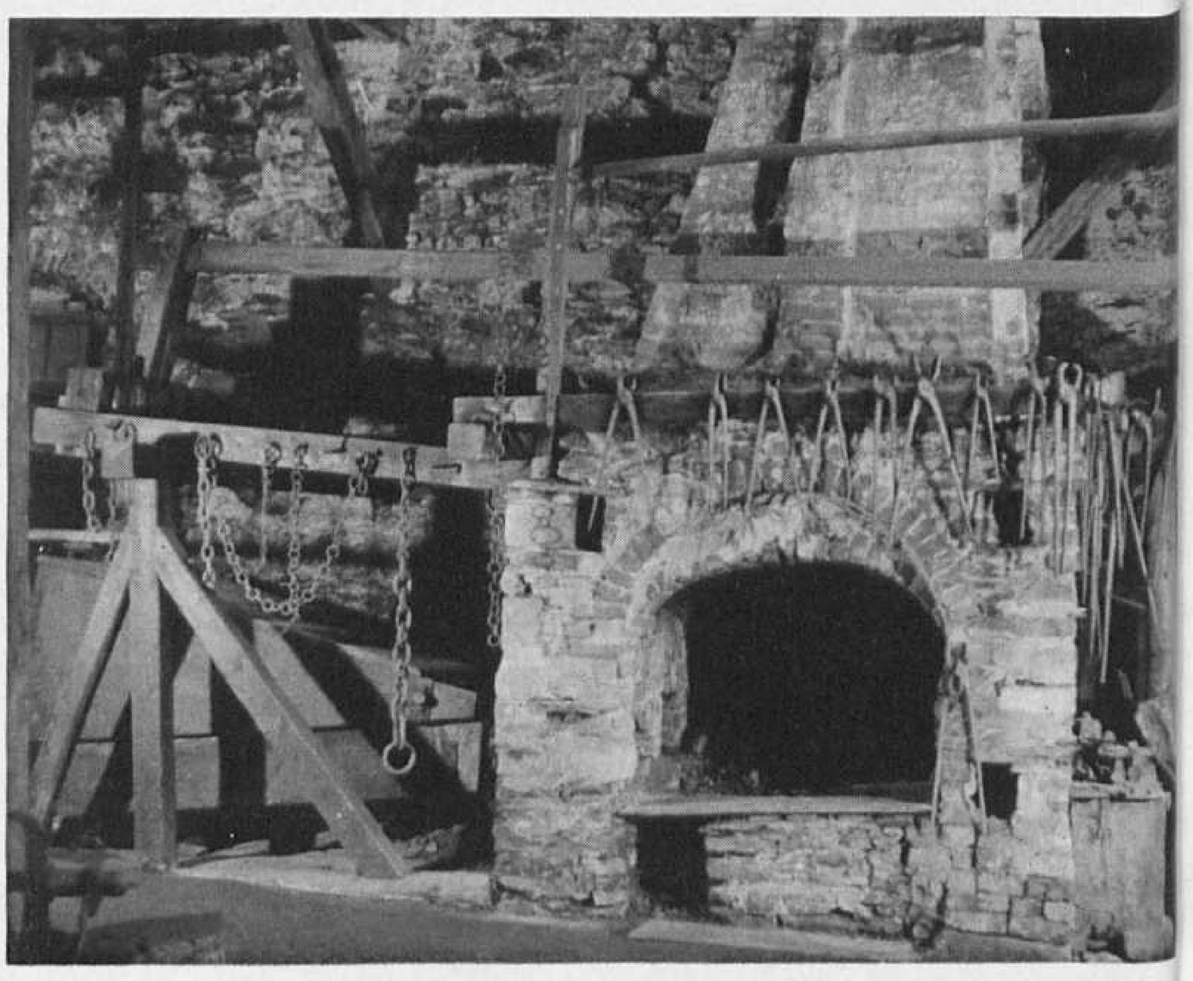
Fritz Leuschner, Dresden

Der Frohnauer Hammer

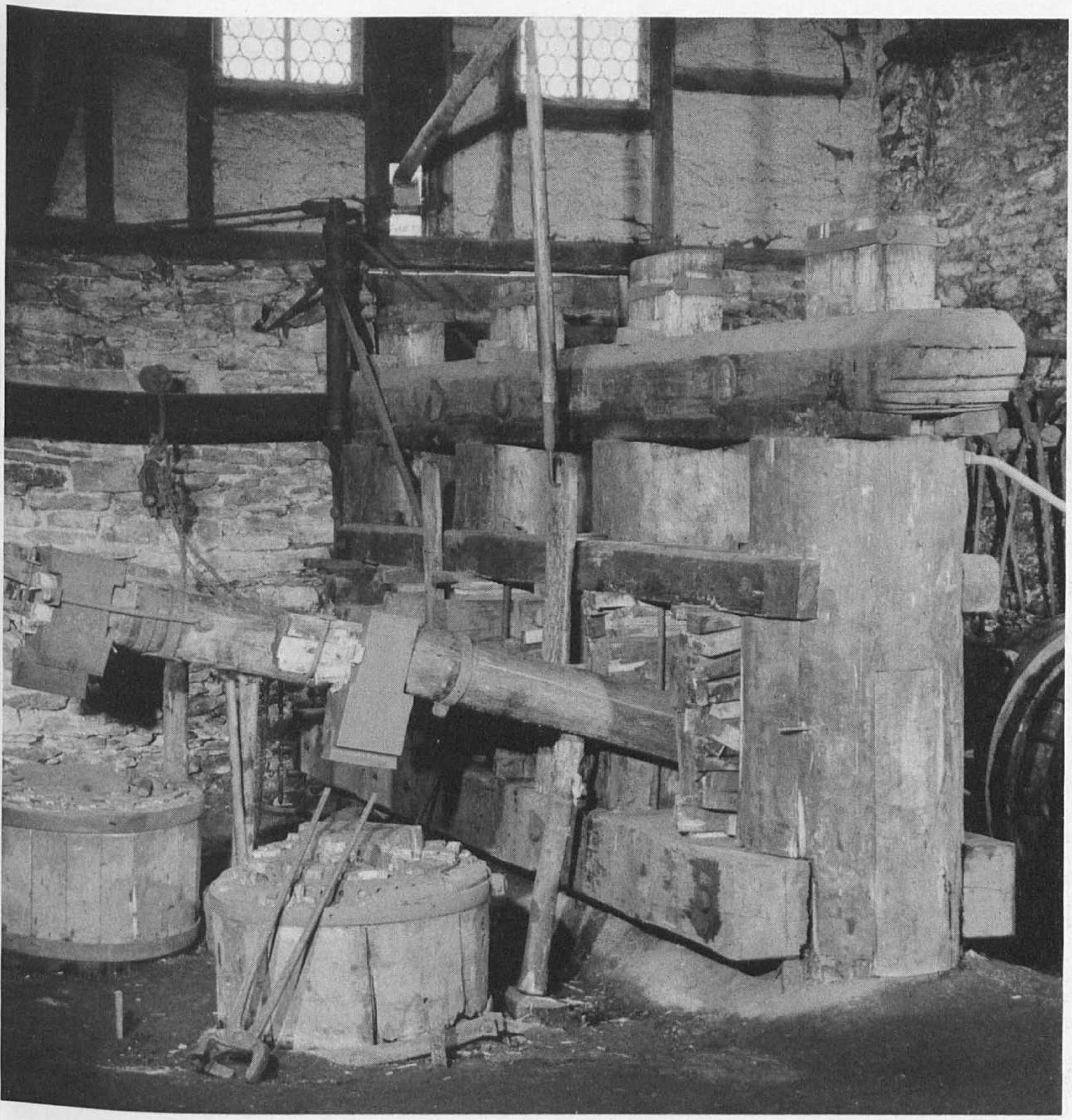
In der Schauanlage »Frohnauer Hammer« stieß man bei Umräumungsarbeiten Ende der 50er Jahre versehentlich an eine eiserne Truhe, die Deckplatte des Schlosses sprang auf, der Weg zum Geheimnis war frei: Originalaufzeichnungen der Hammerbesitzerfamilien, Tagebücher des 17. und 18. Jahrhunderts, wurden gefunden. Sie gestatten einen tiefen Einblick in die Produktionsverhältnisse jener Zeit. Die Dokumente wertete der damalige Leiter der Anlage, Albert Piltz, aus. Ihre Interpretation durch den Leiter des Technischen Museums in Dresden bringt ein Beispiel des technikübergreifenden, gesellschaftsbezogenen Selbstverständnisses der Industriearchäologie in der DDR.

Hammerwerksanlage

Das Erzgebirge ist vor allem durch den Silberbergbau bekanntgeworden. Es war jedoch auch ein bedeutendes Gebiet der Eisenerzgewinnung und -verarbeitung. In seinem ertragreichsten Teil, dem Westerzgebirge, konzentrierten sich vom 14. bis in das 19. Jahrhundert eine Vielzahl von Berg-, Hütten-, Poch- und Hammerwerken. Ihre Erträge gaben den sächsischen Fürsten zu Beginn der kapitalistischen Entwicklung ein großes wirtschaftliches Gewicht.
Sachsen nahm damals im territorial zersplitterten Mitteleuropa eine Sonderstellung ein, da es vom Ende des 17. bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts wirtschaftlich am weitesten entwickelt war. Noch heute geben uns zahlreiche bergbauliche Anlagen und andere Einrichtungen davon eine Vorstellung. Ein solches Denkmal der Produktionsgeschichte ist der Frohnauer Hammer. Er liegt unterhalb der Stadt Annaberg-Buchholz im Tal der Sehma. Für seine Entstehung mußten verschiedene Bedingungen erfüllt sein: Man benötigte Wasser zum Antrieb der Blasebälge und der Hämmer, einen ausreichenden Waldbestand zur Herstellung von Holzkohle, natürlich den Erzbergbau und schließlich mußten genügend Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.



Schmiedefeuer mit Blasebälgen



Hammergerüst mit den drei Schwanzhämmern

Die Vorgeschichte

Im Jahr 1436 gab es bereits eine Getreidemühle, die das Dorf Frohnau versorgte. Als um 1500 in der Umgebung am Schreckenberg Silber gefunden wurde, wollte man sich den komplizierten Transport des Erzes ersparen. Daher wurde es an Ort und Stelle aufbereitet und in dieser Mühle zu Münzen geschlagen. Nach dem Fundort nannte man diese Münzen im Volksmund »Schreckenberger«, die Bezeichnung »Mühlsteine« erhielten sie wegen des Prägeortes, das Prägebild führte zum Namen »Engelsgroschen«. Das Gebäude wurde weiterhin als Mühle genutzt, fand aber bald schon auch als Scherenschmiede, Silber- und Kupferhammer Verwendung.

Im Jahre 1600 erhielt das Gebäude seine heutige Gestalt.

Reichtum und Macht der Hammerherren

Der Ausbau zum Eisenhammer erfolgte im Jahr 1657 durch Gottfried Rubner, einen Kaufmann aus Annaberg. Er wollte sein Geld im Bergbau und Hüttenwesen gewinnbringend anlegen. Drei weitere große Hammerwerke und eine Zinnhütte in der Umgebung von Annaberg besaß er außerdem. Der Weg, Handelskapital in der sich langsam entwickelnden Industrie anzulegen, ist für den Übergang von der feudalen zur kapitalistischen Produktionsweise typisch, denn hierzu waren bedeutende finanzielle Mittel erforderlich. So kostete der Ausbau des Eisenhammers damals 740 Gulden. (Um eine Vorstellung von der Größe dieser Summe zu geben: Ein Maurer oder Zimmermann verdiente pro Tag vier, ein Hilfsarbeiter drei Groschen; 24 Groschen ergaben einen Gulden.) Rubner selbst war kein Fachmann, daher mußte er das Hammerwerk verpachten. Weil seine Pachtbedingungen sehr ungünstig waren — er verlangte zum Beispiel, daß das Rohmaterial bei ihm zu Überpreisen gekauft wurde —, wechselten seine Vertragspartner in den darauffolgenden Jahren mehrmals. 1663 wurde das Hammerwerk schließlich verkauft und kam in den Besitz der Familie Fischer. 1684 erwarb es die Familie Claus für 600 Gulden. Claus war einer der wenigen Hammerschmiedemeister, die es durch fachliches Können, vor allem aber auch durch maßlose Ausbeutung schon seiner früheren Gesellen verstanden hatte, so viel Geld zu horten, daß er eine solche Anlage überhaupt kaufen konnte. Dieses Eigentum war die Voraussetzung dafür, daß seine Nachfolger (der Hammer blieb bis 1764 im Besitz der Familie und ging dann bis 1908 an die mit Claus verwandten Martins über) industrielles Kapital bilden konnten. Dies war damals in Deutschland nur selten im Vergleich zu England, das sich durch solche Art von Kapitalbildung zum industriell führenden Land entwickelte.

Im Jahr 1692 brannte der Hammer nieder. Doch Claus hatte in den vorhergehenden acht Jahren so viel Geld verdient, daß er das Werk wieder aufbauen und das ehemals kleine Wohnhaus zum Herrenhaus ausbauen konnte — mit wunderbarem Fachwerk, geschnitzten Balken und Fensterrahmen mit Butzenscheiben. In seiner harmonischen Einordnung in die Erzgebirgslandschaft ist dieses Gebäude ein hervorragendes Beispiel dafür, welch kunstvolle Werke einfache unbekannte Menschen mit ihrer Arbeitskraft für die herrschende Klasse geschaffen haben. Um ihr Ansehen auch formell zu heben, begannen sich die Besitzer des Hammers bald »Hammerherren« zu nennen. Durch Einheirat ihrer Söhne und Töchter in andere Hammerherrenfamilien bildeten sie sich zu einer Art »Industrieadel« heraus, dessen Macht immer größer wurde. Für die Frohnauer Besitzer läßt sich zum Beispiel die Versippung mit den entsprechenden Familien aus Elterlein und Jöhstadt (Orte der weiteren Umgebung) nachweisen.

Der Reichtum und die Macht der Frohnauer Herren kamen auch in ihrer Wohnungseinrichtung zum Ausdruck. Im Jahr 1720 wurde ein stehender Kachelofen mit

weiß-grün lasierten Kacheln, einem kronenartigen Aufbau und flämisch gedrehten Doggen in das Herrenhaus eingebaut. Dieser Ofen blieb bis heute erhalten.
Auch in der Kleidung spiegelte sich ihr Reichtum wider. Aus dem Tagebuch 5, Seite 17, ist zu ersehen, daß der Hammerherr einem seiner Söhne im Jahr 1761 unter anderem — für
22 Gulden ein goldenes Halsband,
16 Gulden ein franzblaues Kleid,
10 Gulden ein wollenes, weißblumiges charmangenes Kleid,
4 Gulden einen Reifenrock,
12 Gulden fünf Paar seidene Strümpfe, dazu für 10 Gulden einen Schlitten mit Schellengeläut, für 10 Gulden Pfefferkuchen und Nüsse und vieles andere — zum heiligen Christ schenkte.
Um die Endsumme von 84 Gulden zu verdienen, hätte ein Hammergeselle damals etwa 400 Wochen arbeiten müssen, denn er bekam, wie wir noch sehen werden, wöchentlich etwa 10 Groschen.
Zum Hammer gehörte ein umfangreicher Besitz an Wiesen, Feldern und Wald. Besonders wertvoll war der Waldbestand, wurde doch das Holz zur Herstellung von Holzkohle für die Schmiedefeuer benötigt. Die Tagebücher zeigen, daß Holzkohle auch oft an andere Hämmer verkauft wurde. Eine zusätzliche Einnahmequelle für die Hammerherren. Dieser Reichtum führte dazu, daß sie gleichzeitig als Richter in Frohnau fungierten. (Der Richterstock, den sie als äußeres Zeichen dieser Würde trugen, eine Richterglocke sowie an den »Richter zu Frohnau, den Hammerherren ...« gerichtete Briefe sind ebenfalls bis heute erhalten.) Das hatte zur Folge, daß die im Hammer arbeitenden Menschen auch in juristischer Abhängigkeit von ihren Herren standen. Deren Macht erstreckte sich aber noch weiter. Da die Stadträte von Annaberg meist Eisenhändler waren und die Hammerherren über sie viel Rohmaterial bezogen bzw. auch Fertigerzeugnisse an sie verkauften, konnten sie durchaus auf die Entscheidungen der Stadträte einen gewissen Einfluß ausüben. All das führte dazu, daß die Hammerherren gewisser Privilegien der herrschenden Klasse teilhaftig waren und deren Interessen vertraten.

Die Misere der Hammerschmiedegesellen

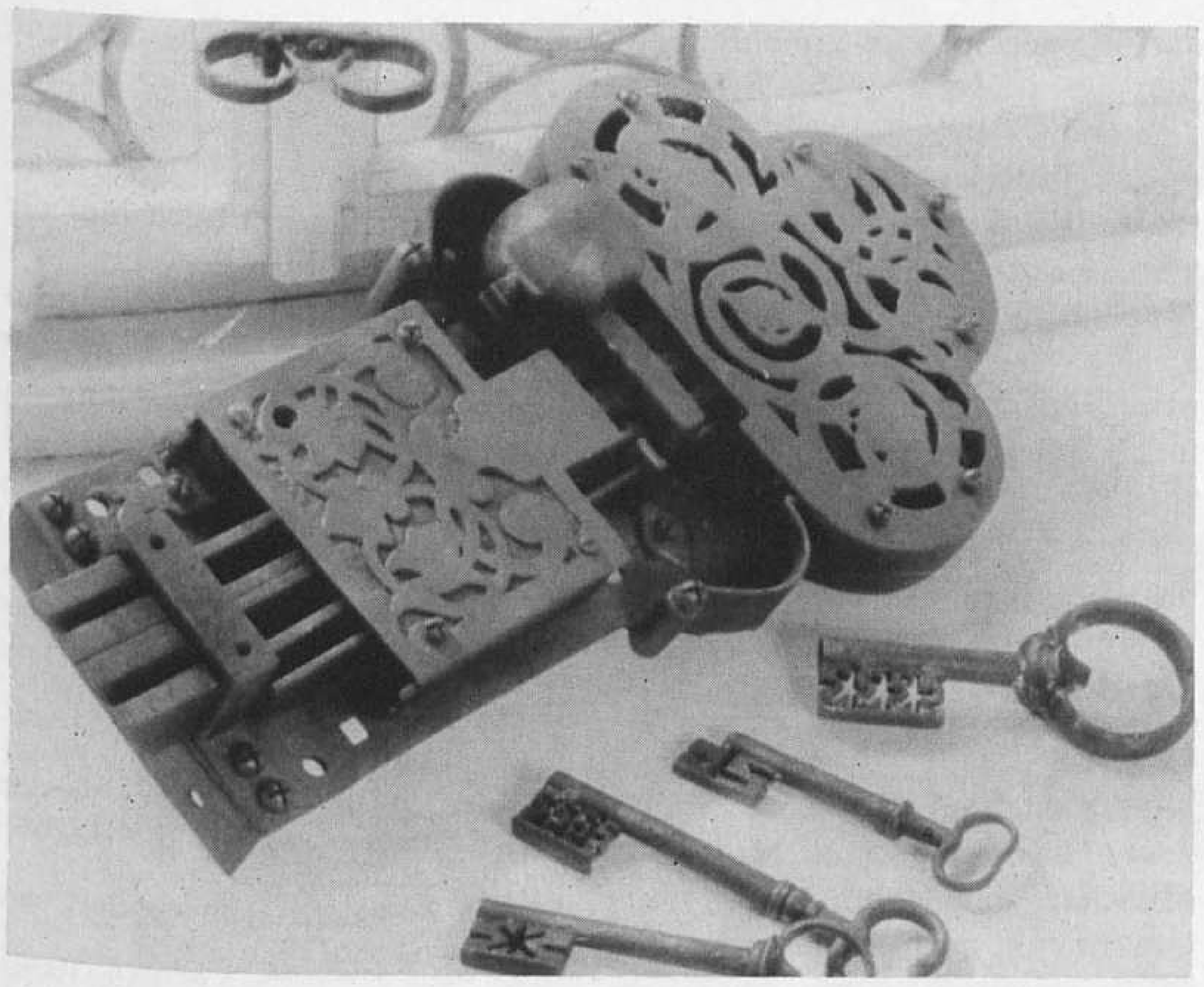
Betrachten wir nun das Leben der Menschen, die den Hammerherren zu Macht, Reichtum und Ansehen verhalfen: Ihre Arbeit von 12 bis 16 Stunden täglich war hart und gefahrvoll. Zehn Groschen bezahlte ihr Herr durchschnittlich für eine Woche schwerster Arbeit. Im Tagebuch 3, Seite 141, heißt es: »Christian Friedrich Helbig von Schwartzen-Bergk ist bei mir in Arbeit gestanden. Er bekömmt wöchentlich 10 Groschen. Am 22. Mai 1740 hat er angefangen zu arbeiten.«
Um den Wert dieser 10 Groschen deutlichzumachen, seien einige Lebensmittelpreise jener Zeit genannt:

1 Maß Graupen	3—7 Groschen
1 Maß Hirse	2,6 Groschen
1 Maß Grütze	1,2—2,6 Groschen
1 Viertel Roggenmehl	14,3—15,6 Groschen
1 Viertel Roggenkleie	3,6 Groschen
1 Ziegenkäse	1—1,6 Groschen
1 Schock Eier	10—17 Groschen

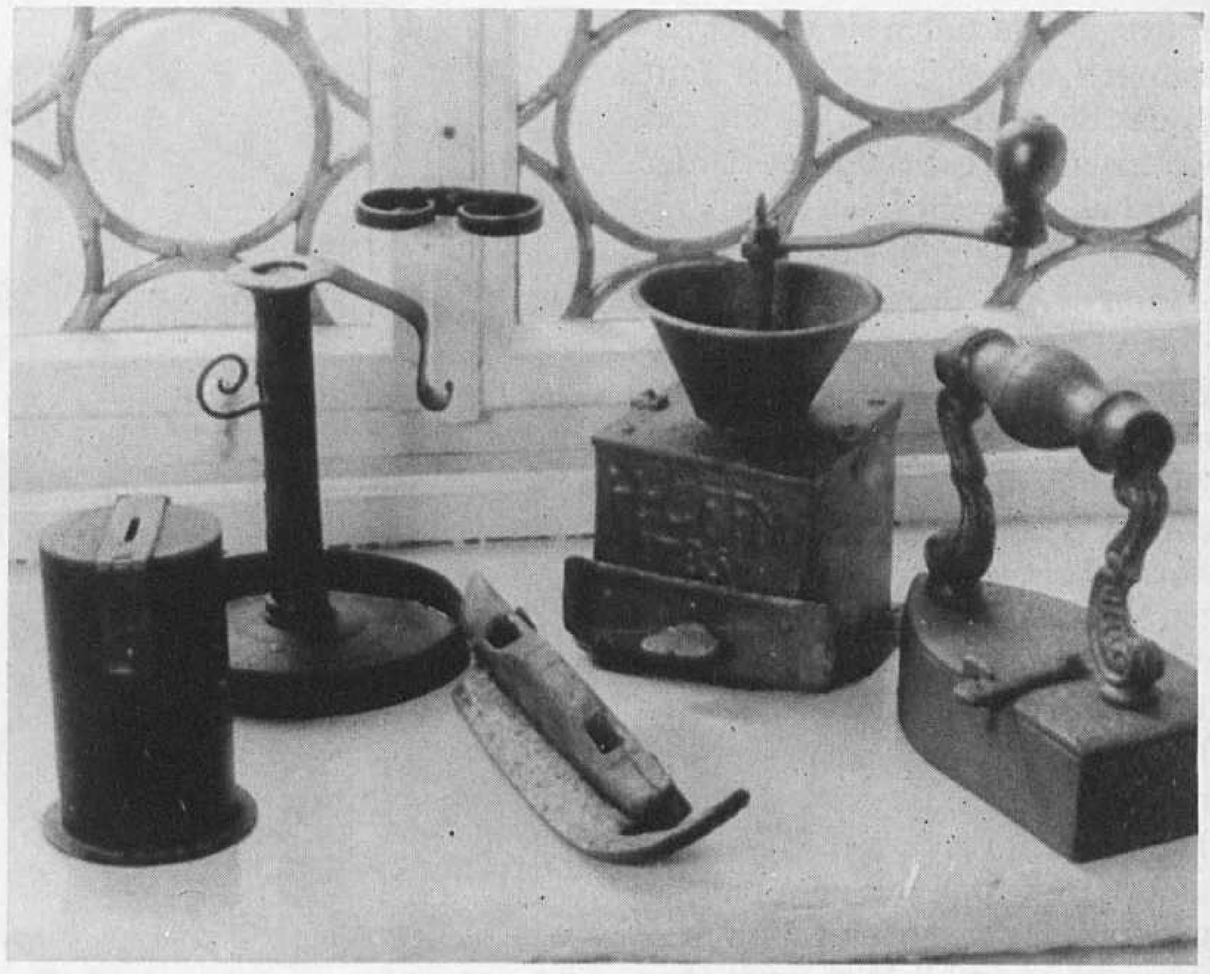
Die geringe Bezahlung — sie ließe sich an vielen weiteren Auszügen der Tagebücher immer wieder nachweisen — zeugt bereits von einer starken Ausbeutung. Sie war aber in Wirklichkeit noch schärfer, weil der Lohn oft auch in Naturalien entrichtet wurde und der Hammerherr hieraus ebenfalls Profit zog. Bei den Gesellen kam es immer wieder vor, für die sonst im Hammer Beschäftigten war diese Art der Entlohnung die Regel.
Der geringe Verdienst und die zunehmende Teuerung sowie Lohnausfälle bei Trockenheit oder bei Vereisung des Mühlgrabens steigerten das Elend der Hammergesellen. Ihre Herren taten nichts, um es zu mindern. Damit die Gesellen aber nicht etwa der Gemeinde Frohnau zur Last fielen, gestattete sie, wie es in einer Ratsakte vom Jahr 1816 heißt, den Schmiedegesellen bei Vorzeigen einer Legitimation »das Hausieren mit selbstgefertigten Waren«. Solches konnten eiserne Leuchter, Sparbüchsen, Hämmer, Schlittschuhe, Kaffeemühlen und ähnliches sein. Aus den Hammerakten ist zu entnehmen, daß auch das Material dafür beim Hammerherrn gekauft werden mußte.
Trotz der Ausdehnung des Besitzes und der zu dieser Zeit umfangreichen Aufträge schafften im Werk nur etwa 15 Personen:

»Schreckenberger« oder »Engelsgroschen«.

Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, daß die Größe der Anlage und der damit verbundene technologische Ablauf des Fertigungsprozesses höchstens 20 Beschäftigte zuließ. Zum andern wurden durch verstärkte Ausbeutung die anfallenden Aufgaben auch mit diesen wenigen Arbeitskräften bewältigt.



Schloß und Schlüssel mit geschmiedeten Bärten



Hausiererwaren

Eiserne Truhe mit Blindschloß und 9facher Verriegelung, in der die Dokumente gefunden wurden

Soweit die Hammergesellen ledig waren, wohnten sie in den kalten, feuchten und verräucherten oberen Räumen der Schmiede. Dafür mußten sie Wohngeld abgeben. Die verheirateten Gesellen hausten mit ihren meist kinderreichen Familien in kleinen, einräumigen Hütten. Unter solchen Bedingungen zwang die Not auch die Frauen, ja selbst schon die Kinder, zum Lebensunterhalt beizutragen. So finden wir Kinder als billige Arbeitskräfte im Bergbau oder zusammen mit ihren Müttern beim Klöppeln. Haben sich die Hammergesellen und ihre Familien nie zur Wehr gesetzt gegen diese Ausbeutung? Diese Frage können wir nicht beantworten, da darüber die bis heute bekannten Quellen nichts aussagen.

Die Technologie

Der Antrieb des Hammerwerkes erfolgt durch Wasserkraft. Sie war die typische Energiequelle dieser Zeit. Über zwei oberschlächtige Wasserräder wird die Anlage in Gang gesetzt. Das eine Wasserrad dient zum Antrieb der Blasebälge. Um es in Gang zu setzen, zieht man über ein Gestänge den Schieber im Wasserkasten. Das Wasser stürzt von oben auf das Wasserrad und versetzt es in eine Drehbewegung. Seine Kurbel treibt eine kurze Pleuelstange, die ein an einer Walze hängendes Gestänge in Bewegung setzt. Über eine zweite Walze werden die Blasebälge gehoben. Durch ihr

Eigengewicht fallen sie wieder zusammen und drücken dabei Luft in das Schmiedefeuer, in dem das Roheisen gefrischt wurde. (Unter Frischen versteht man das Entfernen unedler Legierungsbestandteile aus der Eisenlegierung durch Oxydation.)
Zum Schmieden dienen drei Hämmer, die in einem Stempelgerüst lagern. Parallel zu diesem liegt eine 320 Zentner schwere Hartholzwelle, die starr mit dem zweiten Wasserrad verbunden ist. Auf der Welle sitzen drei Nockenringe. Jeweils ein Nocken erfaßt den Hammerschwanz und drückt ihn nach unten. Dadurch wird der Hammerkopf gehoben. Um zu gewährleisten, daß der vom Nocken wieder freigegebene Hammerschwanz augenblicklich nach oben zurückschnellt, stößt er auf eine Stahlplatte. Der Hammerkopf fällt auf das zu schmiedende Material, und der Hammerschwanz wird mit Sicherheit vom nächsten Nocken erfaßt. Die Schlagfolge hängt also von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle ab. Sie wird durch die Wasserzufuhr geregelt.
Die drei Hämmer haben ein Gewicht von 100, 200 und 300 Kilopond. Die Schlagenergie entspricht etwa 1250, 2500 und 3750 mkg/Schlag. Das im Schmiedefeuer gefrischte Eisen kann so unter den Hämmern gezaint, das heißt gestreckt, werden. Nach dieser Vorbereitung unter den großen Schwanzhämmern wird das Eisen von Hand auf dem Amboß weiterverarbeitet.

Die Produktion

Die Aufzeichnungen der Hammerherren aus der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts weisen aus, daß jährlich etwa 40 % der Produktion in die Bergwerke, Schwefelhütten, Vitriol-, Alaun- und Blaufarbenwerke der Umgebung gingen. Weitere 40 % bezog der sächsische Hof in Dresden, während mit den restlichen 20 % die Land- und Forstwirtschaft in der Gegend beliefert wurde.
Für die Bergwerke stellte man Schlegel, Keile, Bohrer, Gußlöffel und anderes Gerät her. Außerdem wurden alle Eisenarbeiten an Haspeln, Göpeln und sonstigen maschinellen Anlagen der damaligen Zeit durchgeführt. Auch Beschläge für Grubenhunte wurden angefertigt. Dresden bezog Hunderte von Lafettenbeschlägen, Geschützlagerungen, Pfannenstücken und Protznägeln. Aber auch Glokkenklöppel, Teile für Turmuhren, Schrauben und Räder wurden bestellt. Für die Land- und Forstwirtschaft produzierte das Werk schließlich Sensen, Radbereifungen, Hemmschuhe, Pflugscharen, Beile, Sägeblätter und Äxte.

Ziergitter

Unter den Hammergesellen gab es auch meisterhafte Kunstschmiede. Das beweisen Eintragungen über »mühevolle Arbeiten«. Das wahrscheinlich Wertvollste stellen ein getriebener Rosenzweig und ein Zier- und Kamingitter dar, Zeugnis davon geben aber auch Schlösser und Schlüssel mit kunstvoll geschmiedeten Bärten, Türbänder, Wetterfahnen und eiserne Truhen mit mehrfachen Verriegelungen (ähnlich jener, in der die Aufzeichnungen entdeckt wurden). Die Namen dieser Schmiede sind unbekannt geblieben, denn die Feudalherren und das sich langsam entwickelnde Bürgertum legten auf das Kunstschaffen nur insofern Wert, als es ihnen zur Kapitalanlage und zur Repräsentation diente.

Der Niedergang

Mit der schnellen Entwicklung der Industrie konnte der Hammer nicht Schritt halten. Die völlig veraltete Technologie, die unrentable Nutzung der Wasserkraft über das Wasserrad, der zunehmende Mangel an Holz für das Schmiedefeuer, das Versiegen der Erze, die ungünstige Verkehrslage, die starke Konkurrenz der Hüttenwerke, kurz, das Zurückbleiben der Produktivkräfte und die Änderung der Produktionsverhältnisse führten dazu, daß der Hammer nach und nach zur Dorfschmiede herabsank. Im Jahr 1904 mußte die Produktion eingestellt werden.

Denkmal der Produktionsgeschichte

Als Anfang der 20er Jahre Mitarbeiter des Deutschen Museums München das Hammerwerk zur Umsetzung nach München aufkaufen wollten, wurden sich die Frohnauer und Annaberger Bürger seines Wertes bewußt. Sie gründeten einen »Hammerbund«, der die Erhaltung der Anlage an Ort und Stelle möglich machte. So blieb uns der Hammer — einer von wenigen — als Denkmal erhalten.
Beschädigt im Zweiten Weltkrieg, bestand die Gefahr, daß der Hammer verfallen würde. Daher stellte die Regierung der DDR im Jahre 1952 weit über 100 000 Mark zur Sicherung und Restaurierung und dann jährlich weitere 20 000 Mark zur ständigen Erhaltung des Hammerwerkes zur Verfügung. 1953 entstand eine museal genutzte Schauanlage. In Funktion vorgeführt, gibt sie uns Einblick in eine Zeit, in der einfache Menschen Einrichtungen schufen, die noch heute unsere Achtung und Bewunderung hervorrufen. Sie gibt uns Auskunft über die Schöpferkraft und das Können vergangener Jahrhunderte. Sie vermittelt Kenntnisse von der Technologie eines Hammerwerkes, seiner Produktion und seiner Produktionsverhältnisse. Dem Besucher wird deutlich, wie es die Hammerherren verstanden, die Schmiedegesellen so stark auszubeuten, daß sie mit ihren Familien in bitterster Not leben mußten, obwohl sie mit ihrer Hände Arbeit den Reichtum der Hammerherren schufen.
Bei aller Verachtung dieser Zustände müssen wir jedoch bedenken, daß dadurch ein Teil unserer Geschichte repräsentiert wird, nämlich die sich in Deutschland allmählich entwickelnden kapitalistischen Verhältnisse. Sie bildeten die Voraussetzung dafür, daß im 19. Jahrhundert auch hier die industrielle Revolution und damit der Anschluß an die industrielle Entwicklung der anderen europäischen Länder gefunden werden konnte.

Literatur

Heimatschutz Mitteilungen, herausgegeben vom Landesverein Sächsischer Heimatschutz, Dresden 1904, Heft 4, S. 136, Dresden 1922, Heft 1/3, S. 30.
Sieber, Siegfried: Der Frohnauer Hammer als Denkmal erzgebirgischer Eisenindustrie, in Mitteilungen des Vereins Sächsischer Heimatschutz, XXVII, Dresden 1938, S. 1—29.
Meinel: Frohnauer Hammer einst und jetzt, Annaberg 1959.
Piltz, Albert: Über das Leben der Hammerschmiedsgesellen und Hammerherren des Frohnauer Hammers, in »Kultur und Heimat«, Annaberg-Buchholz 1961, Oktoberheft, S. 141 ff.
Schiffner, Carl und Gräbner, Werner: Alte Hütten und Hämmer in Sachsen, in »Freiberger Forschungshefte« der Bergakademie Freiberg 1960, Reihe D 14, S. 169—176.
Technische Denkmale in der DDR, Herausgeber: Kulturbund der DDR, Zentrale Kommission Natur und Heimat, Zentraler Fachausschuß Denkmalpflege, Berlin 1973, S. 13, 23, 133/34.

Seminar zur Industriearchäologie

Am 19./20. Oktober 1978 veranstaltet das Deutsche Museum mit dem Verein zur Förderung der Industriearchäologie, München, ein Seminar zu Problemen der Pflege technischer Kulturdenkmale mit Referaten, Erfahrungsaustausch und Exkursion. Unter der Schirmherrschaft des bayerischen Staatsministers für Wirtschaft und Verkehr, Anton Jaumann, mit Ansprachen des Leiters des Landesdenkmalamtes, Generalkonservator Dr. Michael Petzet, und des englischen Technikhistorikers Professor R. A. Buchanan wird zu Beginn des Seminars eine Sonderausstellung im Ehrensaal des Deutschen Museums eröffnet, die Objekte der Industriearchäologie in München dokumentiert.

Bei der Energieeinsparung ist unseren Technikern der große Wurf gelungen:

Mit der Gaswärmepumpe braucht man 50% weniger Energie.

Als Energie-Unternehmen, das für die Erdgasversorgung von Millionen Verbrauchern in Haushalten, Gewerbe und Industrie verantwortlich ist, nehmen wir die Energieeinsparung besonders ernst. Darum beschäftigen wir uns intensiv mit energiesparender Technologie. Ein Ergebnis unserer Bemühungen ist die Gaswärmepumpe. Sie verbraucht 50% weniger Energie als konventionelle Heizsysteme.

Die Gaswärmepumpe nutzt die in der Außenluft, dem Wasser und dem Erdreich vorhandene Umweltenergie niedrigerer Temperatur und pumpt diese auf ein für die Raumheizung und Warmwasserbereitung geeignetes Temperaturniveau.

Im Gegensatz zu anderen Wärmepumpensystemen deckt die gasbetriebene Wärmepumpe den gesamten Wärmebedarf des Verbrauchers auch bei Tiefsttemperaturen.

Die Gaswärmepumpe macht mehr aus Energie. Schon heute zum Beispiel in größeren Gebäudekomplexen und Freibädern. Wir von der Ruhrgas freuen uns, damit einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung leisten zu können.

Wir sorgen für Erdgas

RuhrGas

Ich möchte mehr über Ihre Arbeit zur Energieeinsparung wissen. Bitte senden Sie mir weiteres Informationsmaterial.
Ruhrgas AG · Postfach 28 · 4300 Essen 1

Name _____

Straße _____

Wohnort ( ) _____

Roland Häfner

Der makabre

». . . Dieser ›mechanische Trompeter‹, der ganz das Wesen einer Figur aus Hoffmanns Phantasiestükken hat, schlug . . . als ob ihm eine dämonische Seele inne wohne, die sich für ihre Bannung in Zahn- und

Trompeter-Automat von Friedrich Kaufmann, Dresden 1810. Er spielt zur Zeit sehr unvollkommen, die Restaurierung ist vorgesehen. (Inv.-Nr. 4423)

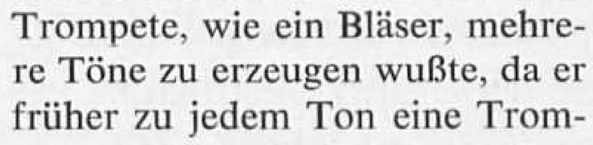
Der Musiker und die Akustiker

Carl Maria von Weber, der nachmals berühmte Komponist des Freischütz, hielt sich im Jahre 1811 von März bis August in München auf. Er wollte hier seine musikalischen Kenntnisse vertiefen, sein Klavierspiel weiter vervollkommnen und mit Hilfe maßgebender Kreise die Aufführung der einen oder anderen seiner Opern erreichen. Bei einem Ausflug nach Nymphenburg lernte er die seinerzeit »bedeutenden und tiefdenkenden Akustiker Kaufmann und Sohn aus Dresden« kennen, die »ihr neu erfundenes Harmonichord vor dem Könige gespielt hatten«[1]. C. M. von Weber phantasierte auf diesem Instrument, wovon die beiden Herren Kaufmann — Johann Gottfried, der Vater, und Friedrich, der Sohn — so begeistert waren, daß sie ihn aufforderten, doch ein »Piece« dafür zu schreiben. So entstanden aus dieser Begegnung ein Adagio und ein Rondo für Harmonichord (und Orchester), das, halb Harmonium und halb Saiteninstrument, Weber »ein Geschwisterkind des Harmoniums« nannte. Diese Komposition[2] war dann auf den späteren Reisen der Kaufmanns bis zum Jahre 1840 ein Paradestück. Webers Sohn Max, später sein ausgezeichneter Biograph, erwähnt in diesem Zusammenhang, daß die Firma Kaufmann (zu Vater und Sohn kam noch der Enkel hinzu) bis zum Jahre 1863 schon über 3000 Harmonichorde angefertigt und verkauft habe.

Trompetet der Trompeter?

Nachdem C. M. von Weber zum zweiten Mal mit Friedrich Kaufmann in Dresden zusammengekommen war, schrieb er für die Gothaer »Zeitung für die elegante Welt« einen eingehenden Artikel über dessen kunstvoll verfertigten Androiden mit dem Titel »Über: Der Trompeter. Neue Maschine des Mechanikers Friedrich Kaufmann in Dresden«[3]. Für das Verständnis des Folgenden ein Teil davon:

»Der Mechanikus Mälzel in Wien ist bekanntlich der erste Erfinder der Vorrichtung, welche die natürliche embouchure (Lippenansatz des Bläsers, d. Verf.) des Menschen nachahmt. Er bereichert dadurch die Orgel und ähnliche Werke bedeutend, die sich bis dahin nur mit Pfeifen-Registern, die der Trompete Ton ähneln, behelfen mußten. Später vervollkommnete er seine Erfindung so weit, daß er durch diese künstliche embouchure auch auf einer Trompete, wie ein Bläser, mehrere Töne zu erzeugen wußte, da er früher zu jedem Ton eine Trompete nöthig hatte. Auf diesem Wege ist nun Herr Kaufmann weiter geschritten, und hat einen künstlichen Trompeter verfertigt, der die Mälzelschen in jeder Hinsicht weit übertrifft. Referent hatte während seines Aufenthaltes in Dresden Gelegenheit, diese Maschine noch unvollendet auf dem Schraubstocke zu sehen und zu hören. Sie war aller Bekleidung beraubt und jede Täuschung durch verborgene Mittel mußte daher wegfallen. Die höchst einfache, compendiöse Maschine blies auf einer ihr angesetzten Trompete (welche Referent mehrere Male wechselte, um Vergleiche zu machen) mit vollkommen schönem, gleichen Ton und fer-



tigen Zungenschlag die Töne in verschiedenen Aufzügen, Fanfaren etc. Schon hierbei sind die Töne A und H bei Mälzel nicht zu finden. Aber noch interessanter und an das Unbegreifliche grenzend ist das Hervorbringen von Doppeltönen in der gleichen Stärke und Reinheit. Referent war sehr überrascht, als er nach einigen einstimmigen Sätzen auf einmal ein paar muntere Stückchen in Oktaven, Quinten und einen sehr schönen Doppeltriller auf F/D zu hören bekam.«

Es mag uns heute verwunderlich erscheinen, daß Weber annahm, es habe sich bei den Automaten von Mälzel und Kaufmann um eine der natürlichen nachgeahmte künstliche Embouchure gehandelt. Zwar fand er die Leistung des mechanischen Trompeters von Kaufmann höchst merkwürdig und ganz gegen die Theorie und Praxis der Tonerzeugung auf Naturblasinstrumenten, mit denen er — Ventiltrompeten und -hörner waren noch nicht erfunden — als Orchesterkomponist und Dirigent doch wohlvertraut war. Aber mißtrauisch schien ihn das Ganze doch nicht gemacht zu haben.

Die »gespenstische That«

In Webers Biographie[4] erzählt sein Sohn Max, der Eisenbahningenieur in sächsischen Diensten war, noch eine merkwürdige Geschichte mit makaberem Ausgang: »Dieser ›mechanische Trompeter‹, der ganz das Wesen einer Figur aus Hoffmanns Phantasiestücken hat, schlug in demselben Jahre, als ob ihm eine dämonische Seele inne wohne, die sich für ihre Bannung in Zahn- und Räderwerk rächen wollte, seinen Meister mit der Trompete, die er zu unrechter Zeit absetzte, wüthend an den Schädel, streckte ihn bewußtlos nieder und verletzte ihm ein Auge so, daß er für immer blind auf demselben blieb. Diese gespenstische That umgab für Weber den ›Trompeter‹ mit einem ganz eigenen Nimbus von

Android...

Räderwerk rächen wollte, seinen Meister mit der Trompete wüthend an den Schädel, streckte ihn bewußtlos nieder und verletzte ihm ein Auge so, daß er für immer blind auf demselben blieb ...«

Geheimnisvollem und Weber pflegte den Vorgang immer mit einer gewissen Zurückhaltung zu erzählen.«

Dem Geheimnis näher

Nach der Münchner Musikautomaten-Ausstellung im Jahr 1854 präsentierte die Familie Kaufmann ihre Werke auch im sogenannten Akustischen Kabinett ihrer Heimatstadt Dresden. Ein Besucher, Heinrich Gottwald aus Hohenelbe, ließ sich von Friedrich Theodor Kaufmann, dem Jüngsten der Akustikerfamilie, den »künstlichen Trompeter« vorführen[5]. Kaufmann erklärte dazu: »Durch dieses mechanische Kunstwerk ist der Beweis hergestellt, daß auf den Naturinstrumenten — wenn anders der Bläser sich die Fertigkeit aneignet, die Lippen durch ungleichmäßigen Druck gleichzeitig in verschiedene Schwingungen zu bringen — erstens mehrere Töne zu gleicher Zeit, sowie zweitens außer den eigentlichen Naturtönen — durch verschiedene Lippenstellung — andere, diatonische und chromatische, geblasen werden können.«
Gottwald, selbst ein praktizierender Bläser und Kenner der physikalischen Vorgänge des Blasens auf Naturinstrumenten, überkamen bei der Vorführung Zweifel. Vollends verblüfft war er, als der Trompeter nach Sinken des Armes samt der Trompete »seine zweistimmigen Sätzchen und diatonischen Skalen mit ausgesuchter Bosheit ebenso vortrefflich, als früher mit der Trompete« blies. Es entwickelte sich nun ein höflicher, aber erbitterter Streit mit Artikeln und Gegenartikeln. Kaufmann lüftete dann in seiner ersten Erwiderung zum Teil das Geheimnis. Er gab zu, daß »die Trompete nur an ein klein wenig vor der Maske vorstehendes Trompetenrohr angesetzt ist. Daß er dann auch ohne Trompete noch Töne hervorgebracht hat, ist ebenso natürlich, da die durch sehr zusammengesetzten Mechanismus nachgeahmten Lippen (nebst der Vorrichtung, dieselben mehr oder weniger zu spannen), ferner das Mundstück und das etwa drei Zoll lange oberste Stück der Trompete im Innern des Kopfes des Automaten fest ist, und er daher, wenn die Trompete nicht oder nicht luftdicht angesetzt ist, auf dem Mundstück und einem Stück Trompetenrohr bläst. Diese so hervorgebrachten Töne sind aber keineswegs Trompetentöne, sondern denen zu vergleichen, welche z. B. der Oboebläser auf dem Rohre ohne Instrument und der Trompetenbläser auf dem bloßen Mundstück hervorbringen kann«. Gottwald bekräftigte darauf seine Ansicht, »daß der Trompeter-Automat des Hrn. Kaufmann auf Täuschung beruhe«. Er kam damit der Wahrheit zwar nahe, erkannte sie aber doch nicht voll. Er forderte eine Prüfung, bei der er »durchaus keine Kenntnisnahme des inneren Mechanismus« verlangte, und zwar mit drei von ihm zu bestimmenden Experimenten, »welche dem Automaten nicht den geringsten Schaden zufügen werden — die aber einstweilen mein Geheimnis bleiben«. Nun, es kam offenbar nie zu dieser Prüfung und damit auch zu keiner Klärung.

Trompetergenossen

Johann Nepomuk Mälzel (geb. 1772 in Regensburg, gestorben auf der Überfahrt von Guapra nach Philadelphia), Freund Beethovens und umstrittener Erfinder des Metronoms, hatte wie eingangs erwähnt bereits im Jahre 1808 den ersten automatischen Trompeter gebaut. Mälzels jüngerer Bruder Leonhard in Wien soll einem solchen Automaten sein Leben verdanken[6]. 1848, im Jahr der politischen Wirren, umzingelten Revolutionäre — da er als ihnen feindlich gesinnt galt — sein Haus. In höchster Gefahr stellte er seinen Trompeter in der Uniform eines k. k. Kürassiers an das offene Fenster und ließ ihn Kavalleriesignale blasen; darauf ließ die Menge, in der Meinung, im Hause läge eine Schwadron, von der Belagerung ab.
Verwunderliches wird auch von einem Doppelautomaten des Uhrmachers Peter Heinrich aus dem Jahre 1817 berichtet: Er habe in Lebensgröße auf einem Pferd sitzend, im Schritt und Trab zehn verschiedene Fanfarenmelodien von sich gegeben, je nachdem, welche bestimmte Körperstelle gedrückt worden war.

Zapfenstreich

Wer heute den Saal mit den Musikautomaten im Deutschen Museum betritt, wird — wenn er den Trompeter in seiner Glasvitrine von vorne kommend sieht — im ersten Augenblick wie gebannt stehenbleiben. In seiner altspanischen Tracht, mit dem flotten Knebelbärtchen und den stark ausgezogenen Augenbrauen könnte er dem Automatenkabinett des Spalanzani und des Coppelius aus dem ersten Akt der Oper »Hoffmanns Erzählungen« entstammen. Wie aber kam er, dessen Schild an der Vitrine ihn als »Trompeter-Automat von Friedrich Kaufmann. Dresden 1810« ausweist, ins Deutsche Museum? Im Herbst 1906 wurde er in den eben eröffneten provisorischen Sammlungen im Gebäude des heutigen Völkerkundemuseums aufgestellt, zusammen mit dem 1805 von Johann Gottfried Kaufmann erbauten Bellonion mit 24 Trompeten und zwei Pauken und dem Militär-Orchestrion[7] von Friedrich Theodor Kaufmann. Bei näherem Hinschauen wirkt allerdings der zur Hälfte freigelegte Oberkörper zunächst etwas desillusionierend. So sieht man die beiden leicht konischen Seiltrommeln mit den Federgehäusen; weiter die zwei Blasebälge für die notwendige Lufterzeugung, passenderweise ungefähr an der Stelle der Lungen; und dann die für fast alle Automaten typische Stiftwalze für die Steuerung des Rhythmus der gespielten Musik und die Steuerungshebel für die Ventile der — und dies ist die Lösung des Geheimnisses — zwei sich drehenden Revolvertrommeln mit zweimal sechs Röhren mit aufschlagenden Zungen! Hier war Gottwald seinerzeit dem Prinzip der Tonerzeugung nahegekommen, indem er von dem »Klang einer Kindertrompete« sprach, die ja nach diesem Prinzip funktioniert. Daß das Mundstück der Trompete an den Lippen des Trompeters angesetzt ist, erzeugt also nur eine optische, aber keine akustische Wirkung. Auch der Mälzelsche Automat erzeugte seine Töne nach diesem Prinzip.
Die Firma Faust, als Nachfolger von »F. Kaufmann & Söhne«, hatte die genannten drei Automaten dem Museum seinerzeit zur Ansicht übersandt. Oskar von Miller schrieb an Faust: »Die Aufstellung in unserem Museum würde nach Ihrem freundlichen Anerbieten vom 24. 8. 1904 ohne gegenseitige Verpflichtung auf die Dauer eines Jahres erfolgen. Bei Nichteinkauf Rücksendung auf unsere Kosten.« Nach dem Briefwechsel zwischen Emil Faust und dem Museum ist mit großer Sicherheit zu schließen, daß es sich bei dem »künstlichen Trompeter« aus dem Deutschen Museum um den gleichen handelt, den seinerzeit C. M. von Weber in Dresden »auf dem Schraubstocke« gesehen und gehört hatte.

Literatur
[1] Max Maria von Weber, Carl Maria von Weber. Ein Lebensbild. Leipzig 1864, Bd. 1, S. 270/271
[2] Nr. 15 op. posth.
[3] M. M. von Weber, Bd. 3, S. 65 ff.
[4] M. M. von Weber, Bd. 1, S. 390
[5] Neue Zeitschrift für Musik, Leipzig 1857, Bd. 46, SS. 47/48, 67/68, 108—110, 138/139, 181
[6] A. Buchner, Vom Glockenspiel zum Pianola. Prag 1959, S. 55/56
[7] Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte. 31. Jahrg., 1963, Heft 2

...sein

Otto Krätz

Spiegelbild in der Literatur..

Wer den Trompeter in altspanischer Tracht in seiner Glasvitrine von vorne kommend sieht, könnte ihn für eine Figur aus dem Automatenkabinett des Spalanzani und des Coppelius aus dem ersten Akt der Oper »Hoffmanns Erzählungen« halten ... Diese Behauptung gab Anlaß, in der Literatur nachzuforschen.

»Die Automate«

»Mir sind, alle solche Figuren, die dem Menschen nicht sowohl nachgebildet sind, als das Menschliche nachäffen, diese wahren Standbilder eines lebendigen Todes oder eines toten Lebens, im höchsten Grade zuwider ... Mit Macbeth' Worten möchte ich rufen: Was starrst du mich an mit Augen ohne Sehkraft ... Vollends sind mir durch die Mechanik nachgeahmten menschliche Bewegungen toter Figuren sehr fatal ...«

Diese Worte legte der romantische Dichter E.T.A. Hoffmann (1776—1822) einer seiner Gestalten in dem Fragment »Die Automate« in den Mund. In dieser Geschichte wird ein als Türke verkleideter Automat vorgestellt, der auf Fragen des Publikums mit geheimnisvollen Orakeln antwortet. Man nimmt an, daß sein Vorbild der schachspielende Türke des Mechanikers Wolfgang von Kempelen (1734—1815) war, dessen Beschreibung Hoffmann aus der Literatur kannte (Wieglebs »Magie«). Hoffmann hatte bestimmt auch den Roman »Titan« gelesen, in dem Jean Paul die musikerzeugenden Uhren mit automatischen Spielwerken der Erbauerfamilie Kaufmann rühmlichst erwähnt.

Am 10. Oktober 1813, es war ein Sonntag, besuchte er schließlich selbst die beiden berühmten Mechaniker J.G. Kaufmann (1752 bis 1818) und F. Kaufmann (1785 bis 1866). In der Werkstatt wies man ihn auf einen Trompetenspieler hin (auf jenen, der heute im Deutschen Museum steht) und auf eine klavierspielende Figur. Beide mußten den Empfindsamen tief beeindruckt haben. Daß ihm das leichenähnliche dieser Gestalten besonders auffiel, mag an den Zeitumständen gelegen haben, denn es tobten damals schwere Kämpfe zwischen den Napoleonischen Truppen und den alliierten Preußen und Russen um Dresden. Hoffmann, der als Dirigent der Wanderbühne Joseph Secondas angehörte, erlebte den Krieg aus nächster Nähe. So heißt es einen Tag danach, am 11. Oktober, in seinem Tagebuch: »... 4 Uhr hub eine Kanonade an ...« Der Anblick Tausender von Toten und Sterbenden inspirierte ihn zu seiner »Vision auf dem Schlachtfelde zu Dresden«, die er im Dezember 1813 niederschrieb.

In den »Automaten«, die Hoffmann zwischen dem 5. und 16. Januar 1814 verfaßte, folgt nun eine allgemeine Betrachtung mechanisch erzeugter Musik. Er brachte ihr, selbst ja komponierend und dirigierend, offenbar wenig Begeisterung entgegen. So liest man: »... Durch Ventile, Springfedern, Hebel, Walzen und was noch alles zu dem mechanischen Apparat gehören mag, musikalisch wirken zu wollen, ist der unsinnige Versuch, die Mittel allein das vollbringen zu lassen, was sie nur durch die innere Kraft des Gemüts belebt und von derselben in ihrer geringsten Bewegung geregelt, ausführen können ...«

Trotz der musikalischen Vorbehalte setzte Hoffmann seinem Besuch in der Kaufmannschen Werkstatt in den »Automate« ein eindrucksvolles, wenn auch etwas übersteigertes Denkmal: »... In der Mitte stand auf einer Erhöhung ein großer Flügel, neben demselben rechts eine lebensgroße männliche Figur mit einer Flöte in der Hand, links saß eine weibliche Figur vor einem klavierähnlichen Instrumente, hinter derselben zwei Knaben mit einer großen Trommel und einem Triangel. Im Hintergrunde erblickten die Freunde das ihnen schon bekannte Orchestrion und rings an den Wänden umher mehrere Spieluhren. Der Professor ging nur flüchtig an dem Orchestrion und den Spieluhren vorüber, und berührte kaum merklich die Automate; dann setzte er sich aber an den Flügel und fing pianissimo ein marschmäßiges Andante an; bei der Reprise setzte der Flötenspieler seine Flöte an den Mund und spielte das Thema, nun paukte der Knabe ganz richtig im Takte ganz leise auf der Trommel, indem der andere einen Triangel kaum hörbar berührte. Bald darauf fiel das Frauenzimmer mit vollgriffigen Akkorden ein, indem sie durch das Niederdrücken der Tasten einen harmonikaähnlichen Ton hervorbrachte! Aber nun wurde es immer reger und lebendiger im ganzen Saal, die Spieluhren fielen nacheinander mit der größten rhythmischen Genauigkeit ein, der Knabe schlug immer stärker seine Trommel, der Triangel gellte durchs Zimmer und zuletzt trompetete und paukte das Orchestrion im Fortissimo dazu, daß alles zitterte und bebte, bis der Professor auf einen Schlag im Schlußakkord endete ...«

Die Literaturgeschichtsschreibung ist sich darüber einig, daß hinter dem klavierspielenden Orchesterleiter, dessen Name mit einem schlichten B. abgekürzt ist, sich der Helmstedter Professor für Medizin und Physik Gottfried Christoph Beireis (1730—1809) verbirgt. Obwohl Hoffmann in seinen »Automate« eine Reihe von Kaufmannschen Instrumenten beschreibt, die er in der Werkstatt gesehen und gehört hatte, erwähnt er keinen automatischen Trompetenbläser, der ebenfalls dort gestanden haben mußte, sondern vielmehr einen Flötenspieler des Professor Beireis, den er nur vom Hörensagen kannte!

Beireis, der eine sehr seltsame Erscheinung gewesen sein mußte, lebte aus geheimnisvollen Quellen in beträchtlichem Wohlstand und hatte für seine Privatsammlung auch jene beiden berühmten Automaten erworben, die einst von Jacques de Vaucanson (1709 bis 1782), Inspekteur der französischen Seidenmanufakturen, konstruiert und gebaut worden waren: einmal den schon genannten Flötenspieler, der als Ahnherr aller menschenähnlichen Musikautomaten in die Geschichte eingehen sollte, und eine körnerfressende und -verdauende mechanische Ente. (Vaucanson hatte sich jahrzehntelang mit den Problemen des Automatenbaues beschäftigt und war der Frage nachgegangen, wie man Maschinen herstellen könne, die gewissermaßen über ein Gedächtnis verfügen. Im technischen Bereich gelang es ihm, eine Seidenspinnmaschine zu konstruieren und den ersten mechanischen Webstuhl, der gemusterte Seidenbänder weben konnte. Vaucansons Schüler Joseph-Marie Jacquard [1752 bis 1834] erfand, ausgehend von diesem Webstuhl, im Jahr 1805 die Jacquardmaschine, einen mechanischen Webstuhl zum Weben großflächiger Muster, der durch Lochkarten gesteuert wurde.)

»Der Sandmann«

Ein Zufall wollte es, daß der Kaufmannsche Trompeter heute im Deutschen Museum vor dem Eingang zum alchemistischen Laboratorium zu stehen kam. Und seltsamerweise muß man sagen, gerade da gehört er auch hin: Denn in den Jahren um 1800 war die Alchemie noch einmal als eine Art Privatvergnügen aufgeflammt, und viele versuchten am häuslichen Herd den Stein der Weisen herzustellen. Leider erfreuten sich damals in der Chemie die Verbindungen der Knallsäure großer Beliebtheit, und es konnte schon so

folgenschwer zugehen, wie es Hoffmann schildert. In seiner zweiten Automatengeschichte »Der Sandmann« beschreibt er den Untergang eines Hobby-Alchemisten: Der junge Nathaniel fürchtet sich vor der Sagengestalt des Sandmanns, der angeblich den Kindern die Augen ausreißt, und versteckt sich hinter der Gardine in seines Vaters Wohnzimmer. Der »Sandmann« entpuppt sich als Advokat Coppelius, der allerdings gräßlich anzuschauen ist: »... Denke Dir einen großen breitschultrigen Mann mit einem unförmig dicken Kopf, erdgelbem Gesicht, buschigen, grauen Augenbrauen, unter denen ein Paar grüne Katzenaugen stechend hervorfunkeln, großer, starker, über die Oberlippe gezogener Nase ... Coppelius erschien immer in einem altmodisch zugeschnittenen, aschgrauen Rocke, ebensolcher Weste und gleichen Beinkleidern, aber dazu schwarze Strümpfe und Schuhe mit kleinen Steinschnallen. Die kleine Perücke reichte kaum bis über den Kopfwirbel heraus, die Kleblocken standen hoch über den großen roten Ohren und ein breiter verschlossener Haarbeutel starrte von dem Nacken weg, so daß man die silberne Schnalle sah, die die gefältelte Halsbinde schloß. Die Figur war überhaupt widrig und abscheulich ...«

Nathaniels Vater experimentiert nun zusammen mit Coppelius: »... ›Auf zum Werk‹, rief dieser mit heiserer, schnarrender Stimme und warf den Rock ab ... beide kleideten sich in lange schwarze Kittel. Der Vater öffnete die Flügelthür eines Wandschrankes; aber ich sah, daß das, was ich so lange dafür gehalten, kein Wandschrank, sondern vielmehr eine schwarze Höhlung war, in der ein kleiner Herd stand. Coppelius trat hinzu und eine blaue Flamme knisterte auf dem Herde empor ... Coppelius schwang die gluthrote Zange und holte damit hellblinkende Massen aus dem dicken Qualm, die er dann emsig hämmerte ...«

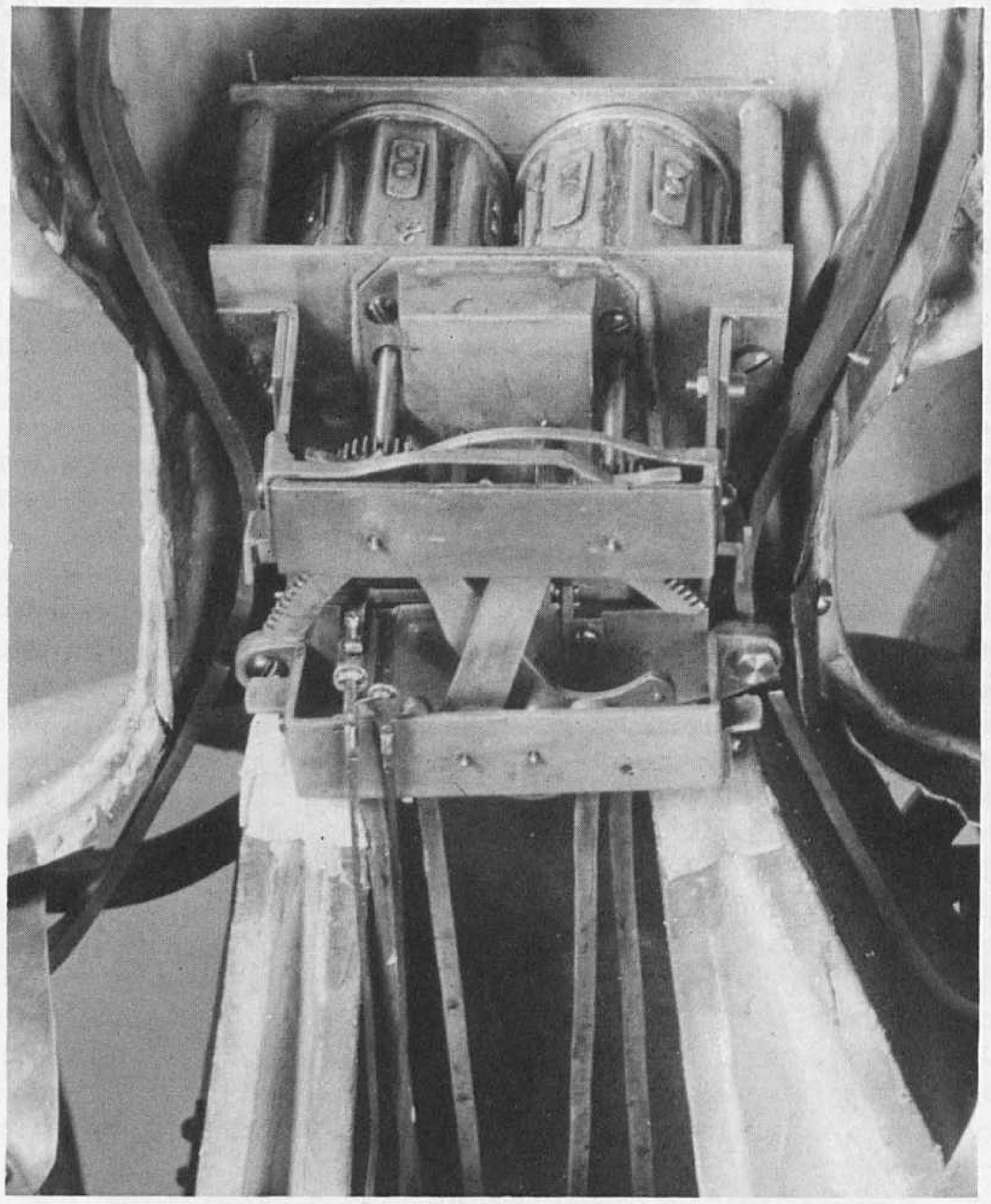
Nathaniel wird entdeckt und darf daher beim nächsten Mal nicht zusehen: »... Es mochte wohl schon Mitternacht sein, als ein entsetzlicher Schlag geschah, wie wenn ein Geschütz losgefeuert würde. Das ganze Haus erdröhnte, es rasselte und rauschte bei meiner Thüre vorüber, die Hausthüre wurde klirrend zugeworfen. ›Das ist Coppelius!‹, rief ich entsetzt und sprang aus dem Bette. Da kreischte es auf in schneidendem trostlosen Jammer, fort stürzte ich nach des Vaters Zimmer, die Thür stand offen, erstickender Dampf quoll mir entgegen. Vor dem dampfenden Herd auf dem Boden lag mein Vater tot mit schwarz verbranntem gräßlich verzerrten Gesicht ...«

Doch auch Nathaniel, obwohl er den Tod seines Vaters rächen will, wird von Coppelius, der sich ihm in Gestalt eines Wetterglashändlers wieder naht, ins Verderben gestürzt. Er verkauft ihm jene verhängnisvolle Brille, mit deren Hilfe Nathaniel die aufziehbare Puppe Olympia des Professors Spalanzani für ein lebendes Wesen hält und sich in sie verliebt. Dies führt dann schließlich zu Nathaniels Untergang. Das Motiv Automat ist wieder gegenwärtig. (Diese Geschichte braucht nicht in aller Ausführlichkeit zu Ende erzählt werden, denn in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts nahmen Michel Carré und Jules Barbier einige der Geschichten Hoffmanns — so auch diese — und verfaßten daraus ein Drama, das zur Aufführung gelangte. Es wurde von J. Kopp und P. Barbier zu einem Libretto umgearbeitet, das dann von Jacques Offenbach [1819—1880] vertont wurde. Seither ist das Schicksal der Puppe Olympia, die Arien singt und tanzt und nur von Zeit zu Zeit aufgezogen werden muß, hinreichend bekannt.)

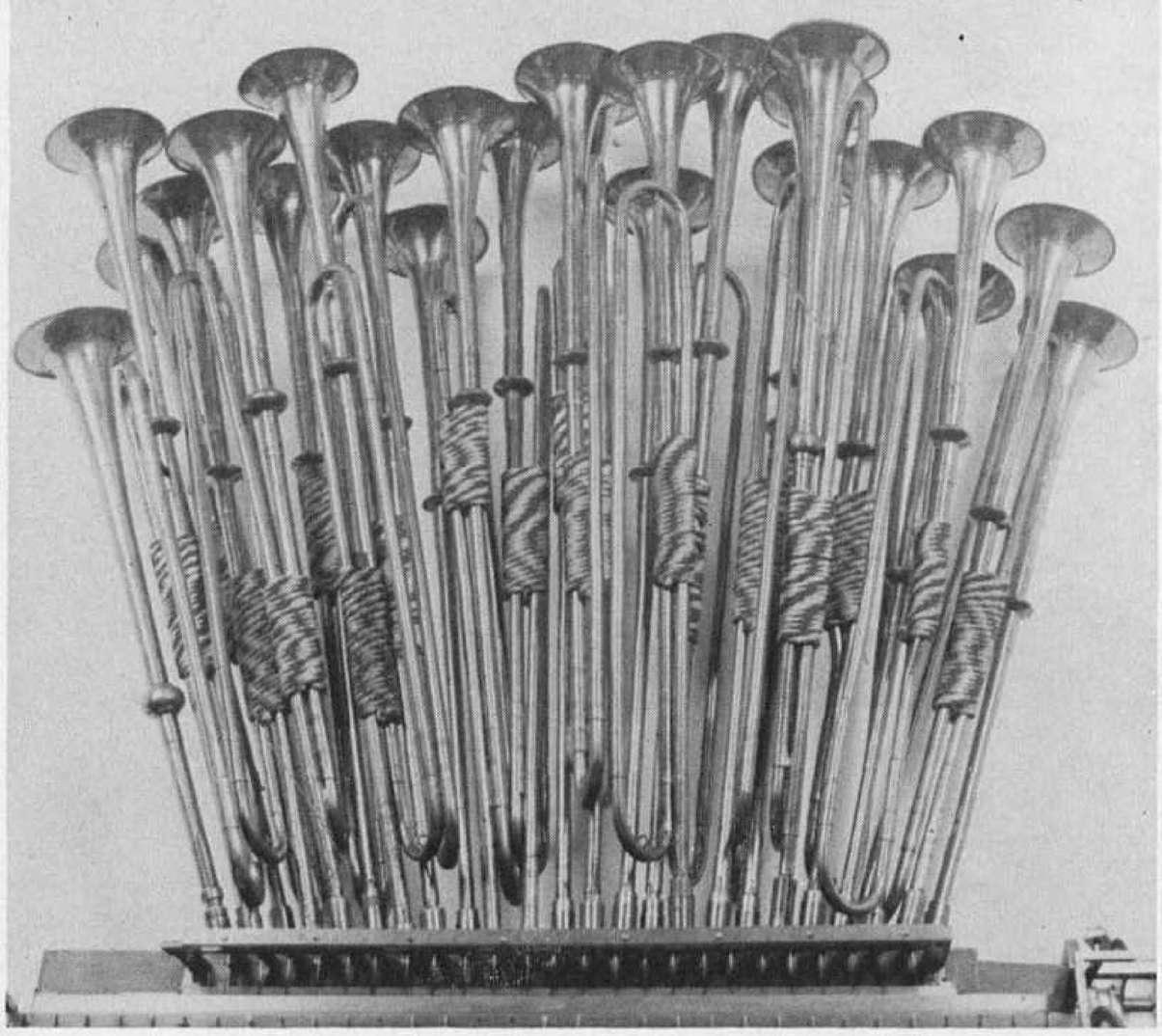
Professor B.

Doch was mag Hoffmann veranlaßt haben, in dieser Geschichte das Thema des menschenähnli-

Der tonerzeugende Teil des Automatenwerkes



Belonion, ein Orchestrion aus der Kaufmannschen Werkstatt, so wie es E. T. A. Hoffmann in seinen »Automaten« beschreibt. Abteilung Musikinstrumente, Deutsches Museum (Inv.-Nr. 9654).



chen Automaten mit dem Thema der Alchemie zu koppeln? Die Antwort ist relativ einfach. In den »Automaten« Professor B., im »Sandmann« die Gestalten Coppelius und Spalanzani: beide Male war Gottfried Christoph Beireis das Vorbild.

Diese Tatsache ist unschwer zu erkennen, wenn man die Schilderung, die Hoffmann von Coppelius gibt, mit jener Beschreibung vergleicht, die uns J. W. von Goethe in seinen Tages- und Jahrheften hinterlassen hat. Eigens um Beireis kennenzulernen, hatte Goethe zusammen mit seinem Sohne August 1805 eine Reise nach Helmstedt unternommen: ». . . Der wunderliche, in manchem Sinne viele Jahre durch schon bekannte problematische Mann, Hofrath Beireis aus Helmstedt, war mir schon so oft genannt, seine Umgebung, sein merkwürdiger Besitz, sein sonderbares Betragen, so wie das Geheimniß, das über allem diesem waltete, hatte schon längst auf mich und meine Freunde beunruhigend gewirkt, und man mußte sich schelten, daß man so eine einzig merkwürdige Persönlichkeit . . . nicht mit Augen gesehen, nicht im Umgang einigermaßen erforscht hatte . . .«

Die Reise und der Mann, dem sie galt, mußten Goethe viel Vergnügen bereitet haben, denn breit und behaglich wird uns der Hofrat vorgestellt: ». . . Nicht groß, wohl und beweglich gebaut, konnte man eben die Legenden seiner Fechterkünste gelten lassen; eine unglaublich hohe und gewölbte Stirn, ganz im Mißverhältnis der untern fein zusammengezogenen Theile, deuteten auf einen Mann von besonderen Geisteskräften . . .«

Nun zu der auffälligen Haartracht, von Hoffmanns Coppelius, die im »Sandmann« den Eindruck des seltsam Gefährlichen verstärken soll. Das historische Vorbild Beireis hatte aber einen ganz menschenfreundlichen Grund für seine Haartracht. Er war ein ebenso erfolgreicher, wie bei reich und arm beliebter Arzt: ». . . Wie er aber zu solchen Geschäften Tag und Nacht bereit sein könne, und sie doch mit immer gleicher äußerer Würde zu vollbringen im Stande sei, machte er auf seine Frisur aufmerksam: er trug nämlich rollenartige Locken, länglich, mit Nadeln gesteckt, festgepicht über beide Ohren; das Vorderhaupt war mit einem Toupet geschmückt, alles fest, glatt und tüchtig gepudert. Auf diese Weise, sagte er, lasse er sich alle Abend frisieren, lege sich, die Haare festgebunden, zu Bette, und welche Stunde er denn auch zu einem Kranken gerufen werde, so erschiene er doch so anständig, eben als wie er in jede Gesellschaft komme . . .«

Die berühmte Automatensammlung des Professor Beireis fand Goethe indessen in keinem guten Zustand: ». . . Die Vaucansonischen Automaten fanden wir durchaus paralysirt. In einem alten Gartenhause saß der Flötenspieler in sehr unscheinbaren Kleidern; aber er flötete nicht mehr . . . Die Ente, unbefiedert, stand als Gerippe da, fraß den Haber noch ganz munter, verdaute jedoch nicht mehr . . . Das magische Orakel jedoch war verstummt; Beireis hatte geschworen, die gehorsame Uhr nicht wieder aufzuziehen, die auf seine, des Entferntstehenden, Befehle bald still hielt, bald fortgieng. Ein Offizier, den man wegen Erzählung solcher Wunder Lügen gestraft sei im Duell erstochen worden und seit der Zeit habe er sich fest vorgenommen, seine Bewunderer nie solcher Gefahr wieder auszusetzen . . .«

Dies war der Automatensammler Beireis. Der Alchemist und Chemiker war ein anderer. Goethe hat uns folgende, an Paracelsus gemahnende Geschichte hinterlassen: ». . . Als er uns nun eines Tages mit einem ganz wohlbestellten Gastmahle bewirthete, so mußte man eine reichliche Schüssel besonders großer Krebse in einer so bach- und wasserarmen Gegend höchst merkwürdig finden . . . Schalkhafte Freunde behaupteten, Beireis habe auch sonst wohl zu verstehen gegeben, er wüßte, durch das Universalausgesuchte Maikäfer in junge Krebse zu verwandeln, die er denn auch nachher durch besondere spagyrische Nahrung (nach alchemistischen Rezepten zubereitet, d. Verfasser) zu merkwürdiger Größe heraufzufüttern verstehe . . .«

Olympia aus Hoffmanns Erzählungen; Staatstheater am Gärtnerplatz, München, Inszenierung 1966 (Melitta Muszely).

Beireis rühmte sich, er habe einen ausnehmend großen und schönen Rohdiamanten teilweise im offenen Feuer verbrannt: ». . . er erzählte die oft wiederholte Geschichte, wie er den Stein unter einer Muffel geprüft und über das herrliche Schauspiel der sich entwickelnden Flamme das Feuer zu mildern und auszulöschen vergessen, so daß der Stein über eine Million Thaler an Wert in kurzem verloren habe. Dem ungeachtet pries er sich glücklich, daß er ein Feuerwerk gesehen, welches Kaiser und Königen versagt worden . . .«

Der Historiker Friedrich von Raumer (1781—1873) erzählt in seinem »Historischen Taschenbuch« folgende Anekdote: ». . . Beireis erschien im Jahre 1757 in Braunschweig, und um sich gleich bei der ersten Aufwartung dem Herzog zu empfehlen, soll er, so erzählte man sich, in einem schwarzen Rock erschienen sein, der seine Farbe während der Tafel allmählich in die rote, damals beliebte, veränderte . . .«

Beireis war reich. So besaß er eine große Bildersammlung, deren Glanzstück Dürers Selbstporträt war. Goethe nahm zusammen mit anderen Zeitgenossen an, dieser Wohlstand habe wohl chemische Ursachen: ». . . Die möglichen oder wahrscheinlichen Mittel, wie Beireis zu solchen Gütern gelangt, werden einstimmig und einfach angegeben. Er solle eine Farbe erfunden haben, die sich an die Stelle der Cochenille setzen konnte; er solle vortheilhaftere Gährungsprozesse als die damals bekannten an die Fabrikherren mitgetheilt haben . . . Sollte Beireis nicht etwa zeitig auf die Veredelung des Krapps gekommen sein? . . .«

Doch Goethe empfand Beireis schon als eine Figur aus einer vergangenen Epoche:

». . . Die Kommunikation der Weltbürger gieng noch nicht so schnell wie gegenwärtig, noch konnte jemand, der an entfernten Orten, oder auf einer beschränkten Universität wie Beireis seinen Aufenthalt nahm, immer die beste Gelegenheit finden, sich in geheimnißvolles Dunkel zu hüllen, Geister zu berufen und am Stein der Weisen zu arbeiten . . .«

Selbstporträt Hoffmanns mit physiognomischen Erläuterungen. Bleistiftzeichnung, wahrscheinlich Ende 1815.

...und Wolke

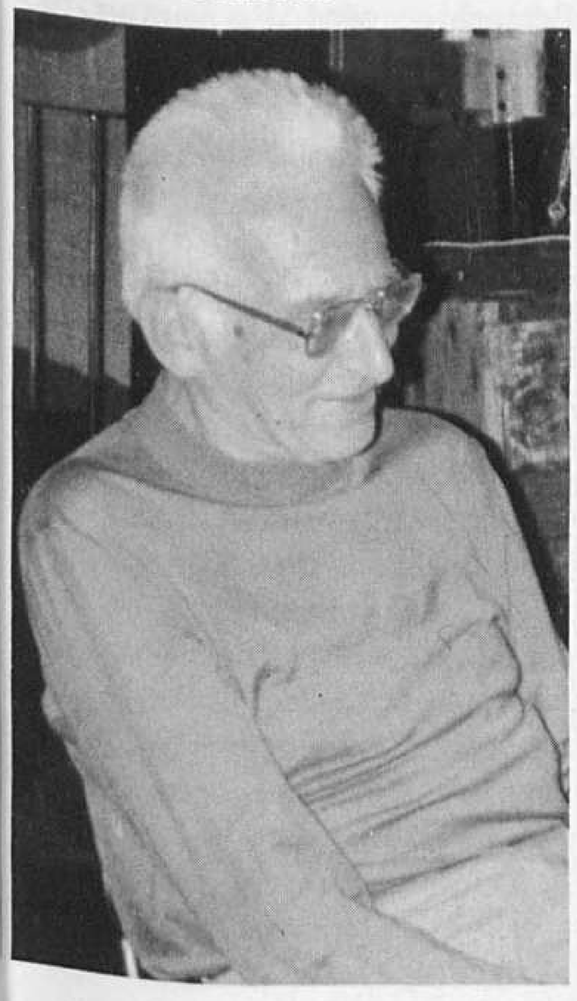
Tänze

Jörg Walter Koch

steins lebendige Maschinen

Im Frühjahr 1977 fand eine Ausstellung statt, die Werke des verstorbenen Ingenieurs und Künstlers Dr. Franz Führer, genannt Wolkenstein, zeigte. Über 3000 Besucher kamen in die kleine Privatgalerie Jörg Walter Koch, das Fernsehen zeichnete einen Film auf, ein Münchner Museum versucht seitdem, die ausgestellten zweckfreien Maschinen als Stiftung zu erhalten.

Franz Wolkenstein



In das Grenzgebiet zwischen Kunst und Technik gehört seit vielen Jahren eine Kunstgattung, die Werke hervorbringt, zu deren Herstellung mehr oder weniger Bestandteile unserer heutigen Technik benutzt werden. Hier soll aber nicht die Rede sein von den mechanisch betriebenen Großspielzeugen des ausgehenden 18. und frühen 19. Jahrhunderts. Die Quellen zum Spätwerk von Dr. Franz Führer (Künstlername Wolkenstein) liegen mehr in den 20er Jahren unseres Jahrhunderts. Seine »Recycling Machines« könnten ihren geistigen Ursprung in den mechanisch bewegten Plastiken von Alexander Calder haben, wenn Wolkenstein es nötig gehabt hätte, sich an einer solchen kunsthistorischen Tatsache zu orientieren. Er wollte aber ursprünglich keine Kunst machen, und er fühlte sich auch gar nicht als Künstler.

1905 in Krumbach geboren, besuchte er das humanistische Gymnasium, studierte Starkstromtechnik und Mathematik an der Technischen Hochschule München (den Abschluß als Diplomingenieur bestand er mündlich und schriftlich mit der Note 1,0), wurde als Projektierungsingenieur bei der Firma Siemens-Schuckert in Berlin angestellt, wobei er gleichzeitig in kürzester Zeit ein weiteres Studium, das des Maschinenbaus (mit der Promotion als Dr.-Ing., Prädikat gut), absolvierte, kehrte nach Bayern zurück, wurde Leiter der Vertragsabteilung der Isar-Amper-Werke in München, später der wissenschaftliche Leiter eines privaten elektrotechnischen Laboratoriums und war schließlich von den Amerikanern als Baudirektor und Tarifexperte bei den Stadtwerken München eingesetzt.

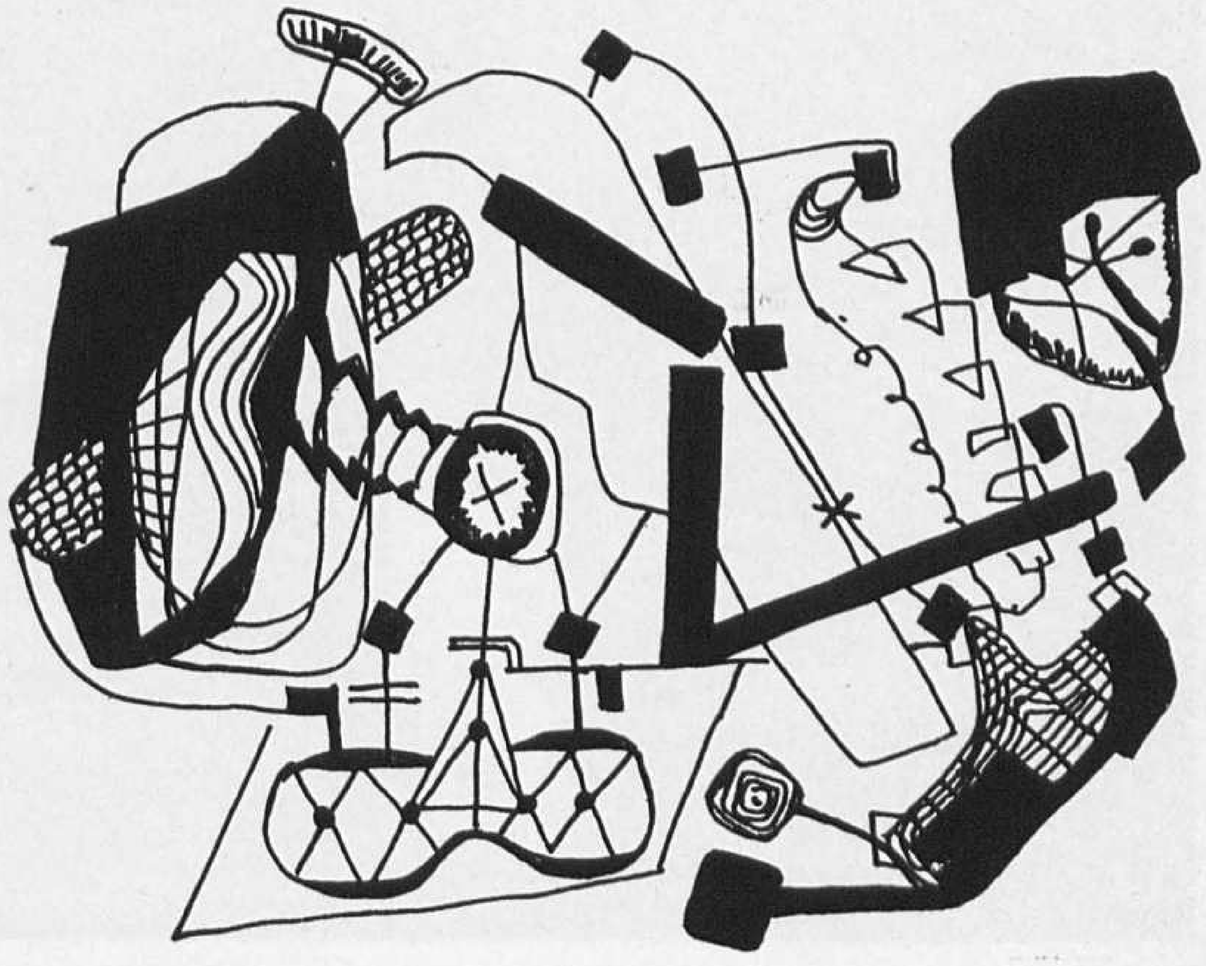
Während dieser Jahre arbeitete Franz Führer ständig an seinen Erfindungen, für die er mehrere Patente erhielt. Als seine bekannteste auf elektrotechnischem Gebiet gilt wohl der »Schukozet«, ein Schutzkontakt-Prüfgerät, das heute aus keiner Handwerkerhand mehr wegzudenken ist. Seine populärste Erfindung ist der magnetische Seifenhalter »Zack«, der millionenfach in aller Welt hergestellt wird.

Obgleich er seine Zeit sehr gut einteilte, stöhnte er darüber, daß ihm sein Beruf nur ungenügend ermögliche, seinen vielseitigen Interessen nachzugehen: Trotzdem erlernte er in einem Privatzirkel Französisch, um die französische Literatur im Original lesen zu können, machte sein Dolmetscher-Examen für Englisch in Abendkursen, war leidenschaftlicher Freiballonfahrer, unternahm gefährliche Klettertouren, fuhr öfters zur Spielbank (wobei er ständig »andere mögliche Zufälligkeiten« errechnete), zeichnete und schrieb Gedichte.

Das Jahr 1948 bringt eine entscheidende Wendung in Leben und Werk. Franz Führer heiratet die Malerin Irma Hünerfauth, und ein Jahr später baut er seine Erfinderwerkstatt in den Garten neben ihrem Atelier. Hier werden Experimente gemacht, laufen Drehbänke und Bohrmaschinen; dort entsteht mit Energie und Phantasie Kunst. Jeder arbeitet in seinem Bereich, ohne den anderen beeinflussen zu wollen — aber einander anregend, in einer der heute so selten gewordenen Gemeinschaften. In den nun folgenden Jahren der gegenseitigen Beobachtung und des ständigen Gesprächs ergeben sich Impulse, die hauptsächlich vom Erfinder auf die Künstlerin wirken. Das malerische Werk Irma Hünerfauths wird abgeschlossen. Jetzt läßt sie sich von der Technik und ihrem Schrott, der Mechanik und zuletzt von der Elektronik inspirieren, sie entwickelt sich zur Bildhauerin und Objektkünstlerin, und es entstehen plastische Gebilde, die ohne Beratung und Hilfe des Technikers nicht entstanden wären.

Dann wendet sich das Blatt: 1973 beginnt Franz Führer, jetzt Franz Wolkenstein, mit Arbeiten, die er zunächst vor seinen Besuchern geheimhält. Er plant Maschinen, die reinem Selbstzweck dienen und die er eigentlich nur für sich bauen will. Bevor er größere Projekte in Angriff nimmt, schafft er die »Tänzerin«, einen humorvollen Hinweis auf das, was noch folgen soll: Eine winzige Holzfigur, aufgesetzt auf eine Mechanik mit Kurbel und Gewicht, entkleidet und bedeckt sich wieder, wenn man einen Hebel bewegt. In diesem Jahr entsteht auch die »Recycling Machine Nr. 1«. Die Bezeichnung betont, daß es sich um eine Maschine handelt, die sich durch ihr eigenes Tun immer wieder selbst in ihre Ordnung zurückbringt, daß ihr Ablauf ei-

Tuschezeichnung, 1955



...und Wolkensteins lebendige Maschinen

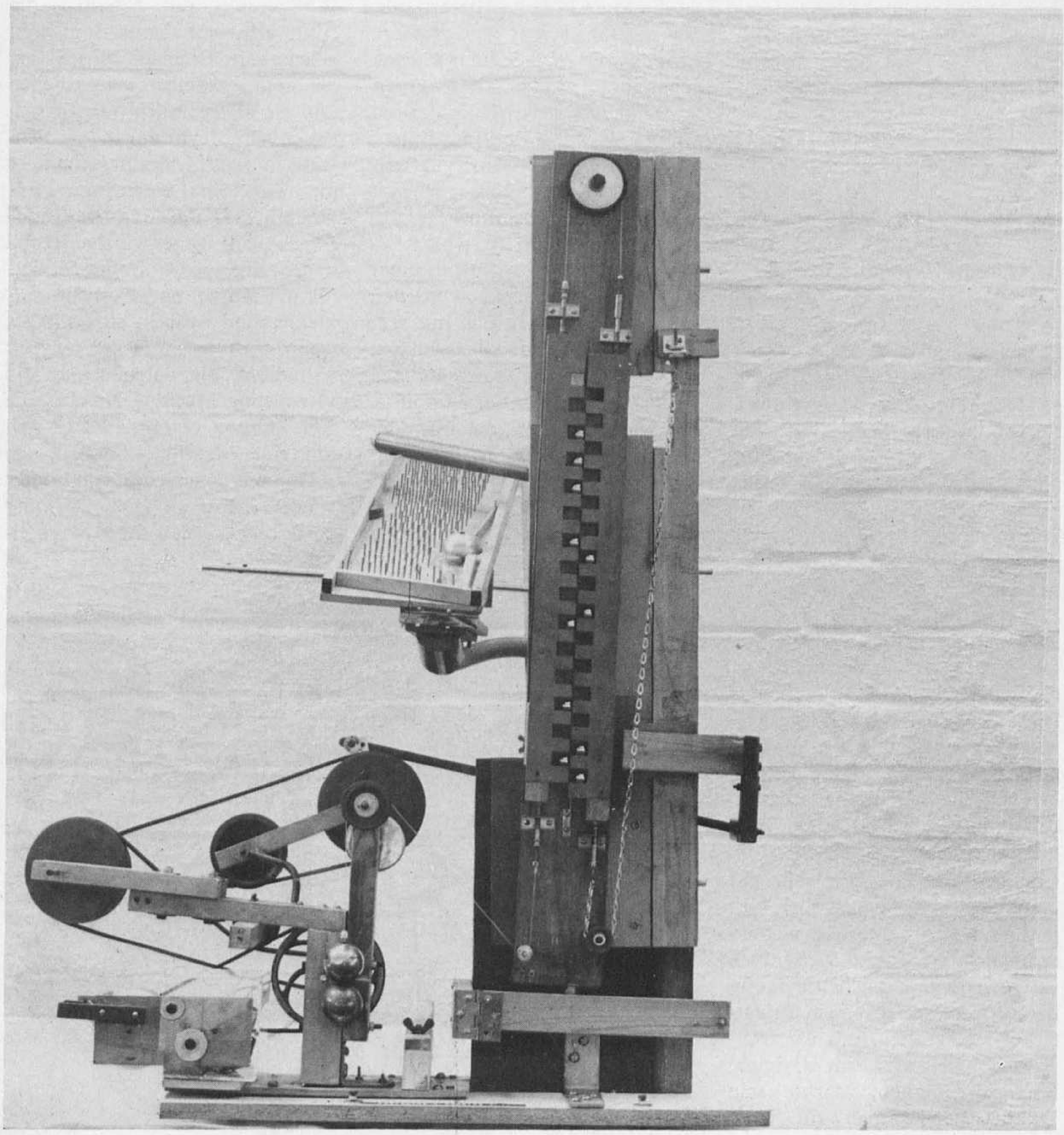
nen immerwährenden Kreislauf bildet (vielleicht eine Suche nach dem Perpetuum mobile?). Franz Wolkenstein verwendet als Antrieb einen elektrischen Motor, der zwei gegenläufige, konzentrische Gummiachsen bewegt, auf denen ein mit Tinte und Glaskugeln gefülltes Plexiglasrohr frei lagert. Durch die Nocken auf den Achsen wird das Rohr bis zum äußersten Kippmoment gebracht und schnellt zurück, um auf der Gegenseite dem Betrachter den gleichen Augenschock zu bereiten. Die Glaskugeln im Innern des Rohres verlagern sich jeweils geräuschvoll im Zusammenklang mit der Tinte auf die Gegenseite. Das schwere Rohr läßt sich durch ein anderes, leichteres austauschen, das die Bewegung in größerem Tempo vollzieht.

Nun beginnt die Arbeit an den großen Objekten, von denen 1974 zwei vollendet werden. In beiden ist seine Grundidee weiterentwikkelt: der Transport, der Kreislauf — hier das Auf- und Abbewegen von massiven Stahlkugeln in einem komplizierten Mechanismus. Franz Wolkenstein baut jetzt seine Maschinen aus Holz und Kunststoff zum Unterschied von »richtigen«, zweckhaften Maschinen, die aus Metallteilen zusammengesetzt sind. Dieses Material sichert der Konstruktion größere Elastizität und Beweglichkeit und gibt den schwankenden Gebilden eine Lebendigkeit, die bei der Verwendung von Metall sicher nicht erreicht wäre.

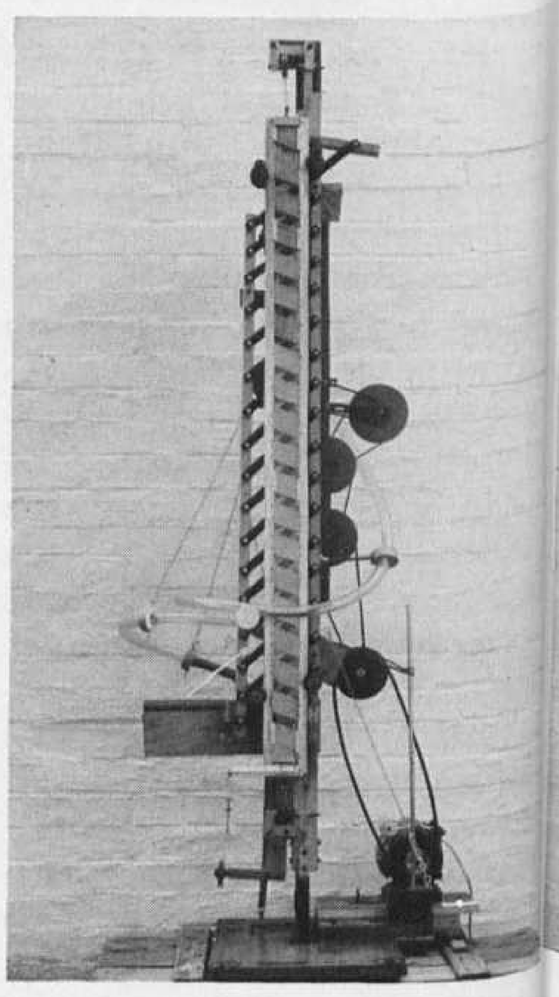
Die »Recycling Machine Nr. 2« transportiert mit einem Fördermechanismus Stahlkugeln an ihren höchsten Punkt, um sie dann auf ein Nagelbrett auszuspucken. Die Kugeln suchen sich ihren Weg durch den Nagelwald, finden den Ausgangspunkt und gelangen erneut in den Mechanismus. Hier beginnt die Wanderung nach oben, der Kreislauf setzt sich fort. In der 240 cm hohen »Recycling Machine Nr. 3« ist beim Hinaufbefördern von Stahlkugeln ihr Weg länger, ihr Rückweg komplizierter. Oben angekommen, löst die Kugel ein Klingelzeichen aus und fällt in einen spiralförmig um den Förderturm sich windenden Plastikschlauch, der im unteren Drittel fast waagerecht verläuft. Hier sammeln sich die ersten sechs niederfallenden Kugeln. Erst die siebte Kugel treibt die erste durch ihren Aufprall an die Basis der Förderanlage zurück. In der Waagerechten befinden sich somit konstant sechs Kugeln, und der irritierte Betrachter wird die Summe dieser — sechs plus eins wären sieben — Kugeln nie wahrnehmen können. Franz Wolkenstein gab dieser Maschine auch den Titel »6+1=6«.

Im Jahr 1976 entstehen noch zwei Werke. Die »Recycling Machine Nr. 4« ist ein überlebensgroßes schwankendes Gestell, dessen Kopf ein Elektromotor ist. Dieser bewegt mit unheimlicher Geschwindigkeit Seilzüge, Federn und Hebel. Mit einem eingebauten Flaschenzug wird ein Gewicht hochgezogen, das beim Niedersausen einen überraschenden Mechanismus in Bewegung setzt: ein Paukenschlägel prallt heftig gegen ein rasselndes Tambourin und

Recycling Machine Nr. 2



Recycling Machine Nr. 3

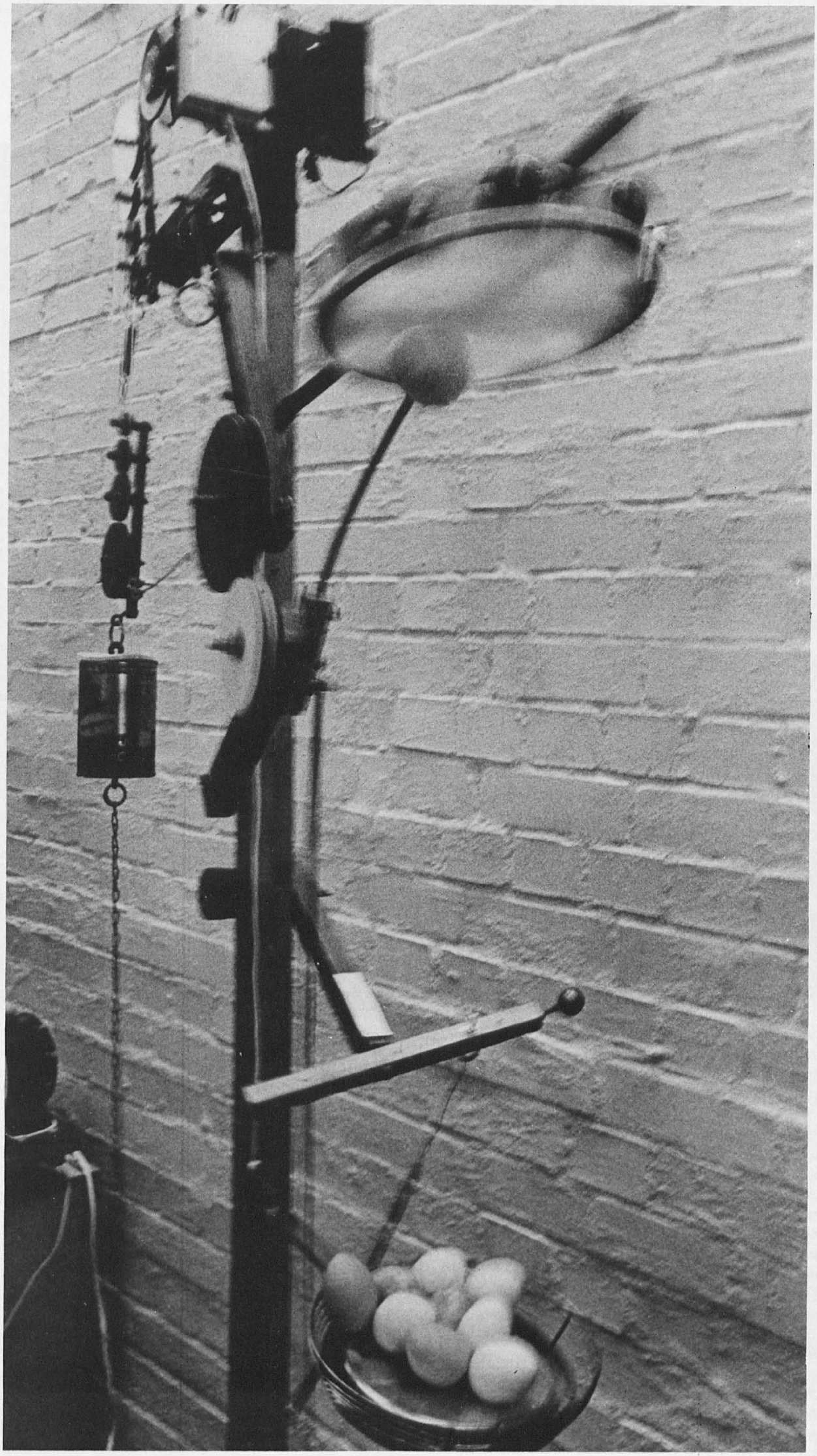


landet im allernächsten Augenblick inmitten einer Anzahl von Hühnereiern, die einen halben Meter unter dem Tambourin auf einer Blechschale liegen — ohne sie zu zerstören. Dieser Vorgang spielt sich mit einer Schnelligkeit ab, der ein unvorbereiteter Betrachter kaum folgen kann. Erst die sofort darauf folgende Wiederholung läßt den Ablauf durchschauen.

Lebten die ersten Maschinen mit ihrem verspielten musikalischen Mechanismus mehr von dem hintergründigen Humor ihres Erbauers, so tritt hier ein Überraschungsmoment zutage, das den Blick auf die Zweckfreiheit der Maschine vollkommen und unbefangen freigibt. Auch wird hier das Geräusch, das die ersten Maschinen durch ihre Mechanik und die aufeinanderstoßenden Materialien als Grundton von sich geben, durch den Einbau eines einfachen Musikinstrumentes geistreich unterstrichen.

Die letzte Maschine von Wolkenstein, die »Recycling Nr. 5«, an der er bis zu seinem plötzlichen Tod im November 1976 arbeitete, ist unvollendet geblieben. Aber auch ihr Torso läßt die zweckfreie und schmucklose Funktionstüchtigkeit bereits ahnen. Und der ästhetische Reiz, den seine letzten wundersamen Erfindungen ausstrahlen, wird — obwohl unvollendet — auch hier deutlich spürbar.

Recycling Machine Nr. 4



Robin Kinross, Reading

Otto Neurath und die Humanisierung des Wissens mit Hilfe der Bildpädagogik

»Kultur & Technik« hat noch keine Vergangenheit. Um so mehr sucht sie nach Parallelen. Über »Technology and Culture«, seit 20 Jahren existierend, berichtete bereits Heft 2/77. Ein anderer Titel klang ebenso vielversprechend: »Technik und Menschheit«, mit dem Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum in Wien als Herausgeber. Nur drei Folgen sind erschienen. Mappen mit losen Blättern (verkleinerte Ausstellungstafeln) und ein knapper Einleitungstext: »Die Maschine«, »Die Elektrizität«, »Der Verkehr«.

Woher die Aussagekraft, Klarheit und Eindeutigkeit der Bilder kamen, wie sich diese neue Bildsprache entwickelt hatte, die »... etwa ebensowenig mit Emotionen belastet war wie Ziffern, aber genügend faszinierend, um den Laien zu interessieren«, zeigte uns die »Otto und Marie Neurath Isotype Collection« in der Universität Reading (England).

»Die Gegenwart fordert von uns allen verstandesmäßige Erfassung gesellschaftlicher Zusammenhänge. Man kann heute nicht mehr die Allgemeinbildung auf Lesen, Rechnen, Schreiben und einige Kenntnisse auf dem Gebiet der Naturwissenschaften, der Literatur und der Geschichte beschränken; es gilt auch, die gesellschaftlichen Vorgänge zu erläutern und ihr Werden verständlich zu machen. Freilich, die Pädagogik dieses Gebietes steckt noch in den Kinderschuhen ... Der moderne Mensch ist durch Kino und Illustrationen sehr verwöhnt. Einen großen Teil seiner Bildung empfängt er in angenehmster Weise, zum Teil während seiner Erholungspausen, durch optische Eindrücke. Will man gesellschaftswissenschaftliche Bildung allgemein verbreiten, so muß man sich ähnlicher Mittel der Darstellung bedienen.«

Diese Sätze stammen aus dem Artikel »Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum in Wien« von Otto Neurath, der in der Österreichischen Gemeindezeitung am 15. August 1925 erschien. Neuraths Absicht war, die Ziele eines neugegründeten Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseums in Wien klarzumachen. Sie leiteten ein bahnbrechendes Experiment auf dem Gebiete der Bildpädagogik ein.

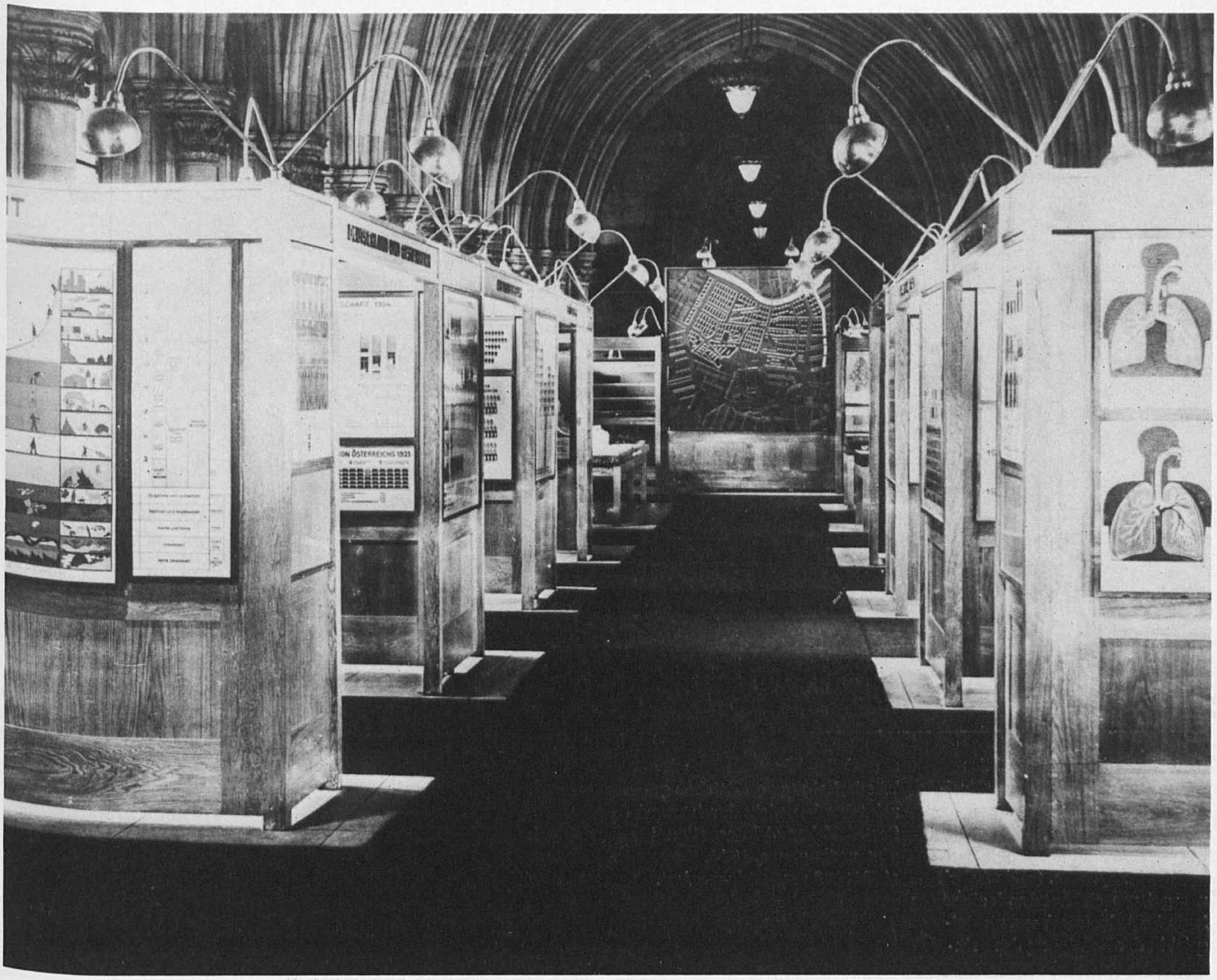
Otto Neurath (1882—1945) kann nicht in eine bestimmte Kategorie eingeordnet werden — die Bezeichnung Soziologe ist nicht ausreichend; vielleicht könnte er als Enzyklopädist gelten. Was ihn vor allem stark beschäftigte, war das Leben der Gegenwart, die moderne Welt mit ihren Problemen. Aber er widerstand der heutigen Neigung zur Spezialisierung. Wenn er sich nicht beschränkte auf ein einzelnes dieser Probleme, war er beständig interessiert an den Mitteln der gegenseitigen Verständigung — für unsere Wortsprache wie für unsere visuelle Sprache.

Die Probleme der modernen Welt zeigten sich in Wien nach 1918 mit aller Schärfe. Neurath wandte sich von seinen wissenschaftlichen Aufgaben der Vorkriegszeit ab und begann für die Siedlerbewegung zu arbeiten. Er half damit, die große Wohnungsnot in der jungen österreichischen Republik zu lindern. Eine Reihe von Schritten — eine Ausstellung, dann ein Siedlungsmuseum — führte im Jahr 1925 mit Hilfe der Stadt Wien zur Schaffung des Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseums.

Neurath erklärte, wie sich die Idee eines Gesellschaftsmuseums unterscheide von den traditionellen Museen zufällig angesammelter einzigartiger Gegenstände und auch von technischen Museen, die sich zwar um Technik kümmerten, aber nicht um die Menschen, die die Maschinen gebrauchten. Das Thema eines Gesellschaftsmuseums sollte das alltägliche Leben der gewöhnlichen Menschen sein. Es mußten geeignete Mittel gefunden werden, um dieses Thema darzustellen.

Vorwiegend wurden visuelle Methoden verwendet, um das breite Publikum so unmittelbar wie möglich anzusprechen. Der Glaube an diese Methoden war Neuraths Ausgangspunkt, und er legte dann ganz genau fest, welche graphische Eigenschaften für diesen Zweck erforderlich waren. Einerseits meinte er, daß soziale Tatsachen, selbst abstrakt und allgemein (zum Beispiel in der Form statistischer Daten), einer entsprechenden abstrakten Stil verlangten. Andererseits, wenn die Information anziehend und mit möglichst wenig erklärenden Worten verständlich sein sollte, seien bildhafte Mittel nötig. Diese zwei Forderungen zusammen führten zu dem charakteristischen Stil seiner graphischen Arbeit — einer Verschmelzung des Symbolischen mit dem Bildhaften. Dieser Stil wurde entscheidend beeinflußt vom Hauptgraphiker in der Arbeitsgruppe, Gerd Arntz, der heute von der jungen Generation wiederentdeckt wurde.

Die Arbeit des Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseums begann etwas zu zeigen, das über Stil hinausging: eine visuelle Sprache wurde entwickelt. Neurath setzte auseinander, daß solch eine Sprache — in gewisser Weise analog der Wortsprache — notwendig sei für das Verstehen. Regeln und Vereinbarungen würden sowohl denen helfen, die die Bilder herstellten, wie denen, die sie anschauten. Man fing an, die El

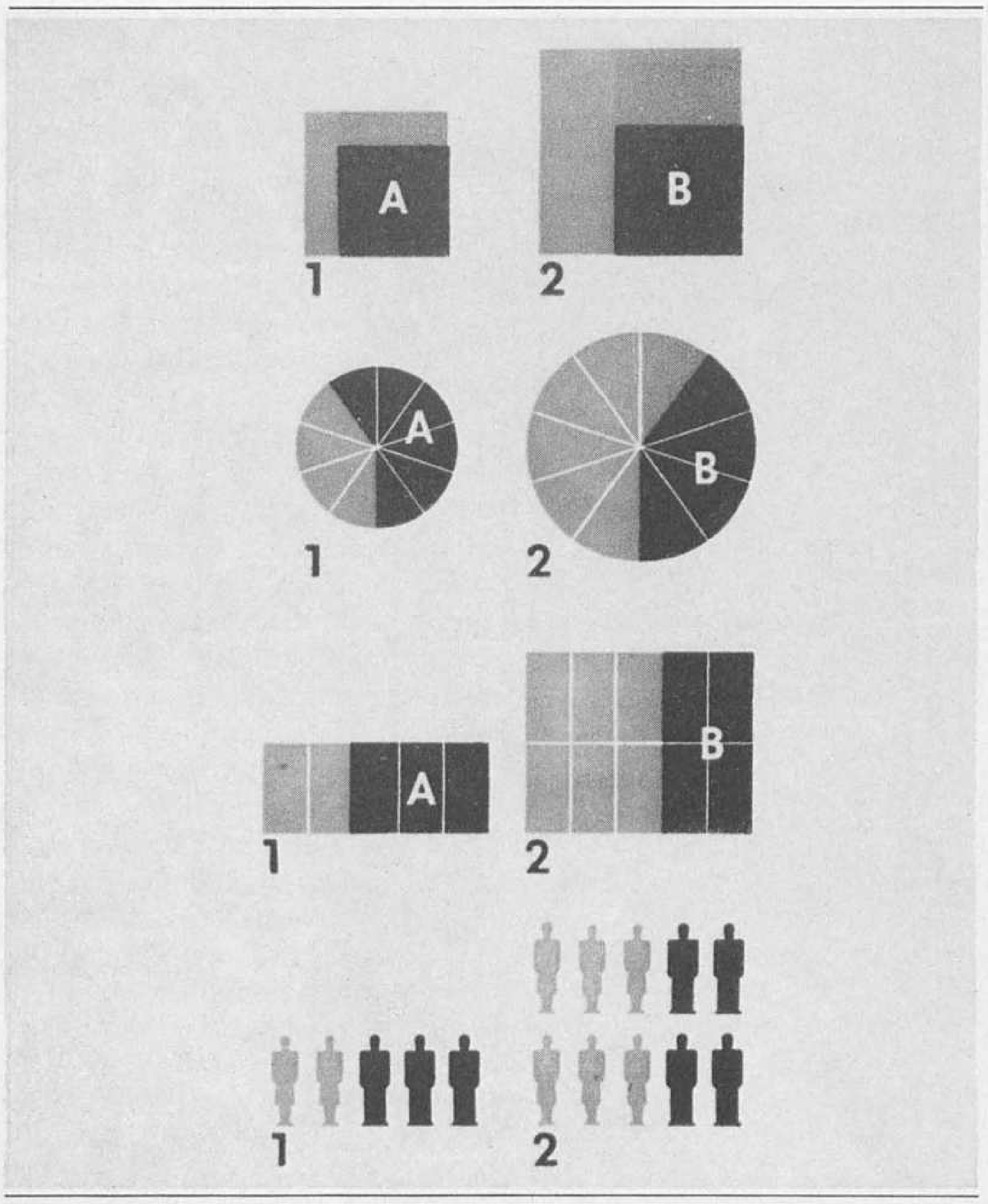


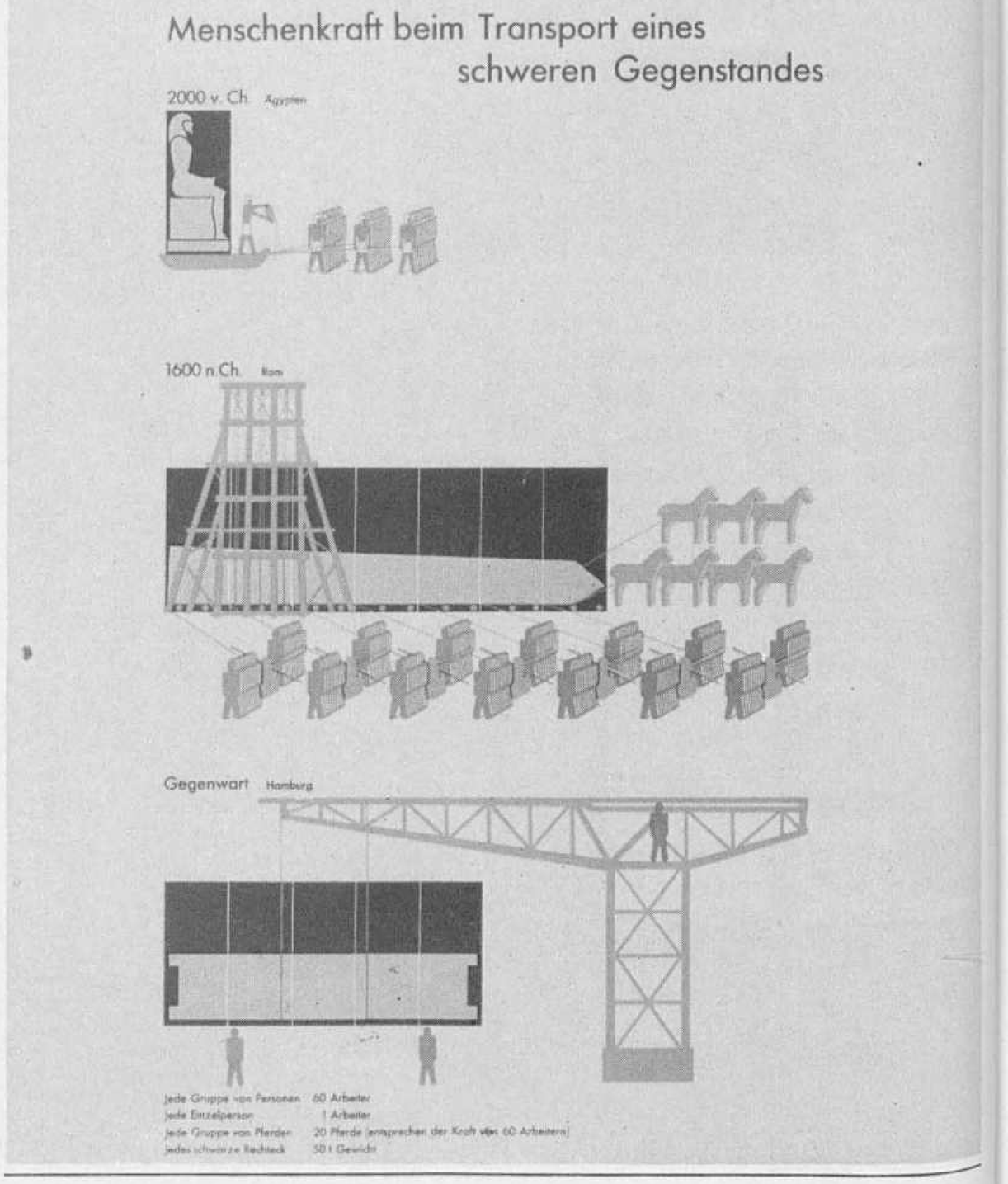
Wohnbau, Gesundheitswesen, soziale Verwaltung und Bildungswesen sind die Zentralthemen des Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseums im Neuen Rathaus in Wien (um 1927). Diese Erfahrungen wurden später mit Erfolg auch in anderen Ländern ausgewertet.

mente der Bilder — das Vokabular — festzulegen; ein Zeichenlexikon wurde angelegt, eine »Grammatik«, nach der man die Elemente anordnete, wurde entwickelt. Die Arbeit war gekennzeichnet durch logische Überlegungen und zum Beispiel in der Befolgung des Prinzips, größere Mengen durch die Wiederholung von Zeichen und nicht durch ihre Vergrößerung darzustellen.

Die visuelle Sprache des Museums wurde von der gesamten Gruppe erarbeitet. Neurath betonte, daß alles, was hergestellt wurde, das Ergebnis von Zusammenarbeit war, wobei individuelle Beiträge der einzelnen immer weniger hervortraten. Im Mittelpunkt des Teams stand jeweils die Person, die verantwortlich war für das, was »Transformation« genannt wurde. Er oder sie (der Haupttransformierer war Marie Reidemeister, die später Neuraths Frau wurde) vermittelte zwischen dem Fachmann, der die Daten lieferte, und den Künstlern und Technikern, die die Ausstellungstafel herstellten. Dem Transformierer oblag es, dem wissenschaftlichen Material eine visuelle Form zu geben, die Laien ansprach. Zum Transformieren gehört Auswählen und Verständlichmachen. Obgleich es Regeln und Vereinbarungen gab, hatte jede neue Tafel ihre besonderen Probleme — und so entwickelte sich die visuelle Sprache weiter.

Das Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum hatte ursprünglich angestrebt, Wien den Wienern und Österreich den Österreichern zu erklären; aber sein Thema und sein Ruf überschritten bald diese Grenzen. Um 1930 wurde ein *Mundaneum* gegründet, um den internationalen Kontakten zu dienen. Zweigstellen wurden in Berlin, Amsterdam, London, New York aufgemacht, die in Wien produziertes Material führten. Während sich die politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse in Österreich verschlechterten, wurde das Museum mehr und mehr von ausländischen Stellen beansprucht. So hatte es zum Beispiel zwischen 1931 und 1934 die Arbeit eines bildstatistischen Instituts in der Sowjetunion zu über-





Otto Neurath als Mitglied des neupositivistischen Wiener Kreises war überzeugt, daß wissenschaftliche Begriffe und Aussagen übersetzbar sind in formalistisch-logistische Sprache. (»Die Arbeit war gekennzeichnet durch eine logische Arbeitsweise; zum Beispiel in der Befolgung des Prinzips, daß größere Mengen durch Wiederholung von Zeichen gezeigt werden, nicht durch vergrößerte Zeichen.«) International picture language, 1936. (150×103 mm); schwarz/rot.

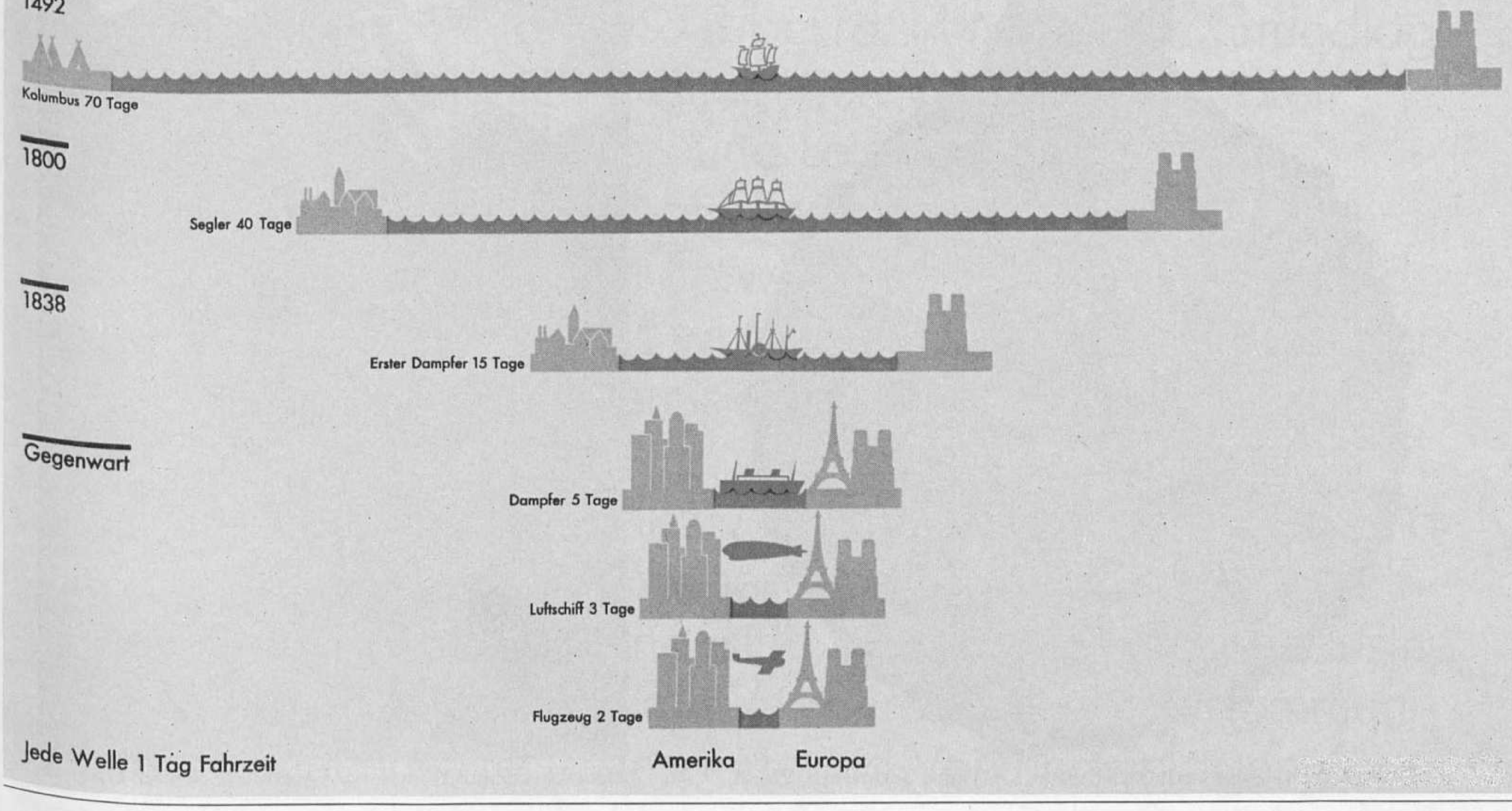
Technik und Menschheit, Heft 1 »Die Maschine«, 1932 (420×270 mm); schwarz/grau/blau/rot

wachen. Der österreichische Bürgerkrieg im Jahr 1934 machte der Arbeit in Wien ein Ende, und Neurath zog mit einigen Mitarbeitern um nach Holland. Ein Institut für Bildpädagogik war in Den Haag bereits gegründet worden. Gegen den Hintergrund der zusammenbrechenden Demokratie in Mitteleuropa setzte Neurath mit seinem Team die Arbeit fort. Was bisher »Wiener Methode« genannt wurde, bekam nun den Namen *Isotype — International System of Typographic Picture Education*. Während die Wiener Methode die Bildstatistik besonders beachtet hatte, befaßte sich Isotype ausdrücklich mit jeder Art visueller Darstellung.

Während der Jahre in Holland war Neurath auch mit Arbeiten für die Bewegung der sogenannten Einheitswissenschaft beschäftigt, die aus dem Wiener Kreis hervorgegangen war, in dem er eine führende Rolle gespielt hatte. Neurath hoffte, daß eine einheitliche Terminologie angenommen würde, mit deren Hilfe sich Wissenschaftler auf internationaler Basis besser verständigen und auch wo nötig, Gegensätze besser ausdrücken könnten; diese Idee sollte zu einer Enzyklopädie führen mit Beiträgen von Wissenschaftlern vieler Richtungen.

Neurath sah seine Arbeit für Bildpädagogik in enger Verbindung mit dieser Idee der Einheitswissenschaft. Die Enzyklopädie sollte sogar durch einen Bilder-Thesaurus ergänzt werden. Neurath wies auf die Gestaltung der großen französischen Enzyklopädie hin und meinte, daß die nüchternen, sachlichen Isotype-Bilder gegenüber bloßen Texten gelegentlich Vorteile hätten. Er sah in Bildern etwas unmittelbarer Fesselndes, das zugänglicher, neutraler, demokratischer sei als Worterklärungen; visuelle Darstellung beschränke einen auf das, was man wüßte, auf das Physische, und sie hülfe einem, die Gefahren der mataphysischen Terminologie zu vermeiden, die Hand in Hand zu gehen scheine mit totalitärer Politik.

1940 wurde Holland besetzt, und Neurath entwich mit Marie Reidemeister nach England. Wieder



Technik und Menschheit, Heft 3
»Der Verkehr«, 1932
(270 × 420 mm); schwarz/grau/blau/rot

setzte er seine visuelle Arbeit in Gang, und er errichtete dafür das *Isotype Institut*. Ihm bot sich auch Gelegenheit, seine Ideen über Bildpädagogik ausführlich niederzulegen.

In der bildhaften Methode beginnt man mit einfachsten, ganz allgemein verstandenen Fakten und schreitet allmählich zu den komplizierteren Ideen fort. Neurath stellte diese der Methode der Popularisierung gegenüber, die mit komplizierten, abstrakten Ideen beginnt und sie dann in Worten der Alltagssprache ausdrückt.

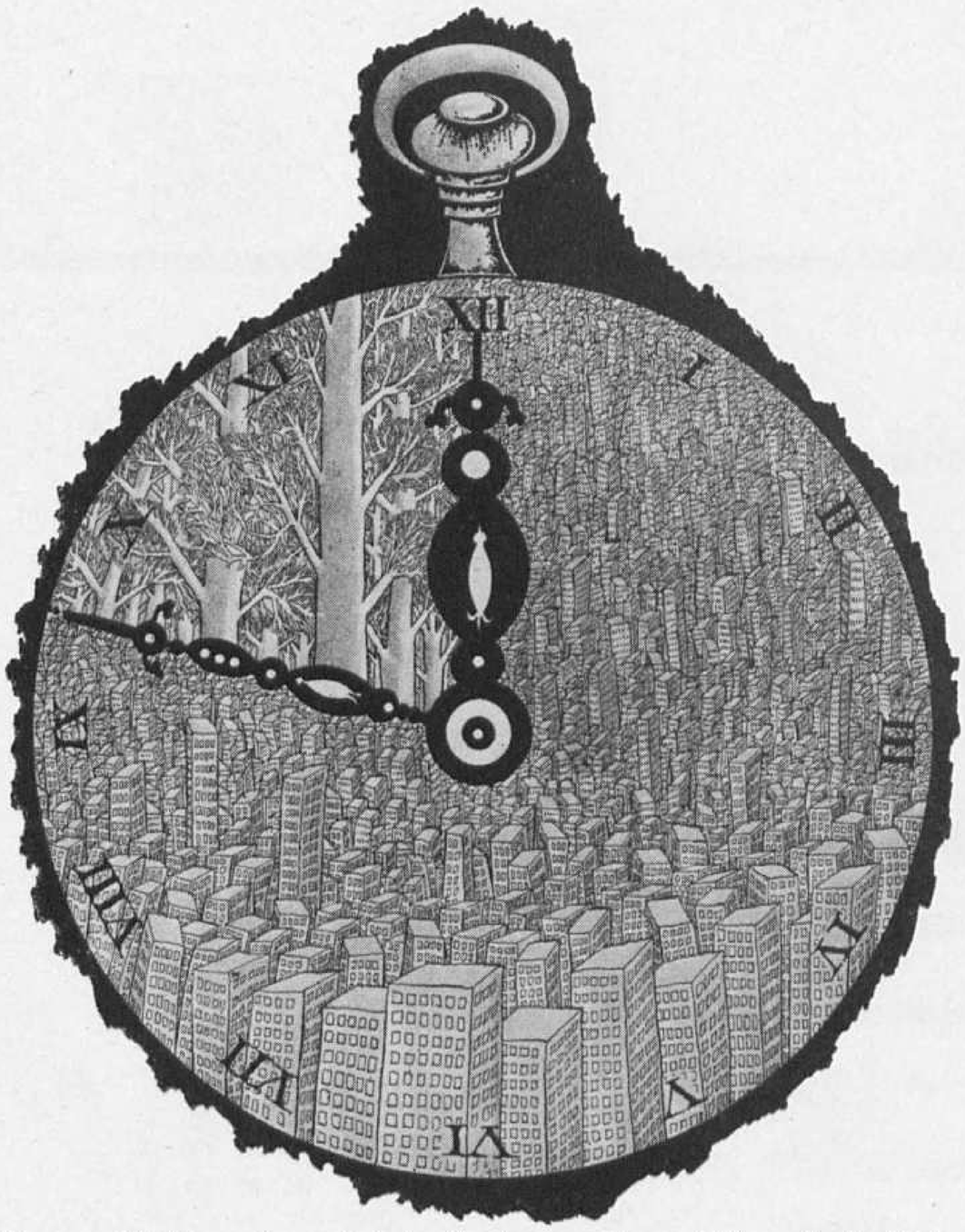
Neurath glaubte, visuelle Methoden hätten beim Wiederaufbau Europas nach dem Kriege eine wichtige Rolle zu spielen. Er widmete sich einer Serie von Schulbüchern, die die Geschichte der Menschheit visuell behandelte; sie wurde ein Vorbild für eine neue Art des Klassenunterrichts.

Neurath starb 1945, zu einer Zeit, als sich die internationalen Kontakte wieder anbahnten und als er neue Aufgaben gefunden hatte, die seiner Energie angemessen waren. Die Arbeit des Isotype Instituts wurde von Marie Neurath und den Mitarbeitern fortgesetzt; später stellten sie vor allem belehrende Bilderbücher und Lichtbilderstreifen her.

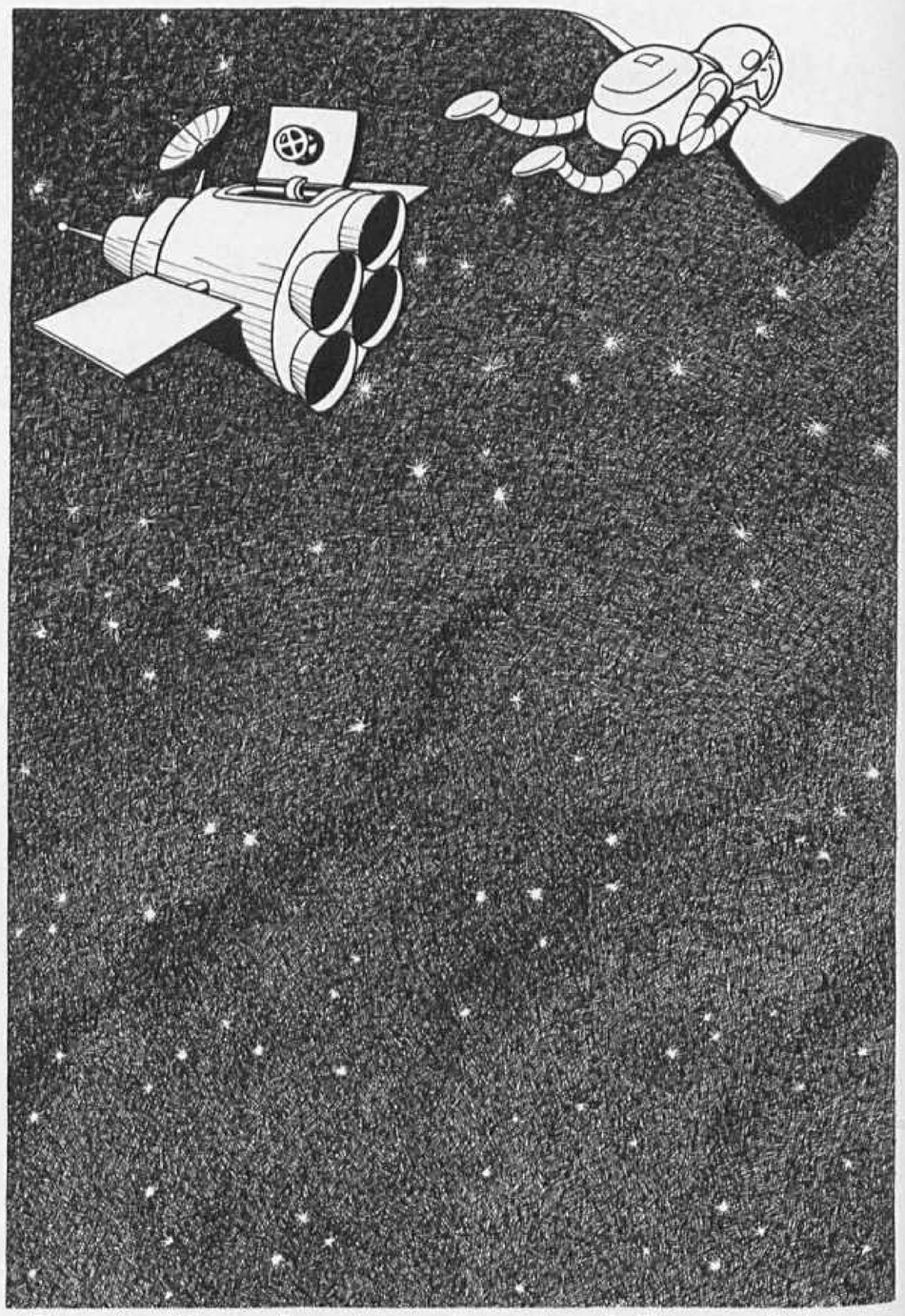
Wie Neurath es gern tat, können wir jetzt in Isotype einen Teil einer langen Tradition mehr informativer als expressiver visueller Darstellung sehen, die weit bis zu den ägyptischen Wandbildern zurückgeht und die reiche Tradition wissenschaftlicher Illustration mit einschließt. Neuraths Isotype war vielleicht der erste voll bewußte Versuch, eine visuelle Sprache zu entwickeln.

Literatur
Einige Schriften Otto Neuraths über Bildpädagogik:
Bildstatistik nach Wiener Methode in der Schule. Deutscher Verlag für Jugend und Volk; Wien/Leipzig, 1933.
International picture language. Basic English Publishing; London, 1936. (Eine deutsche Übersetzung ist in Vorbereitung als Veröffentlichung des Department of Typography, University of Reading.)
Visual education: humanization versus popularization. Unveröffentlichtes Manuskript, 1945.
Einige Isotype-Veröffentlichungen:
Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum. *Die bunte Welt: Mengenbilder für die Jugend*. Artur Wolf; Wien, 1929.
Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum. *Gesellschaft und Wirtschaft*. Bibliographisches Institut; Leipzig, 1930.
Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum. *Technik und Menschheit*. Deutscher Verlag für Jugend und Volk; Wien/Leipzig, 1932.
Neurath, O., *Modern man in the making*. Alfred A. Knopf; New York, 1939.
Neurath, O. & M., und Lauwerys, J. A., *Visual history of mankind*. Max Parrish, London, 1947/48.
Neurath, M. und Lauweys, J. A., *Visual science*. Max Parrish; London, 1950/52.
Ausführliche Bibliographien und weiteres Material über Otto Neurath und Isotype in:
Neurath, O., *Empiricism and sociology*, hrsg. M. Neurath und R. S. Cohen. D. Reidel; Dordrecht/Boston, 1973.
Graphic communication through Isotype. University of Reading; Reading, 1975.

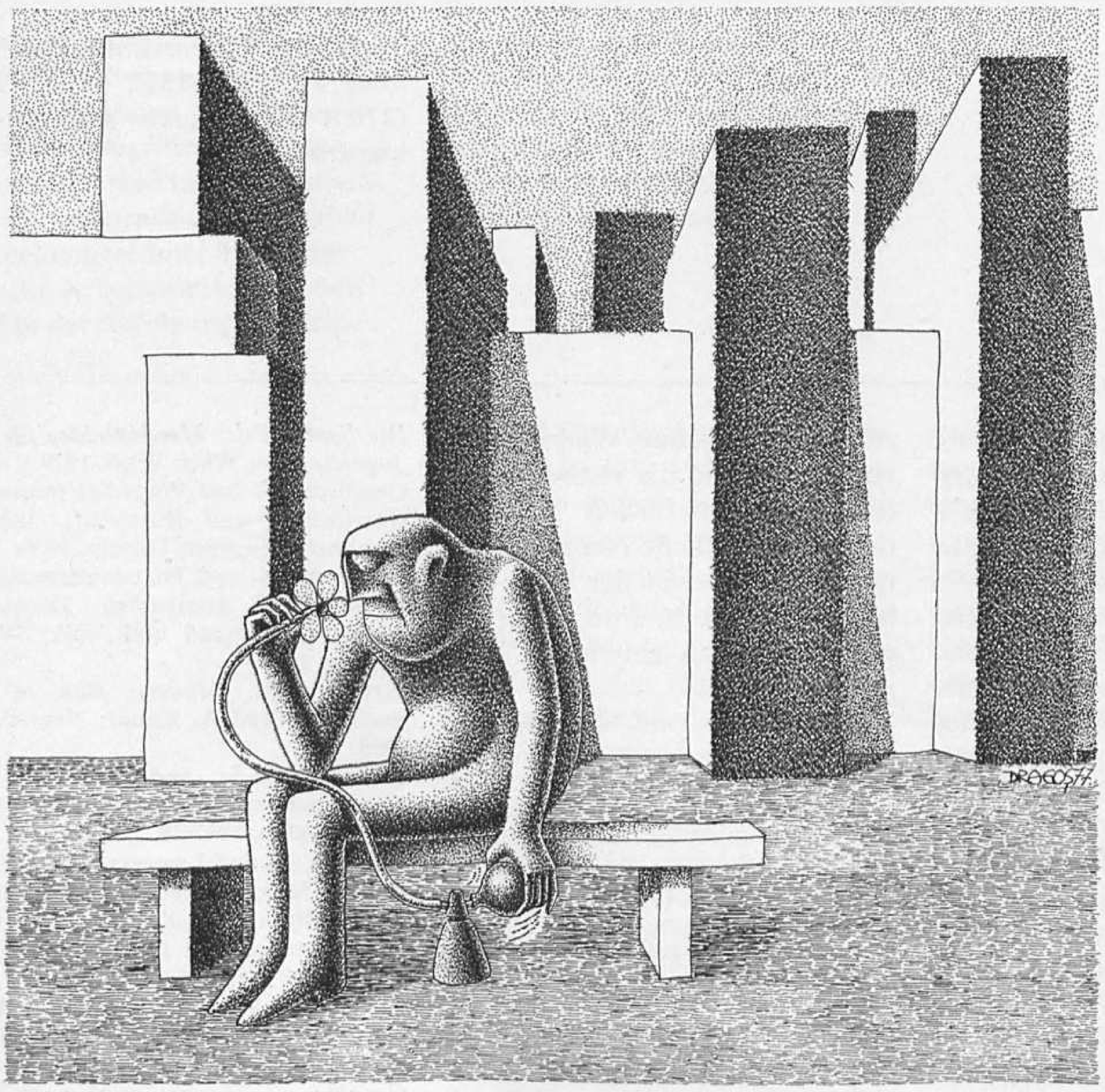
Karikaturisten sehen Themen dieses Heftes



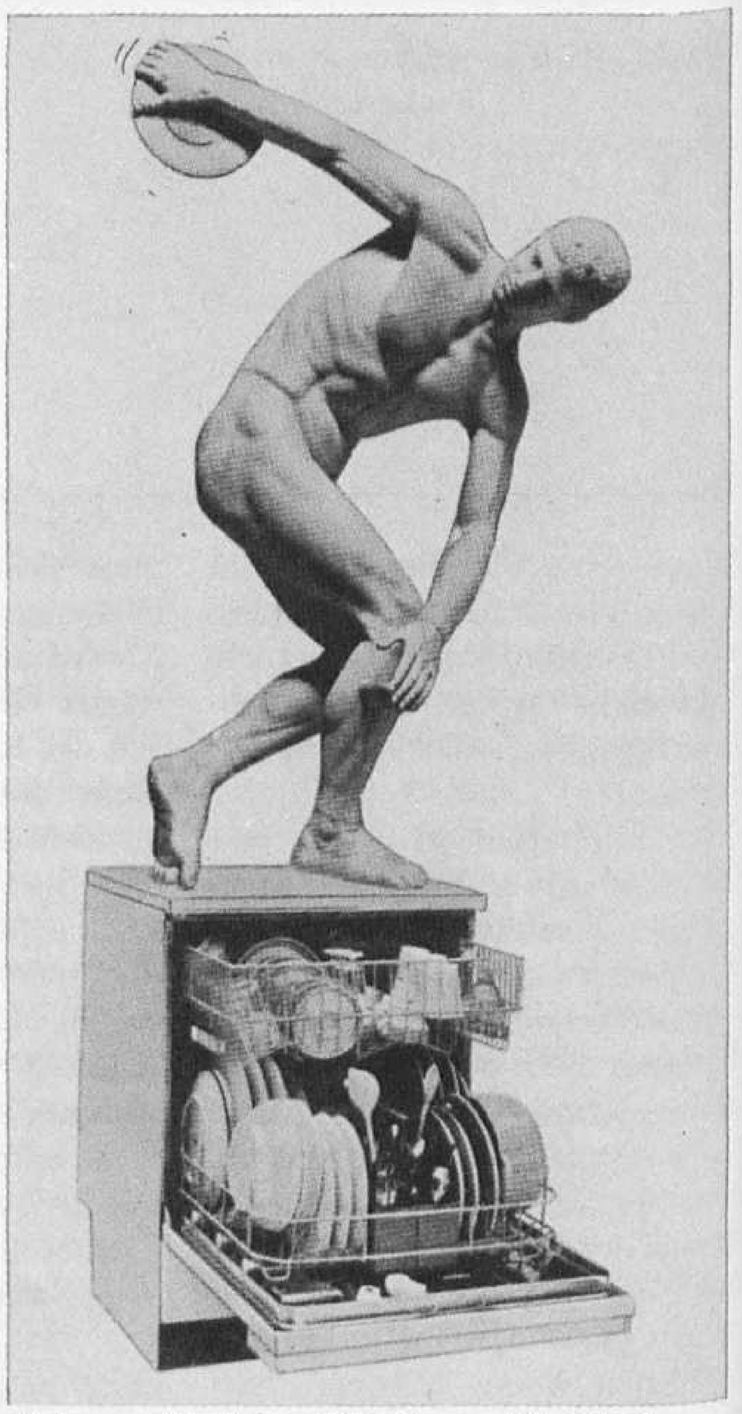
»Unsere Welt — ein verletztes System«, Ryzard Twardoch, Polen



»Forscher Raumforscher«, Agostino & Franco Origone



»Die letzte Blume«, Anton Dragos



»Wegwerfkultur«, Waldemar Mandzel

GHH-Perspektiven

Die GHH gehört zur Spitzengruppe der internationalen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus. 1976/77 betrug der Umsatz rd. 12 Mrd DM, der Auftragsbestand lag Anfang 1978 bei rd. 14 Mrd DM. Grundlage dieser kontinuierlich gestiegenen Werte ist das breit gefächerte GHH-Liefer- und Leistungsprogramm.
Von den 85000 Beschäftigten arbeiten 4500 in der Forschung und an der Entwicklung neuer Produkte und Verfahren. 1,5 Mrd DM wurden in den letzten fünf Jahren in die laufende Modernisierung der Fertigungsstätten investiert.
Für ihre Kunden in Afrika, Amerika, Asien, Australien und Europa ist die GHH Partner für Projekte der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrie, für die chemische Industrie, die Energiewirtschaft, die Verfahrens- und die Kommunikationstechnik, für Transport- und Verkehrsanlagen, für weiterverarbeitende Unternehmen und die Bauwirtschaft.
Die GHH plant, finanziert und liefert spezielle Industrieausrüstungen und komplette Anlagen. Sie übernimmt unter Einschluß logistischer Systeme auch die Auftragsforschung und -entwicklung für Energietechnik, für Raumfahrt und Werkstoffe, für Verkehrsvorhaben, für den Umweltschutz und für die Infrastruktur.
In vielen Bereichen ist die GHH nicht nur Produzent und Lieferant, sondern bietet auch vielfältige Möglichkeiten für Kooperationen.

Gutehoffnungshütte Aktienverein · Hauptabt. Presse und Information · Essener Str., 42 Oberhausen 1, Tel. (0208) 820-312

M·A·N GHH STERKRADE ROLAND OFFSET mtu RENK OWE
FERROSTAAL KIRCHFELD SCHLOEMANN SIEMAG SHW kabelmetal SCHALTBAU MÜNCHEN

Max Seeberger

DAS GEAHNTE ENDLICH BEOBACHTEN

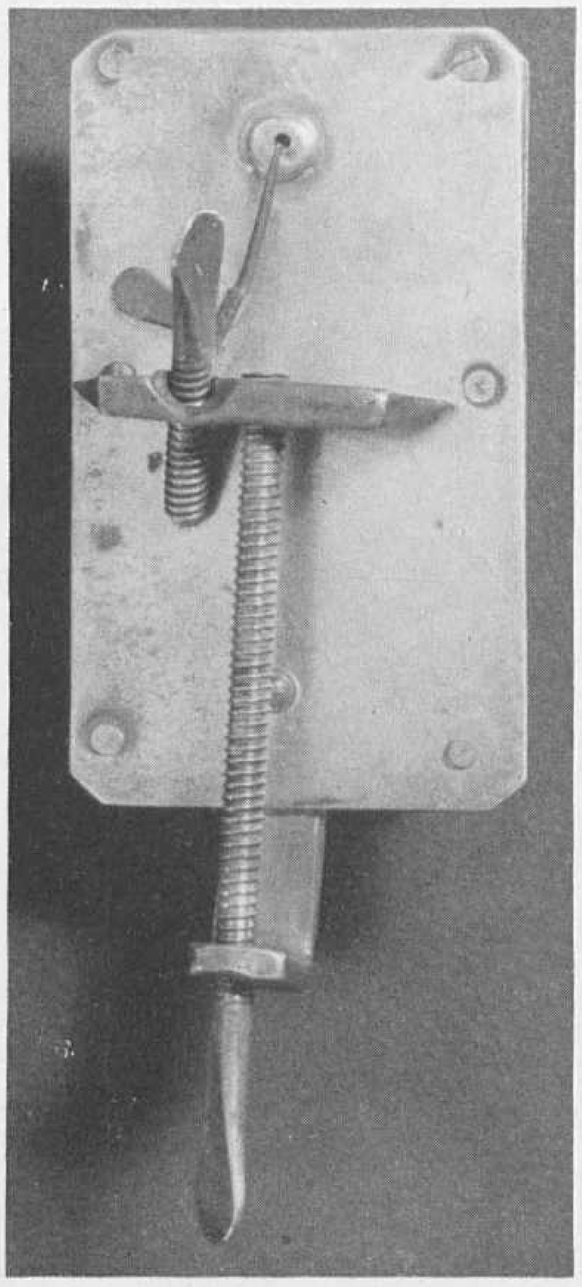
Das Geheimnis der Fortpflanzung, den Aufbau lebender Organismen und die Feinstruktur der unbelebten Materie, die ganze dem Auge verborgene Welt zu entdecken, hat uns ein Instrument ermöglicht — das Mikroskop. Eine fast lückenlose Entwicklungsreihe dieses in der Technikgeschichte bedeutungsvollen Geräts befindet sich, Fachleuten zugänglich, in der Studiensammlung des Deutschen Museums, einige wenige sind in den Sammlungen ausgestellt. Unter den 250 Exemplaren (das wertvollste ist auf eine Viertelmillion Mark versichert) ist von nahezu jedem der bekanntesten Mikroskopbauer vom 17. bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts eines vertreten.

Die Kunst des Glas- und Mineralienschleifens reicht bis weit in das Altertum zurück. So fand man bei Ausgrabungen, die etwa auf das 3. Jahrt. v. Chr. datiert wurden, in den Ruinen von Ninive eine plankonvexe Linse aus Bergkristall. Bei der Verarbeitung von Kristallen oder Glas zu Schmuck konnte den damaligen Menschen nicht verborgen geblieben sein, daß diese Materialien — sobald sie sphärische Oberflächen bekamen — eine vergrößernde oder verkleinernde Wirkung hatten; und doch kam man erst im 13. Jahrhundert n. Chr. darauf, mit Hilfe von Linsen die Fehlsichtigkeit der Augen zu beheben. Die Brille war damit erfunden, und die Kunst, Brillengläser zu schleifen, verbreitete sich rasch über ganz Europa. Dies war die Voraussetzung für die Geburt zweier wichtiger Instrumente: des Mikroskops und des Fernrohrs. Beide haben der Wissenschaft unschätzbare Dienste geleistet. Durch das Fernrohr wurden die Grenzen des mit freiem Auge erkennbaren Weltalls, des Makrokosmos, weit hinausgeschoben. Galilei gelang damit 1610, zwei Jahre nach seiner Erfindung, die Entdeckung der vier Jupitermonde, des Reliefs der Mondoberfläche, des Rings des Planeten Saturn und des Phasenwechsels der Venus — alles augenscheinliche Beweise für die Richtigkeit des von Copernicus postulierten heliozentrischen Weltbildes. Das Mikroskop dagegen hat uns eine andere vorher unsichtbare Welt, den Mikrokosmos, erschlossen.

Einfache Mikroskope

sind nur mit einer stark vergrößernden Linse ausgerüstet. Ihr Ursprung, der sich aus der lange vorher bekannten Lupe herleitet, ist nicht datierbar. *Antoni van Leeuwenhoek* aus Delft in Holland sah durch sein selbstgefertigtes Mikroskop im Jahr 1681 bei der Untersuchung von Exkrementen als erster Bakterien. Aus seinem Schreiben an die Royal Society in London vom 12. September 1683 stammt die erste Zeichnung von Bakterien, die er im eigenen Speichel gefunden hatte. Die Royal Society maß den Entdeckungen dieses Autodidakten so viel Gewicht bei, daß sie ihn als Mitglied aufnahm. (Das Deutsche Museum besitzt zwei Mikroskope von Leeuwenhoek, die Oskar von Miller 1906 zusammen mit einer Reihe anderer von dem Antiquitätenhändler M. P. Filbri in Utrecht kaufte. Aus dem Briefwechsel geht hervor, daß der Holländer, nachdem der Kauf der wertvollen Instrumente bekanntgeworden war, von seinen Landsleuten bestürmt wurde, die Geräte nicht außer Landes gehen zu lassen. Bis heute ist in der holländischen Fachwelt der Groll gegen Filbri noch nicht ganz abgeklungen.)

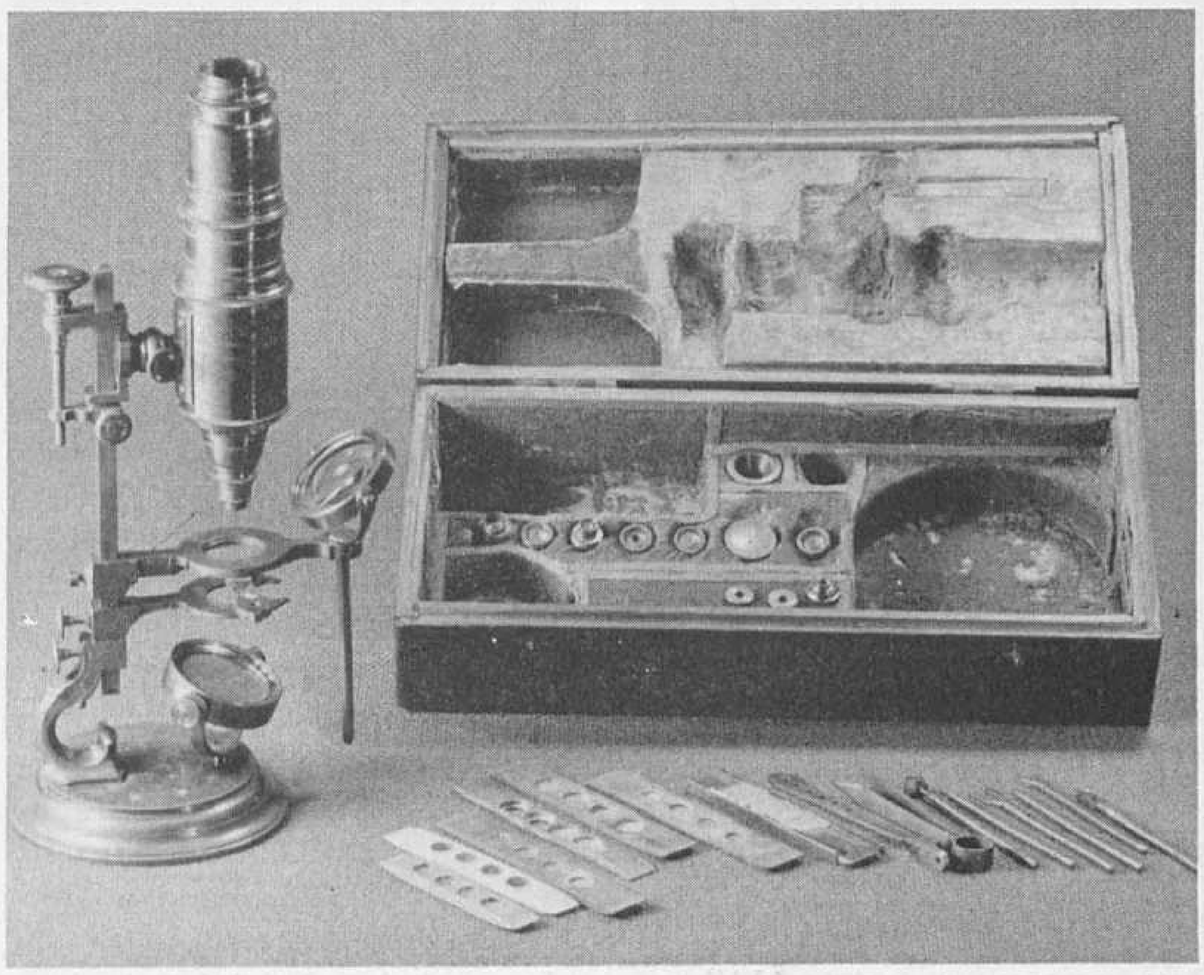
Die Erfolge, die Leeuwenhoek mit seinen primitiv anmutenden Instrumenten erzielte, sind in erster Linie zurückzuführen auf die Qualität der Linsen, die von ihm selbst geschliffen und poliert wurden. Sie ermöglichten Vergrößerungen bis zu 280fach.

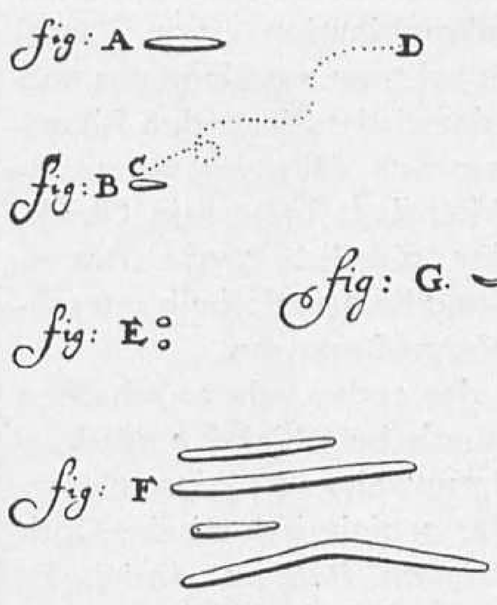


Einfaches Mikroskop aus Silber von A. Leeuwenhoek, Delft, um 1700. Die Linse befindet sich zwischen zwei vernieteten Blechplättchen. Vor der Linsenöffnung ist ein kleiner Spieß zum Befestigen der Präparate zu erkennen. (Inv.-Nr. 8880)

Neben den wenigen, die wie Leeuwenhoek das Mikroskop zu dieser Zeit für ernsthafte Forschungen verwendeten, war es vor allem die Schaulust der Fürstenhöfe und der begüterten Bürger, die der Mikroskopie zu einer raschen Verbreitung verhalf. Bevorzugtes Beobachtungsobjekt war, da jederzeit greifbar, der Floh, und es wurden sogar sogenannte »Flohgläser« hergestellt, die als einziges Beobachtungsobjekt in einem Büchschen mit Glasboden nur diesen Peiniger der damaligen Menschheit enthielten, der darin durch eine stark vergrößernde Linse betrachtet werden konnte.

Mikroskop mit Zubehör von G. F. Brander, Augsburg, um 1750. (Inv.-Nr. 2753)





Erste Abbildungen von Bakterien nach Leeuwenhoek, 1683. Aus seinem Brief vom 12. 9. 1683 an Myn Heer François Aston.

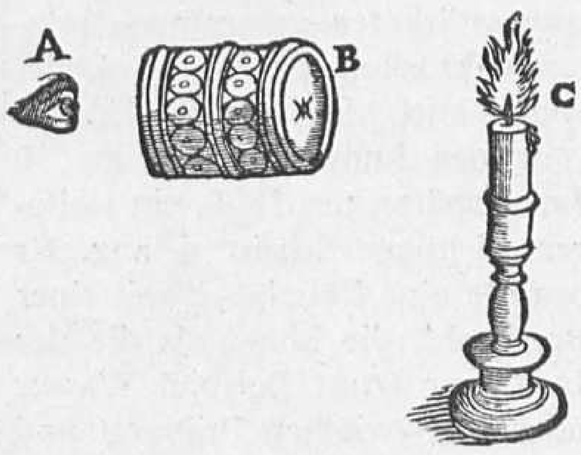


Abbildung eines Flohglases nach Zahn aus Zahns Oculus artificialis, 1685.

durch eine stark vergrößernde Linse betrachtet werden konnte.

Über seine Beobachtungen berichtet Monfetus in »Thomas Monfetus, theatrum insectorum sive minimorum animalum, London 1634«: ». . . Und mehr noch, wenn Du die Schaugläser aus linsenförmigen Kristall zur Hand nimmst, so wirst Du staunen vor dem dunkelroten Aussehen der gepanzerten Flöhe mit ihrem borstenstarrenden Rücken und den haarigen Beinen, und der zwischen zwei Fühlhörnern hervorragenden Röhre, der bitteren Qual der Mädchen, die der menschlichen Ruhe während des Schlafes besonders feindlich ist . . .« In E. T. A. Hoffmanns Märchen vom »Meister Floh« (1822) wirkt dieses Schauobjekt und das Interesse, das es in den ersten »Mikroskopikern« weckte, noch nach.

Ein anderer bekannter Hersteller von einfachen Mikroskopen zu Ende des 17. Jahrhunderts war *Johannes van Musschenbroek* aus Leiden (von dem das Deutsche Museum zwei Originale und eine Nachbildung besitzt). Seine Mikroskope sind — im Gegensatz zu

Links: Merkurstatue als einfaches Mikroskop, vermutlich Ausgang 18. Jahrhundert — eine Kuriosität. (Inv.-Nr. 611)

jenen von Leeuwenhoek — im mechanischen Teil sehr viel aufwendiger und komfortabler ausgerüstet; mit Schiebern, in denen Linsen unterschiedlicher Vergrößerungen befestigt sind, mit einer Reihe von Blenden für variable Beleuchtungsverhältnisse und einer Anzahl von Vorrichtungen zum Befestigen der zu betrachtenden Objekte.

Die einfachen Mikroskope wurden für wissenschaftliche Untersuchungen bis zum 19. Jahrhundert verwendet. Ihr Vorteil im Vergleich zu den zusammengesetzten (die mindestens zwei Linsen, Objektiv und Okular aufweisen) bestand darin, daß sie auch bei starken Vergrößerungen ein schärferes Bild lieferten. Die zusammengesetzten waren dagegen zunächst mit großen Abbildungsfehlern behaftet. Erst die Einführung achromatischer Objektive, die den besonders störenden Farbfehler beseitigten, machte sie den einfachen überlegen.

Zusammengesetzte Mikroskope

Das zusammengesetzte Mikroskop wurde um 1590 von den beiden Brillenglasschleifern *Johannes* und *Zacharias Janssen* aus Middelburg in Holland erfunden. (1608 erfand dort ihr Zunftgenosse Hans Lipperhey das Fernrohr.) Brillenglasschleifer befanden sich damals bereits in jeder größeren Stadt und dementsprechend viel wurde auch mit Linsen herumhantiert. Die Wahrscheinlichkeit war groß, daß beim spielerischen Hintereinanderhalten geeigneter Linsen das Entstehen eines vergrößerten Abbildes von dem betrachteten Gegenstand entdeckt wurde. Sicher wäre es nur eine Frage der Zeit gewesen, bis auch andere Optiker diese Erfahrung gemacht hätten. Es entstand auch bald ein heftiger Streit über die Priorität dieser Erfindung, die unter anderem auch Galilei zugeschrieben wurde.

In England, das mit Frankreich im 18. Jahrhundert die meisten Mikroskope erzeugte und lieferte, baute *Edmund Culpeper* einen Typ, der aufgrund seiner einfachen Konstruktion preiswert herzustellen war und über ein Jahrhundert lang ziemlich unverändert blieb. In Deutschland war es zur gleichen Zeit vor allem Nürnberg, wo in Manufakturbetrieben billige Mikroskope aus Holz und Pappe in großer Stückzahl hergestellt wurden; so konnten sie auch in weniger begüterten Kreisen starke Verbreitung finden. Sie wurden als »Nürnberger Pappemikroskope« ein Begriff.

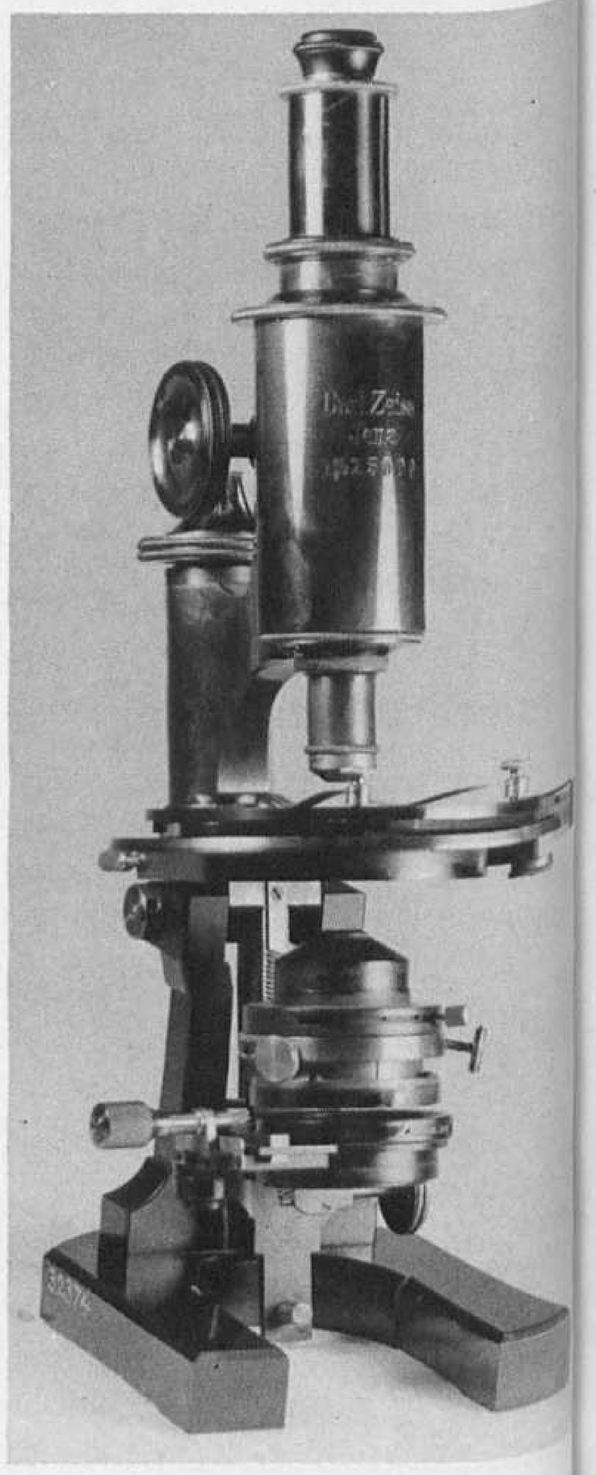
Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts verbesserte man laufend den mechanischen Teil und das Zubehör. Es entstanden wahre Kunstwerke feinmechanischer Art, wie zum Beispiel die Mikroskope des Augsburger Instrumentenmachers *Georg Friedrich Brander* oder der Engländer *George Adams* und *Benjamin Martin*. Die optische Leistung blieb jedoch mangelhaft, solange man es — wie schon erwähnt — nicht beherrschte, achromatische Objektive herzustellen. Erst sie beheben die Unschärfe, die durch unterschiedliche Ablenkung der Farben des Lichtes bedingt ist, und zwar für die beiden äußersten Farben des sichtbaren Spektrums, Rot und Blau.

Im Jahr 1791 gelang es dem Holländer *Francois Beeldsnyder*, ein achromatisches Objektiv mit einer Linsenkombination von zwei Bikonvexlinsen aus Kronglas und einer dazwischenliegenden Bikonkavlinse aus Flintglas herzustellen. Allerdings hatte sein Objektiv eine ziemlich große Brennweite und lieferte deshalb nur mäßige Vergrößerungen.

Einer der ersten, die es schafften achromatische Objektive mit kurzen Brennweiten zu konstruieren, war der geniale italienische Optiker *Giovan Battista Amici*. Er schuf um 1820 ein Objektivsystem mit einer kurzbrennweitigen halbkugelförmigen Frontlinse und drei nachgeschalteten Doppellinsen aus Kron- und Flintglas. Damit war der Durchbruch zu leistungsstärkeren zusammengesetzten Mikroskopen gelungen. Amici war es auch, dem mit der Einführung des Immersionsprinzips 30 Jahre später, um 1850, ein weiterer wichtiger Schritt gelang. Er brachte eine Flüssigkeit mit einer Brechzahl, die höher als die der Luft war (zum Beispiel Wasser oder Öl), zwischen Präparat und Objektiv. Damit bekommt man wesentlich mehr Licht durch das Objektiv und somit hellere Bilder; auch das Auflösungsvermögen (der kleinste Abstand, unter dem man zwei Punkte noch getrennt wahrnimmt) erhöht sich.

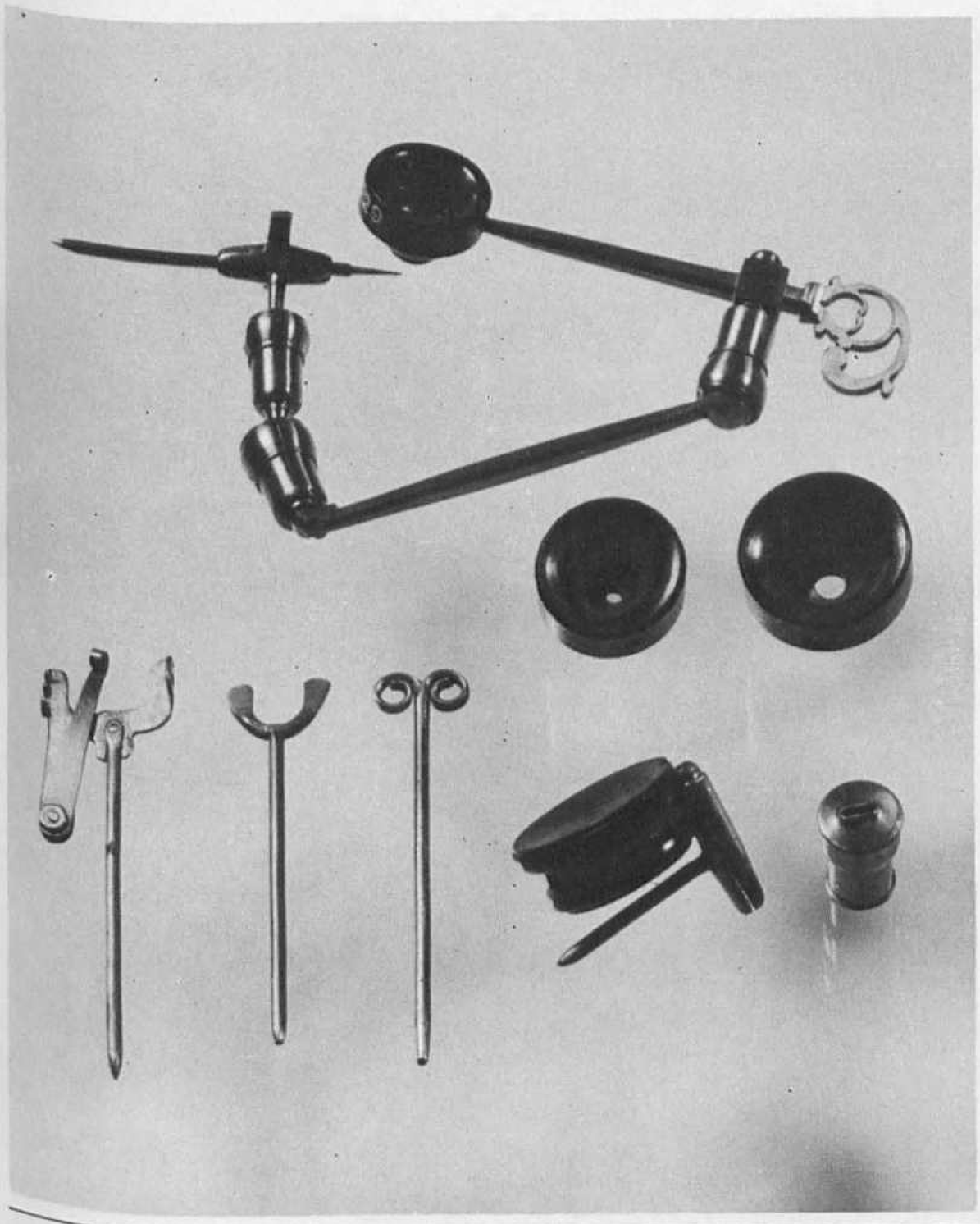
Großes Universalmikrosko
G. Adams u. Sohn, Londo
1770. (Inv.-Nr. 40 290)

Aus der fruchtbaren Zusammenarbeit von *Ernst Abbe, Carl Zeiss* und *Otto Schott* gingen dann um 1875 die Apochromatsysteme hervor, die nicht nur für zwei Farben des Spektrums, Rot und Blau, sondern auch noch für eine dritte dazwischenliegende Farbe korrigiert sind. Sie vereinigen damit praktisch alle Farben sehr nahe in einem Punkt, was zur Folge hat, daß die Bilder ohne die Schärfe negativ beeinflussende Farbsäume sind. Abbe und Zeiss stellten die Fertigung der Mikroskope erstmals auf eine wissenschaftliche Basis, und Schott lieferte dazu die optischen Gläser mit genau definierten Eigenschaften. Die Zeit des »Pröbelns«, in der die Güte eines Abbildungssystems nicht von exakter Berechnung, sondern von der Erfahrung



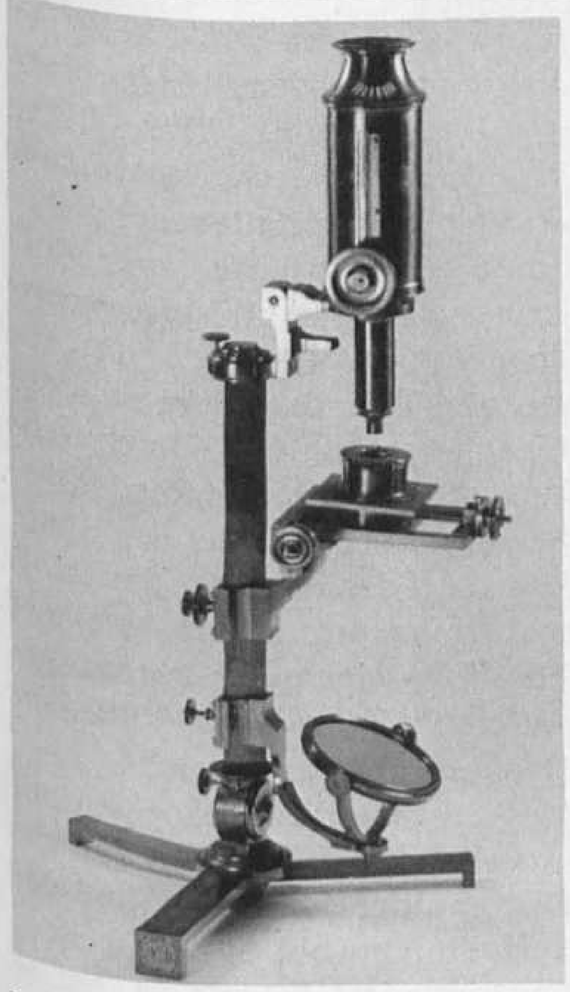
Mikroskop mit zentrierbarem, achromatischem Kondensor von Zeiss, Jena 1901.
(Inv.-Nr. 32 374)

Einfaches Mikroskop mit Zubehör von J. Musschenbroek, Leiden, um 1700. (Inv.-Nr. 60 529)



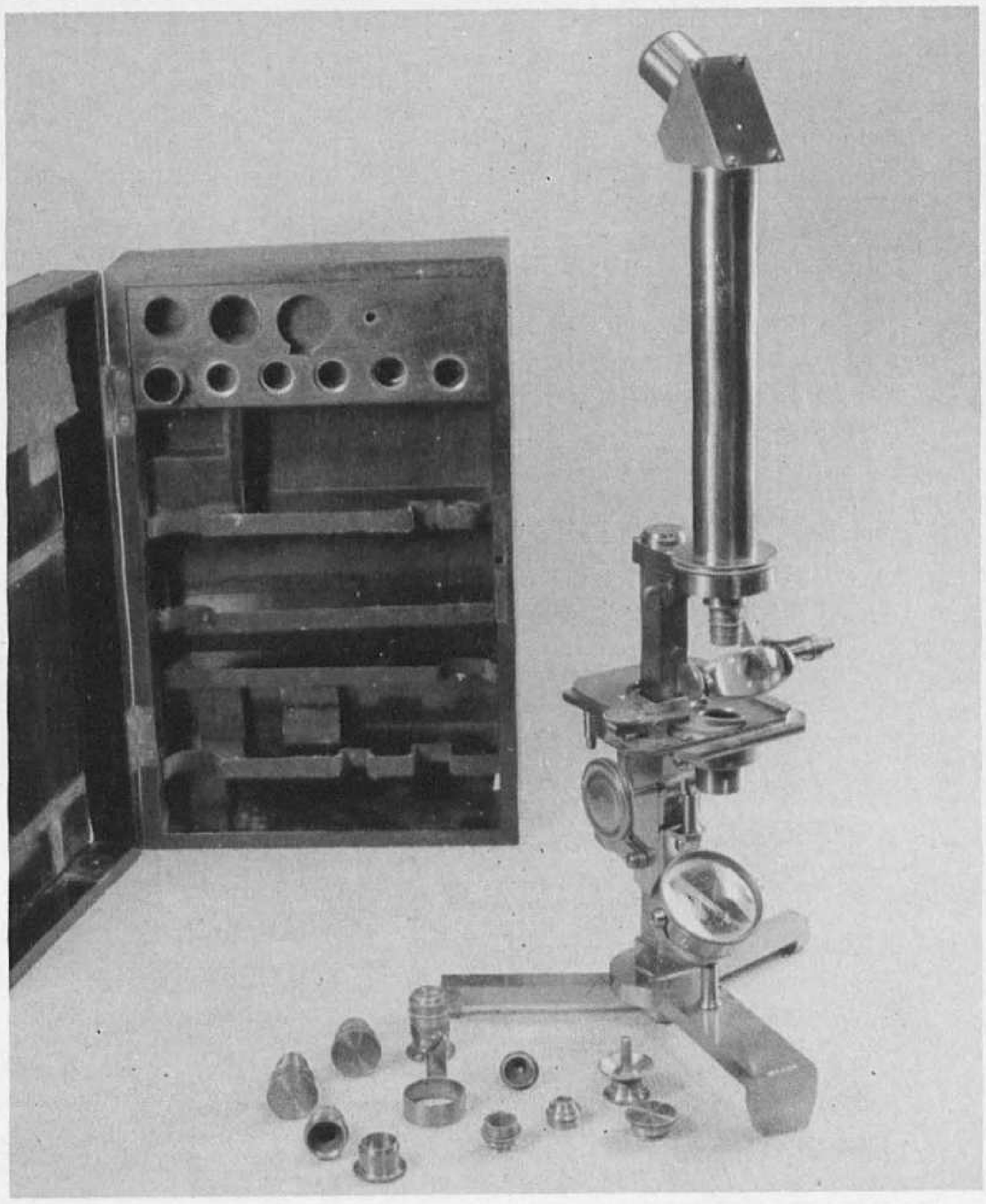
Mikroskop von E. Culpeper, London, um 1700. Dieser Typ war wegen seiner einfachen Konstruktion preiswert herzustellen und wurde länger als 100 Jahre ziemlich unverändert gebaut. (Inv.-Nr. 8874)

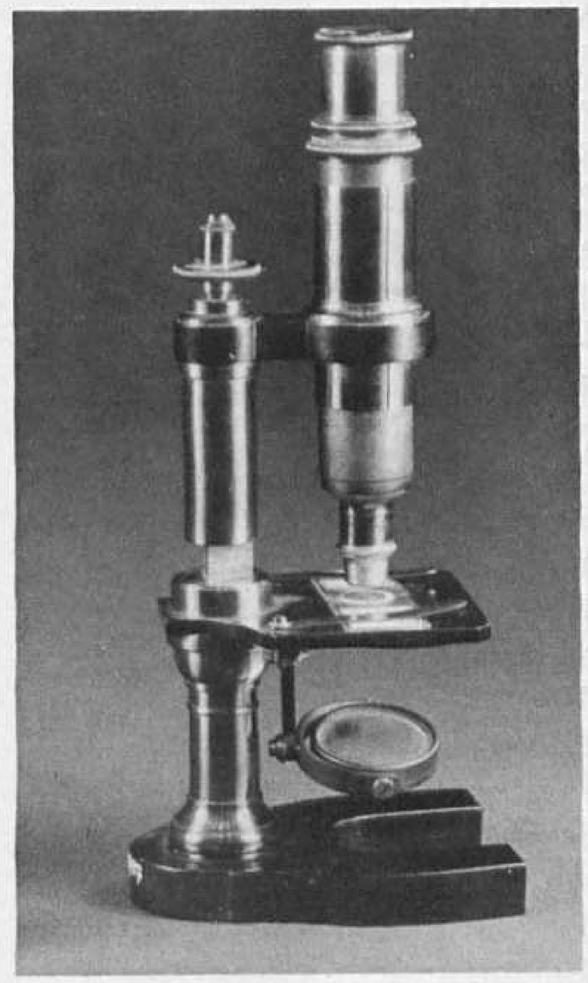
»Nürnberger Pappemikroskop«, um 1800. Sein geringer Preis trug zur raschen Verbreitung bei. (Inv.-Nr. 21 305)



Mikroskop von B. Martin, London, um 1775. (Inv.-Nr. 8876)

Mikroskop von G. B. Amici, Florenz, um 1830, mit Amicischem Beleuchtungsprisma. Amici war der erste, der brauchbare, auch für starke Vergrößerungen geeignete achromatische Objektive herstellte. (Inv.-Nr. 62 384)





Mikroskop von Nachet & fils, Paris, um 1870, aus dem Besitz von Louis Pasteur. (Inv.-Nr. 75 907)

seines Herstellers abhing, war damit endgültig vorbei.
Die neuen Mikroskope ermöglichten zusammen mit neuen Präparationstechniken, zum Beispiel dem Einfärben der Präparate, Männern wie Robert Koch und Louis Pasteur, Bakterien nicht nur zu erkennen, sondern auch voneinander zu unterscheiden. So schreibt Robert Koch im Jahr 1878 in seiner Arbeit »Neue Untersuchungen über die Mikroorganismen bei infektiöser Wundkrankheit«: »Mit der Verbindung geeigneter Färbungen, des Abbeschen Condensors und der homogenen Ölimmersions-Systeme ändert sich die Sachlage vollständig. An den Präparaten, in denen vorher gar keine oder wenig charakteristische Bakterien zu sehen waren, zeigte dies neue Verfahren in überraschender Weise selbst die kleinsten Bakterienformen mit einer solchen Klarheit und Schärfe des Bildes, daß sie mit Leichtigkeit zu erkennen und von anderen gefärbten Objekten im Präparat ganz sicher zu unterscheiden waren.« Die dadurch ermöglichte Entwicklung von Bekämpfungsmethoden befreite die Menschen erstmals von den Schrecken verheerender Seuchen wie der Cholera und der Tuberkulose. (Ein Mikroskop von *Nachet & fils* in Paris aus dem Besitz Louis Pasteurs befindet sich im Deutschen Museum.)
In der folgenden Zeit wurden vor allem auf dem Gebiet der Beleuchtungseinrichtungen und der Beobachtungstechniken große Fortschritte erzielt, die Vergrößerung jedoch konnte nicht mehr gesteigert werden. Hier war man an die Grenze gestoßen, die durch die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes gegeben war. Die Verwendung des kurzwelligen, für das menschliche Auge unsichtbaren ultravioletten Lichtes steigerte das Auflösungsvermögen auf 10^{-7} m.

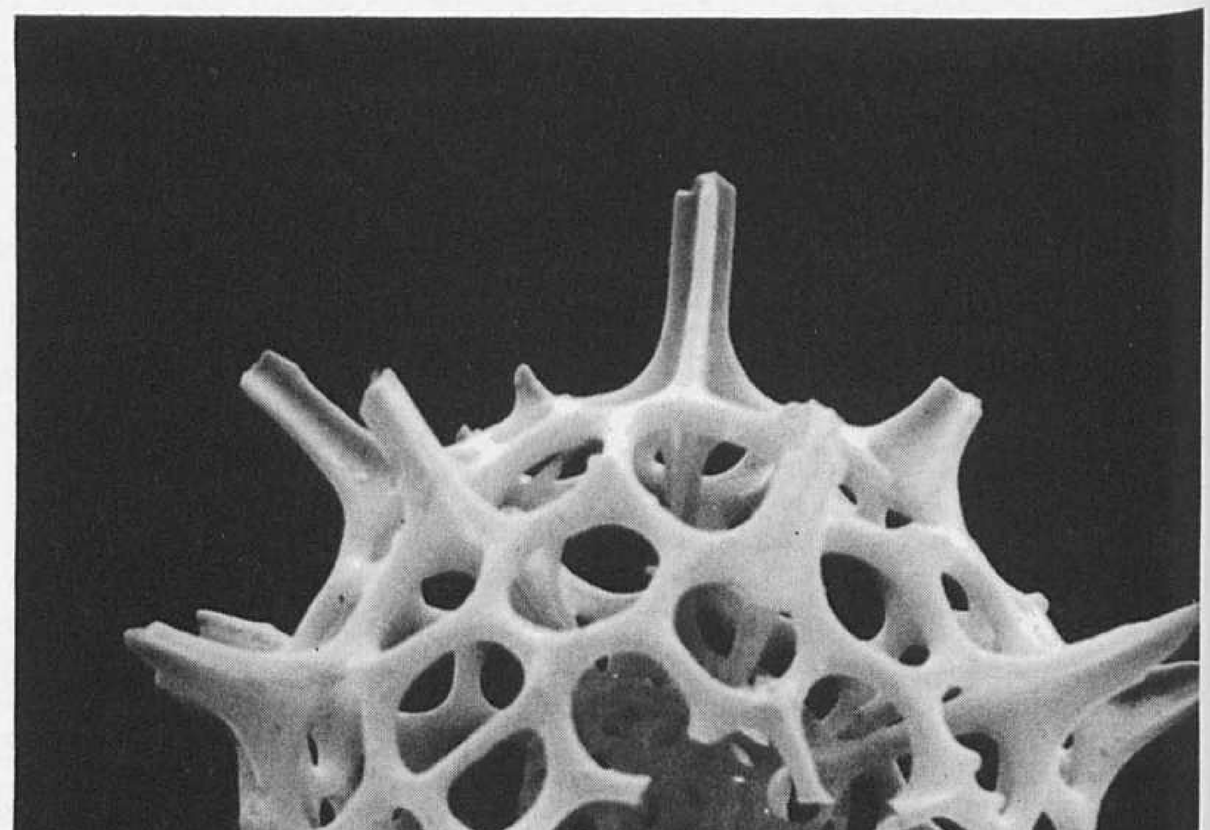
Elektronenmikroskope

Wollte man noch weiter in die Mikrowelt eindringen, benötigte man Abbildungsstrahlen mit noch kürzeren Wellenlängen. Durch die Erfindung des Durchstrahlungs-Elektronenmikroskops um 1930 (*Ernst Ruska* und *Max Knoll* des elektromagnetischen, *Ernst Brüche* und *Helmut Johannson* des elektrostatischen), das mit Elektronenstrahlen als Abbildungsstrahlen und elektromagnetischen oder elektrostatischen Feldern als Linsen arbeitet, kommt man bis heute zu einem Auflösungsvermögen von ca. $3 \cdot 10^{-10}$ m. Damit ist man fast bei den kleinsten Objekten angelangt, bei den Atomen mit einem Radius von ca. 10^{-10} m.

Raster-Elektronenmikroskope

arbeiten nach einem ganz anderen Prinzip. Bei ihnen wird ein scharf gebündelter Elektronenstrahl, sein Durchmesser beträgt rund 10^{-9} m, rasterförmig über das Objekt bewegt. Dabei werden aus dem meist mit einer Metallschicht bedampften Präparat Sekundärelektronen ausgelöst, und zwar je nach Struktur mehr oder weniger. Diese werden mittels eines Szintillators und Sekundärelektronenvervielfachers verstärkt und damit die Intensität des Elektronenstrahls einer Fernsehröhre

So »körperlich« sieht man die Welt des Mikrokosmos durch ein modernes Rasterelektronenmikroskop. Hier: eine Radiolarie. Vergrößerung: 1200 : 1. (Institut Dr. Klingele, München)



gesteuert. Dieser Strahl läuft mit dem abtastenden Elektronenstrahl synchron. Die Bilder des Rasterelektronenmikroskops zeichnen sich vor allem durch ihre große Tiefenschärfe aus. Aufgrund ihres Auflösungsvermögens von ca. 10^{-8} m kann man sagen, daß sie die Lücke zwischen Lichtmikroskop und Durchstrahlungselektronenmikroskop schließen. Von der Brillanz der Bilder kann sich der Besucher des Deutschen Museums in der Abteilung Physik an einem vor kurzem gestifteten Zeiss-Gerät, Baujahr 1978, selbst überzeugen.
Heute ist das Mikroskop ein unentbehrliches Instrument für alle Bereiche der Forschung und der Technik. Obwohl es den meisten von uns nicht bewußt ist, hat es wie kein anderes unser Leben verändert. Es hat uns ermöglicht die kleinen Ursachen zu entdekken, die zu großen Wirkungen führen.

Rasterelektronenmikroskop NOVASCAN 30 Zeiss, Oberkochen 1978. (Inv.-Nr. 78/280)

Ein völlig neues Mikroskopsystem hat sich weltweit bewährt.
Ein Konzept hat sich durchgesetzt.
Das System ist komplett.
Ob aufrecht oder umgekehrt –
Ob spezielle Kontrastierungsverfahren –
Ob Fluoreszenz und Polarisation –
Ob Photometrie, im Sichtbaren und im UV –
Ob Fernsehbildanalyse ...
Der Zeiss Axiomat ist das aktuelle, moderne Mikroskopsystem.

Über den Zeiss Axiomat
muß man einfach Bescheid wissen!

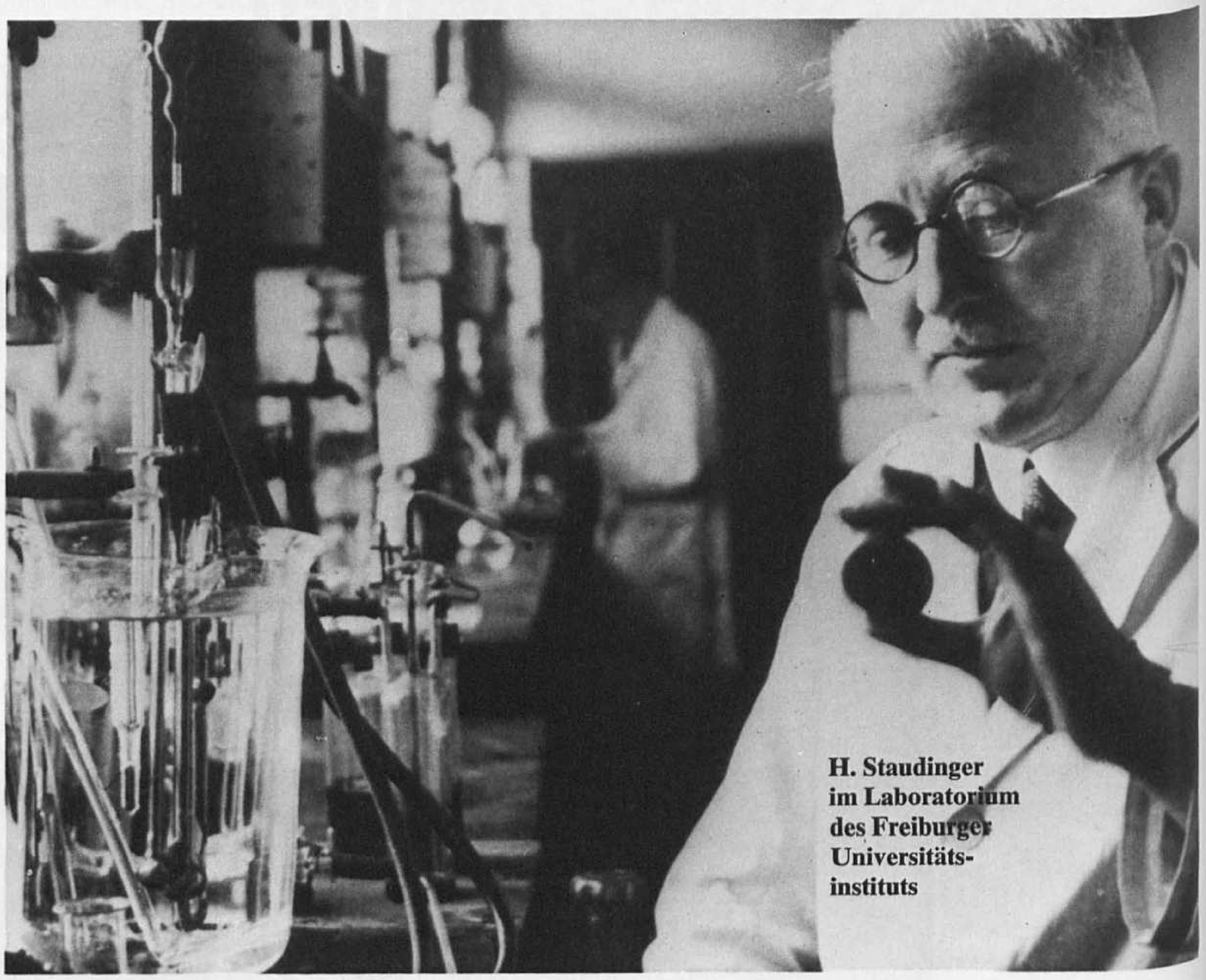
Sprechen Sie mit uns darüber
oder schreiben Sie an
Carl Zeiss
D-7082 Oberkochen.

ZEISS
West Germany

Der Blick
in die Zukunft

Claudia Krüll

Hermann Staudinger



H. Staudinger im Laboratorium des Freiburger Universitäts-instituts

Aufbruch ins Zeitalter der Makromoleküle

Die Makromoleküle beherrschen unser Plastikzeitalter. Plastikschuhe, Kunststoffkleidung, Plastikbestecke und -geschirre, Kunststoffpfannen, Kunststoffböden, Plastikmöbel, Plastikblumen — all das ist im wesentlichen aus Makromolekülen aufgebaut. Aber auch Eiweiß und Muskelglykogen als Gerüstsubstanzen und Reservestoffe des menschlichen und tierischen Organismus, denen Zellulose und Stärke der Pflanzen entsprechen, gehören zu den Riesenmolekülen. So gesehen, begann das Zeitalter der Makromoleküle in dem Augenblick, als die Natur die ersten Aminosäuren in endlos langen Eiweißketten aneinanderreihte und die einzelnen Zuckermoleküle zu Zellulose und Stärke zusammensetzte. Das Zeitalter der Kunststoffe ist demgegenüber sehr viel jünger. Seine Anfänge reichen bestenfalls in die erste Hälfte des vorigen Jahrhunderts zurück.

Aus der Geschichte

Vielleicht könnte man 1837 als Geburtsjahr ansetzen. Es war das Jahr, in dem Justus von Liebig in seinem Gießener Labor das erste Kunstharz aus Acetaldehyd herstellte.

Seit 1897 kannte man das Galalith und 1900 veröffentlichte Emil Fischer seine ersten grundlegenden Arbeiten über den Aufbau der Polypeptide (Eiweiße) und Polysaccharide (Glykogen, Stärke und andere Kohlenhydrate). Bis 1920 kannte man bereits die Polyacrylsäuren sowie deren Ester, das Glyptalharz, die Anilin-Formaldehydharze, Zelluloseäther, Polymerisationsprodukte des Isoprens, Acetylzellulose, das Cellophan — jede Menge Kunstharze und Kunstlacke.

Die Synthese des Kautschuks war zu Beginn dieses Jahrhunderts interessant geworden. Die seit 1912 stürmisch anwachsende Automobilindustrie hatte die Kautschukpreise auf dem Weltmarkt in schwindelnde Höhen getrieben. Wenngleich seit 1890 ständig neue Kautschukplantagen aus dem Boden englischer und französischer Kolonien emporschossen, konnte der gewaltige Bedarf bald kaum noch gedeckt werden.

1909 meldete Fritz Hofmann, ein Chemiker der Firma Bayer-Elberfeld, das erste Patent zur Darstellung synthetischen Kautschuks nach dem sogenannten Wärmepolymerisationsverfahren an. 1912 nahm Bayer die Produktion des Methylkautschuks auf. Stolz fuhr der Direktor des Werkes, Carl Duisberg, in einem Automobil auf Methylkautschukreifen durch Deutschland und sogar Kaiser

Wilhelm II. selbst kutschierte auf den Kunststoffreifen der Firma Continental durch sein Reich.

1902 schloß Carl Harries aus den Ergebnissen seiner Kautschukforschung, daß die Naturlatex aus langen Molekülketten aufgebaut sein müsse, entstanden durch eine vielfache Aneinanderreihung des Grundbausteins Isopren. Er hatte ja so recht! Leider ließen ihn seine weiteren Forschungsergebnisse bald wieder an der Richtigkeit dieser These zweifeln. Er widerrief sie und behauptete nunmehr, der Kautschuk sei aus kleinen, ringförmigen Molekülen aufgebaut, bestehend aus maximal acht Isopreneinheiten. Wie erklärte man sich dann aber, daß Kautschuk, Zellulose und Stärke, ebenso wie die meisten synthetischen Polymeren, wenn überhaupt, nur kolloid in Lösung gingen? Bringt man »normale« organische Substanzen in ein geeignetes Lösungsmittel, z. B. Rohrzucker in Wasser, so erhält man über kurz oder lang eine ebenso klare Lösung wie diejenige von Kochsalz in Wasser. Die polymeren Stoffe verhalten sich jedoch anders. Ihre Lösungen bleiben trübe. Gegen das Licht betrachtet, sieht man Tausende von kleinen Teilchen glitzernd in dem Lösungsmittel schweben (der sogenannte Tyndall-Effekt).

Die damalige Erklärung war einfach: Die Moleküle würden einander sehr stark, durch sogenannte Nebenvalenzkräfte, anziehen, so daß sie zu größeren Gebilden, den »Mizellen«, zusammenklumpten und nur in dieser Form in Lösung gingen. Im übrigen ließ man als ernstzunehmender Chemiewissenschaftler doch lieber ganz die Finger von dieser unerquicklichen »Schmierenchemie« mit ihren ominösen Produkten.

Arthur Voss, einer der führenden Kunststoffchemiker der Hoechster Werke, hat die psychologische Grundhaltung der Chemiker gegenüber den Kunststoffen später einmal sehr treffend formuliert: »Noch im ersten Viertel unseres Jahrhunderts galt die Auffassung: auf jeden Fall mußte ein chemischer Körper ein durchaus einheitliches Individuum von absolut einheitlicher Struktur sein. Und die Aufgabe des pflichtbewußten, rastlos tätigen Chemikers war es, allen noch frei umherschweifenden Individuen nachzujagen, sie in eine Formel zu pressen und, gut etikettiert, ins zukommende Fach zu stellen. Was sich aber gegen alle Lebensweise spröde erwies oder, besser gesagt, allen sorgfältigen Bemühungen des Reinigens, Umkristallisierens, Umfällens, Destillierens, Sublimierens auch im höchsten Vacuum elastisch auswich, auf Grund seiner plastischen, harzigen, klebrigen, kautschukartigen oder schleimigen Eigenschaften, das wurde mit verächtlichem Pfui, als des Erforschens unwürdig, in den Dreckeimer befördert. Mit so etwas beschmierte ein berufstolzer erstklassiger Chemiker sich nicht, sondern überließ diese Schweinerei mit einem Nasenrümpfen den traurigen Berufsgenossen, die sich, aus Mangel an Fähigkeit oder Selbstvertrauen, mit so was befaßten.«

In diese Situation hinein veröffentlichte Hermann Staudinger 1920 zum ersten Mal seine Ansichten über die Struktur der synthetischen und natürlichen Polymeren. Er behauptete, all diese Substanzen, wie Polystyrole, Polyoxymethylene und PVC, aber auch die natürlichen Stoffe Kautschuk, Zellulose und Stärke, seien aus Tausenden und Abertausenden von Grundeinheiten aufgebaut, die untereinander genauso über Hauptvalenzen verknüpft seien wie die Atome eines einzelnen Moleküls auch.

Die Fachwelt schüttelte den Kopf

Wie kam dieser renommierte Wissenschaftler dazu, plötzlich einen so hanebüchenen Unsinn zu verbreiten! Ja, wie war es dazu gekommen?

Als er 1899 mit dem Studium in Worms begann, wollte er eigentlich gar nicht Chemiker, sondern Botaniker werden. Da jedoch ein Freund seines Vaters ihm riet, sich zu diesem Zweck besser erst einmal etwas mit der Chemie als Grundwissenschaft der Biologie zu beschäftigen, begann er mit analytisch-chemischen Arbeiten im Volhardschen Labor. »Dieses ›Vorstudium‹ habe ich bis heute nicht abgeschlossen, und die nachstehende Zusammenstellung meiner Arbeiten gibt einen Bericht über die umfangreichen chemischen Vorarbeiten für mein Studium der Botanik!« So schrieb der Achtzigjährige in der Einführung zu seinen »Arbeitserinnerungen«. In der Tat zeugen neun klein und eng gedruckte Bände, die unter dem Titel »Das wissenschaftliche Werk Hermann Staudingers« nur einen Teil all seiner Publikationen enthalten, von dem wahrhaft eindrucksvollen Umfang seiner chemischen Arbeiten.

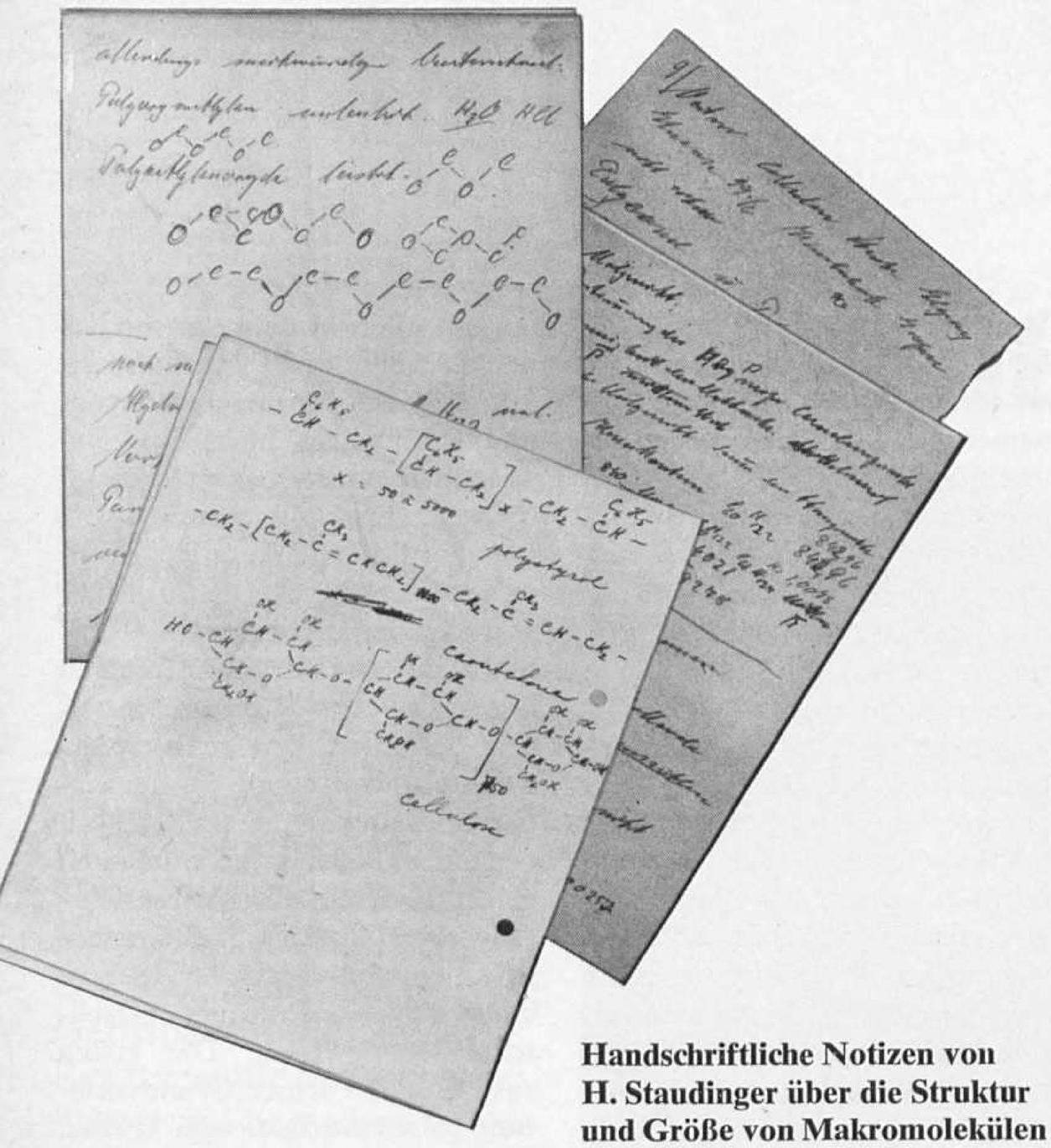
Nach seiner Promotion in Halle ging Staudinger als Assistent zu Johannes Thiele nach Straßburg. In dessen Labor gelang ihm 1905 — eigentlich eher durch Zufall — der große Wurf: er entdeckte eine völlig neue, bis dahin unbekannte Stoffklasse der organischen Chemie, die Ketene. Im Frühjahr 1907 habilitierte er sich über dieses Thema, im Sommer desselben Jahres hielt er einen entsprechenden Vortrag vor der staunenden Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, und im Oktober siedelte der Sechsundzwanzigjährige als Extraordinarius und eine Art »Wunderkind der Chemie« an die Technische Hochschule in Karlsruhe über. Einer weiteren steilen Hochschulkarriere stand nichts mehr im Wege.

Die Ketene erwiesen sich als sehr dankbares Betätigungsfeld. Sie gehören zu den reaktionsfreudigsten organischen Substanzen, und was immer Staudinger auch mit ihnen anstellte, es entstanden wiederum neue, bis dahin unbekannte Produkte, wie zum Beispiel verschiedene Vierringverbindungen. Bald kam er mit der Veröffentlichung seiner zahlreichen Arbeitsergebnisse kaum noch nach.

1912 nahm er einen Ruf an die Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich an, als Nachfolger von Richard Willstätter.

1914 brach der Erste Weltkrieg aus. Staudinger saß in der neutralen Schweiz und verfolgte das Geschehen mit wachsendem Entsetzen. Nicht nur, daß er als Naturwissenschaftler und reiner Pragmatiker einen Krieg zwischen hochindustrialisierten Staaten mit allen Mitteln der modernen Technik des 20. Jahrhunderts grundsätzlich für ungerechtfertigt und wahnwitzig hielt; was ihn vor allem empörte, war die systematische Nutzung chemisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse für militärische Zwecke in Form des grauenvollen Gaskrieges. Zunächst äußerte er diese Ansichten nur in privatem Kreis und in seinen besorgten Briefen an Verwandte und Freunde im benachbarten Deutschland. Bald jedoch begann er auch seine Studenten eindringlich auf ihre Verantwortung als zukünftige Naturwissenschaftler und Techniker gegenüber der menschlichen Gesellschaft hinzuweisen. Die ersten zwei Stunden seiner Grundvorlesung galten einzig diesem Thema. Er selbst ging mit gutem Beispiel voran:

In den Bibliotheken Zürichs suchte er sich mit großer Sorgfalt alle notwendigen Fakten über technische Herstellung, Produktionsziffern, chemische und medizinische Wirkung sowie militärische Anwendung der chemischen Kampfstoffe heraus. Seine an diese Informationen anknüpfenden Überlegungen brachte er zunächst in Form einiger Berechnungen zu Papier. Aus den Daten über die europäische Produktion an Zyankali und Blausäure und der letalen Dosis dieses Giftes berechnete er zum Beispiel, daß 9,2 Milliarden Menschen mit einer Jahresproduktion vernichtet werden könnten; daß das vorhandene Chlorzyan ausreiche, um ein Zehntel der Schweiz damit zu verseuchen, und ». . . ohne Schwierigkeit 500mal mehr, also Deutschland und Frankreich — Preis: 1 Tonne 1000 Frk., also 20 Millionen Frk. — 20 Milliarden Menschen zu vergiften.« Mehrere Notizzettel, beschrieben in Staudingers kleiner Sütterlinschrift, zeugen von den Gedankengängen, die ihn schließlich dazu trieben, als entschiedener Gegner des Gaskrieges an die breite Öffentlichkeit zu treten. Er arbeitete eng zusammen mit dem Internationalen Roten Kreuz, für das er als Fachinformant und Gutachter tätig war und in dessen Organ er seine Warnungen publizierte. Ende 1917 sandte er seine



Handschriftliche Notizen von H. Staudinger über die Struktur und Größe von Makromolekülen

Analyse der Lage, einschließlich daran anknüpfender düsterer Voraussagen und einiger praktischer Empfehlungen, zur raschen Beendigung des tobenden Krieges an die militärische Leitung Deutschlands und Österreichs sowie an den Papst.

Die Schmierenchemie

Staudingers Interesse für die hochpolymeren Verbindungen der »Schmierenchemie« ergab sich ganz allmählich als Konsequenz seiner Forschung auf niedermolekularem Gebiet. An der Karlsruher Technischen Hochschule arbeitete während Staudingers dortigem Aufenthalt auch Carl Engler, ein Experte der Erdölchemie und der Autoxydationsreaktionen. Er riet Staudinger, mit seinen Ketenen doch auch einmal derartige Autoxydationsversuche durchzuführen, und dabei erhielt dieser neben einigen interessanten und analysierbaren Produkten bisweilen auch undefinierbare, harzartige Gebilde, die kaum in Lösung zu bringen waren und deren Zusammensetzung und Struktur unklar blieben.
Will ein Chemiker die Mechanismen aufklären, nach denen die zu untersuchende Substanz chemisch reagiert, so führt er häufig sogenannte Analogreaktionen durch, d. h., er verfolgt zunächst das Verhalten ähnlicher Verbindungen, deren Strukturen bereits bekannt und deren Reaktionen leichter durchschaubar sind. Im Zusammenhang mit seinen Beobachtungen über die Spaltung verschiedener Vierringe beschäftigte Staudinger sich deshalb bereits 1909 auch mit der pyrogenen Spaltung anderer Ringsysteme, vor allem mit der von Sechsringen. Dabei fand er heraus, daß die Substanzen Limonen, respektive Dipenten, Isopren in guter Ausbeute ergeben. 1910 meldete er sein Verfahren der Isoprendarstellung zum Patent an, das dank Englers Sitz im Vorstand der BASF von dieser Firma übernommen wurde. Wenngleich es sich als ungeeignet für eine großtechnische Herstellung erwies, so stand Staudinger mit seiner Erfindung doch ein Weg offen, Isopren für Laboratoriumszwecke bequem in größeren Mengen erhalten zu können.
Daß Isopren der Grundstoff des natürlichen Kautschuks war, wußte man seit Harries' ersten diesbezüglichen Veröffentlichungen 1902 definitiv, wenngleich C. P. Williams es schon 1860 vermutet und Tilden die Konstitution dieser Substanz bereits 1882 aufgeklärt hatte. Kautschuksynthesen waren, wie bereits erwähnt, um 1910 in Deutschland sehr gefragt. Nichts also lag näher, als Polymerisationsversuche mit dem Isopren vorzunehmen. Das tat Staudinger denn auch mit seinem Mitarbeiter Heinrich Klever.
Dabei stellte er fest, daß der erhaltene synthetische Kautschuk nicht ganz identisch war mit dem Naturkautschuk — eine Beobachtung, die Neugier und chemisches Interesse wecken mußte. Staudinger begann sich mit den kolloiden Lösungen seiner Produkte zu beschäftigen. Er stellte weiterhin Polyoxymethylene und Polymerisate anderer, ungesättigter Kohlenwasserstoffe her. Damit war bereits 1911 die Verbindung zur Chemie der Hochpolymeren geknüpft.
Mit seiner Übersiedelung nach Zürich blieben diese Arbeiten dann, infolge einer stark erhöhten Inanspruchnahme durch Lehrverpflichtungen und allerlei Verwaltungsaufgaben des frischgebackenen Ordinarius und Institutsleiters, erst einmal liegen. Über den ungewohnten Zeitmangel für eigene Forschungstätigkeit klagte Staudinger häufig in seinen Briefen an Freunde und Kollegen. Der Krieg war einer weiteren Bearbeitung dieses Themenkreises auch nicht gerade förderlich, und so kam es, daß er erst 1920 eine Zusammenfassung seiner einschlägigen Arbeiten und der daraus gezogenen Schlüsse veröffentlichte.

Der wissenschaftliche Streit um die Makromoleküle

Daraus ergab sich ein über zweieinhalb Jahrzehnte andauernder wissenschaftlicher Streit, in dem Staudinger zunächst einmal allein gegen eine wahre Phalanx renommierter Chemiker ankämpfen mußte. Die Auseinandersetzungen wurden durchaus nicht immer mit sehr feinen Mitteln geführt, man kämpfte mit »harten Bandagen« und bisweilen auch ein bißchen unter der Gürtellinie. Daß Staudinger dennoch nicht aufgab, sondern eisern durchhielt und auch in deftigem Tonfall zurückschlug, war nicht zuletzt seiner stabilen Psyche und einem beneidenswert gesunden Selbstbewußtsein zu verdanken.
Solche Menschen erfreuen sich nie allgemeiner Beliebtheit. Selbstsicheres Auftreten ist ärgerlich für denjenigen, der es nicht hat. Man kann es sich nicht recht vorstellen, daß ein so eloquenter und schlagfertiger Verfechter eigener, noch dazu unpopulärer Ansichten auch von bösen Zweifeln geplagt wird. So gerät der Selbstsichere immer wieder in den Geruch der Selbstherrlichkeit. Kaum einer außer seinen engsten Freunden wußte, daß auch Staudinger bisweilen irritiert und deprimiert war durch die Veröffentlichungen seiner Gegner. Es gab einige unter ihnen, deren Publikationen ihn fast dazu brachten, den Kampf aufzugeben und das ganze Arbeitsgebiet fallenzulassen.
Vor allem die Ergebnisse des von ihm hochgeschätzten Chemikers Rudolf Pummerer ließen ihn einmal sogar gänzlich die Richtigkeit seiner eigenen Resultate bezweifeln, und nur die Aufmunterungen und der Ansporn seiner zweiten Frau, Dr. Magda Staudinger-Woit, die seine Arbeit fachkundig und mit großer Anteilnahme verfolgte, zum Teil auch experimentell daran beteiligt war, halfen ihm, derartige Tiefs zu überwinden.
Die Entdeckung der Röntgenstrahlen lag gerade erst 25 Jahre zurück, und ihre Anwendung zur Strukturaufklärung kristalliner Substanzen hatte in dieser kurzen Zeit eine geradezu phantastische Entwicklung durchgemacht. In den 20er Jahren gelang es Scherrer in einem nach ihm und Debye benannten Verfahren, mittels Röntgenaufnahmen an kristalliner Zellulose nachzuweisen, daß die Elementarzelle dieses Naturstoffes nur verhältnismäßig klein ist. Unter einer solchen Elementarzelle versteht der Mineraloge die kleinste, röntgenographisch ermittelbare Baueinheit in dem regelmäßigen Gefüge eines Kristalls. Sie enthält alle Atom- bzw. Ionensorten, aus denen der Kristall chemisch aufgebaut ist, mindestens einmal, häufig jedoch mehrfach. Da man bis dahin in der organischen Stoffklasse lediglich niedermolekulare Substanzen auf diese Weise untersucht hatte, schloß man, daß ein Molekül unmöglich größer sein könne als seine röntgenoskopisch ermittelte Elementarzelle — eine Annahme, die für »normale«, d. h. kleine Moleküle auch durchaus zutreffend ist. Für makromolekulare Substanzen hin-

gegen ist sie falsch, da hier, wie z. B. bei den hochpolymeren Fadenmolekülen der Zellulose, die einzelnen Moleküle durch eine große Zahl von Elementarzellen hindurchgehen können. Erst 1927 gelang es Staudinger, dies zu beweisen, da seine Röntgenaufnahmen des Polyoxymethylens eine Elementarzelle mit nur vier Methylenoxyd-Gruppen ergaben, während es andererseits unbestritten war, daß diese Substanz unbedingt aus weitaus mehr solcher Grundeinheiten aufgebaut sein mußte.

Die Theorie, daß zum Beispiel Kautschuk aus lauter kleineren Molekülen besteht, die sich untereinander derart stark anziehen, daß sie nur als größere Assoziate in Lösung gehen, basierte auf dem ungesättigten Charakter des Grundbausteins Isopren. Darunter versteht der Chemiker die Doppel- und Dreifachbindungen zwischen zwei Kohlenstoffatomen in einem organischen Molekül. Diese lassen sich in Einfachbindungen überführen, wenn man die betreffenden Kohlenstoffatome mit weiteren Atomen, zum Beispiel mit Wasserstoff, absättigt. Letzteren Vorgang nennt man Hydrierung. Hydriert man also die Kautschukmoleküle, so verschwinden die Doppelbindungen und damit auch die Anziehungskräfte der Moleküle untereinander. Dementsprechend, so hieß es, sollten sich dann die assoziierten Klumpen (Mizellen) auflösen, »Hydrokautschuk« müßte in Form einzelner kleiner Moleküle eine klare Lösung ergeben.

Staudinger probierte es mehrfach aus. Das Resultat war stets dasselbe: Hydrokautschuk erwies sich als ebenso zäh wie die Ausgangssubstanz und ergab genau wie diese nur kolloide Lösungen.

Sein Verdacht, daß die kolloidalen Eigenschaften gar nicht auf dem Assoziationsvermögen der »kleinen« Moleküle beruhten, sondern vielmehr darauf, daß Riesenmoleküle vorlägen, die auf Grund ihrer enormen Ausmaße beim besten Willen nicht anders als kolloidal in Lösung gehen konnten, erhärtete sich. Nur kamen aber seine Kollegen Harries und Pummerer bei der Kautschukhydrierung zu gänzlich anderen Produkten, deren Verhalten voll und ganz für die Existenz kleiner Moleküle sprach.

Die Situation war verwirrend, einer stand ratlos vor den Ergebnissen des anderen, und der alte Spruch, demzufolge es zwei Dinge in der Welt gibt, von denen selbst der liebe Gott nicht sicher weiß, was darin ist, nämlich Wurst und Gummi, behielt vorerst weiter seine Gültigkeit.

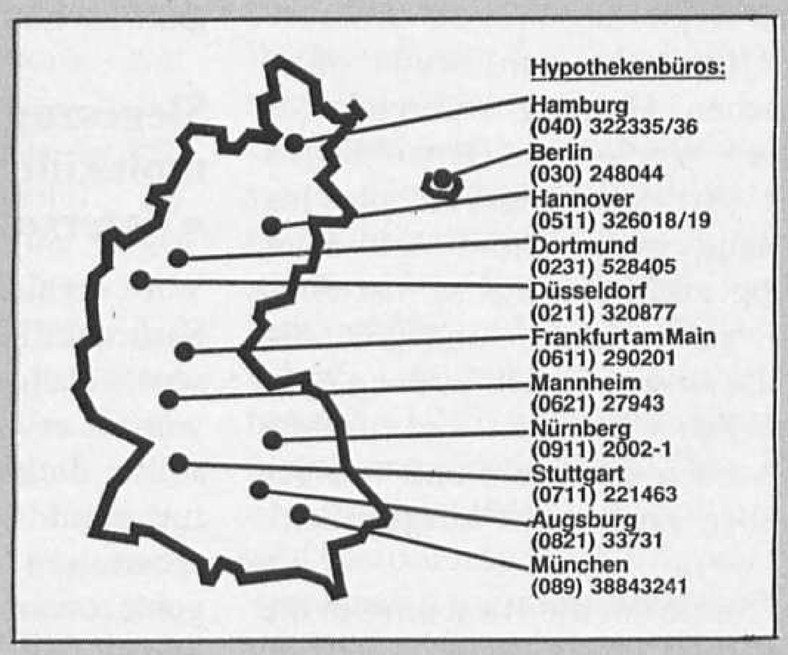
Nichtsdestoweniger hielt Staudinger an seiner Überzeugung fest: Zellulose, Stärke, Kautschuk und Kunststoffe, alle seien aus Riesenmolekülen aufgebaut, in denen sich Abertausende kleiner Grundeinheiten in steter Wiederholung aneinanderreihen.

1922 schlug Staudinger vor, den Terminus *Makromolekül* einzuführen. Die Fachwelt wunderte sich wieder einmal. Jetzt nahm dieser Mann sogar noch eine eigene Sprachschöpfung vor für etwas, das es doch erwiesenermaßen gar nicht gab! Er blieb dabei. Beharrlich und penetrant sprach er von nun an in seinen Veröffentlichungen nur noch von Makromolekülen. Es hagelte wiederum Gegenveröffentlichungen.

Wer es noch gut mit Staudinger meinte, klopfte ihm bestenfalls wie Heinrich Wieland auf die Schulter und sagte ungefähr mit dessen Worten:

»Lieber Herr Kollege, lassen Sie doch die Vorstellung mit den großen Molekülen, organische Moleküle mit einem Molekulargewicht über 5000 gibt es nicht. Reinigen Sie Ihre Produkte, wie z. B. den

Für Umbau & Bau preiswert Geld von der BV



BAYERISCHE VEREINSBANK
VEREINIGT MIT BAYERISCHE STAATSBANK AG

Ein verlockendes Angebot für alle, die Haus oder Wohnung kaufen, bauen, umbauen, renovieren, modernisieren oder günstig beleihen lassen wollen ...

Das VEREINSBANK-BaugeldProgramm ist die ideale Finanzierung. Ob Sie 20 000, 150 000 oder 300 000 Mark brauchen, wir haben die individuelle Lösung.

Unser BaugeldProgramm ist vielseitig und flexibel. Mit günstigen Festzinssätzen für 5 oder 10 Jahre. Vorhandene Bausparverträge und öffentliche Mittel lassen sich voll bei unserer Finanzierung verwenden.

Ein Gespräch mit den BV-Fachleuten lohnt sich. Kommen Sie in eine unserer 380 Niederlassungen oder rufen Sie bei unseren Hypothekenbüros an.

Kautschuk, dann werden diese kristallisieren und sich als niedermolekulare Stoffe erweisen!«
Der berühmte Mineraloge Paul Niggli war da schon weit weniger zimperlich. Als Staudinger 1925 auf einer Fachtagung einen längeren Vortrag hielt, in dem er seine neuesten Beweise für die Existenz der Makromoleküle vorbrachte, platzte Niggli mittendrin der Kragen. Er erhob sich und rief in den Saal: »So etwas gibt es nicht!«
Ein Jahr darauf, auf einer extra zu diesem Streitthema einberufenen Sitzung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, geschah dasselbe. Alle, aber auch alle lehnten Staudingers Theorie als völlig untragbar ab. Nur einer ließ sich überzeugen: Der Nobelpreisträger Richard Willstätter war Staudingers Ausführungen aufmerksam gefolgt und erklärte den verblüfften Kollegen am Schluß der Sitzung, er sei nunmehr der Ansicht, Staudinger habe den experimentellen Beweis für die Existenz langer Kettenmoleküle erbracht.
1926 wurde Hermann Staudinger als Nachfolger Heinrich Wielands nach Freiburg berufen. Von nun an ließ er alle anderen Forschungsbereiche fallen.
In seinem Freiburger Labor wurde mit Bienenfleiß nach ständig neuen experimentellen Belegen für die Existenz der Makromoleküle gesucht. Dazu gehörten neben der bereits erwähnten Kautschukhydrierung und vergleichbaren polymeranalogen Umsetzungen weitere Arbeiten auf dem Gebiet der Röntgenstrukturanalyse synthetischer und natürlicher polymerer Stoffe sowie die Ausarbeitung der sogenannten Endgruppen - Bestimmungsmethode und der Molekulargewichtsbestimmungen nach einer von Staudinger aufgestellten Viskositätsformel.
Die Endgruppenmethode beruht im Grunde lediglich auf der Anwendung klassischer Reaktionstypen der niedermolekularen organischen Chemie auf höherpolymere Substanzen. Wird bei einer chemischen Reaktion die makromolekulare Kette selbst nicht zerstört, so kann die chemische Umsetzung nur an den sogenannten funktionellen Gruppen der endständigen Kettenglieder erfolgen. Führt man eine solche Reaktion mit einer bekannten Menge des makromolekularen Stoffes durch, so kann von dem meßbaren Verbrauch des zugesetzten Agens auf die Menge der reagierenden Endgruppen und somit indirekt auf Größe und Gewicht der Makromoleküle geschlossen werden. Ein solcher Schluß ist natürlich nur zulässig, wenn das Agens wirklich quantitativ durch die gewünschte Reaktion verbraucht wird; Nebenreaktionen oder nicht vollständig ablaufende Umsetzungen müssen zu Fehlinterpretationen führen. Bei sehr hochpolymeren Substanzen ist zudem die Anzahl der Endgruppen im Verhältnis zur Gesamtzahl der Kettenglieder (oder anders ausgedrückt: das Gewicht der Endgruppen im Verhältnis zum Gesamtgewicht der eingesetzten Substanz) so gering, daß die bei einer Endgruppenreaktion umgesetzte Agensmenge praktisch nicht mehr exakt genug meßbar ist, um daraus noch zulässige Rückschlüsse auf Gesamtlänge und Gewicht der Riesenmoleküle ziehen zu können.
Dieses Beispiel soll nur einmal mehr verdeutlichen, vor welche experimentellen Probleme die Pioniere der Polymerenforschung gestellt waren.
Im Laufe der 30er Jahre wurde das Beweismaterial für die Existenz der Makromoleküle jedoch langsam so erdrückend, daß die Anhänger der alten Mizellartheorie nach und nach verstummten. Die einen bekannten ihren Irrtum später offen und freimütig, die anderen schlossen das Kapitel still und diskret ab, um sich erfreulicheren Themen zu widmen. Niggli zum Beispiel lachte später laut und herzlich über seinen Fauxpas, Karrer mogelte sich kommentarlos über seinen Irrtum hinweg.
Ehe sich jedoch das Makromolekularkonzept Staudingers allgemein durchsetzte, kam es noch zu einer Auseinandersetzung mit Vertretern einer von Staudinger als »neue Mizellarlehre« bezeichneten Interpretation von Struktur und Verhalten organischer Polymeren.
R. O. Herzogs Arbeiten hatten ergeben, daß die Mizellen des kristallinen Zellulosenitrats gerade so groß waren wie die kolloidalen Teilchen in Lösung. Das leuchtete unmittelbar ein. Zwischen 1928 und 1930 veröffentlichten K. H. Meyer und H. Mark zahlreiche Arbeiten, in denen sie nachzuweisen versuchten, daß zum Beispiel die Zellulose aus Kettenmolekülen mit jeweils 30 bis 50 Glucose-Einheiten aufgebaut sei, und daß immer 40 bis 60 solcher Ketten zu einem der Teilchen assoziierten, die kolloidal in der Lösung schwebten. — Staudinger krempelte die Ärmel hoch, zog den Kopf ein und stürzte sich erneut in den Kampf. Es sollte ein böser Streit werden!
Der Tonfall wurde zusehends schärfer, man scheute auch nicht vor beißendem persönlichen Spott und vor gewissen Intrigen hinter den Kulissen zurück. Man muß nicht glauben, daß ein akademischer Streit nur deshalb vornehmer ablaufen müßte als eine Auseinandersetzung zwischen einander feindlich gesonnenen Politikern, weil er eben »akademisch« ist. Nach 1933 kam Staudinger unversehens die Tatsache zu Hilfe, daß Mark und Meyer Juden waren. Im Sinne einer »deutschen Naturwissenschaft« hatte Staudinger somit selbstverständlich a priori recht, zumindest innerhalb des Machtbereiches der NSDAP, und dieser Bereich nahm ja bekanntlich bald darauf beängstigende Ausmaße an. Staudinger war jedoch kein Nazi. In einschlägigen Regierungskreisen erinnerte man sich sehr wohl seiner pazifistischen Haltung während des Ersten Weltkrieges. Repressalien aller Art und Reiseverbote ins Ausland waren die Folge. Man erwog auch, ihn aus seinen Ämtern zu entlassen und auf die Straße zu setzen, ließ es dann aber doch lieber bleiben — nicht ohne ihn wissen zu lassen, daß »aufgeschoben noch nicht aufgehoben« sei.
Der Streit um die Riesenmoleküle flaute ab. Mark saß in den Vereinigten Staaten, Meyer in der Schweiz. Eine Zeitlang wetterte man noch gegeneinander, aber das verhallte bald unter den komplizierten außenpolitischen Verhältnissen, und der Zweite Weltkrieg machte dem dann sowieso ein Ende. Als er vorbei war, stand Staudinger vor den Trümmern seines Freiburger Institutes und hatte im Prinzip wieder einmal recht behalten: Es stimmt, die Riesenmoleküle schaffen es jedes für sich alleine und ohne daß sie sich über mizellare Kräfte aneinander klammern müßten, trübe kolloide Lösungen zu bilden. Sie sind groß genug — man kann sie im Elektronenmikroskop sogar einzeln sehen.
Heute wissen wir, daß Mark und Meyer dennoch nicht ganz im Unrecht waren. Die bisweilen sogar recht starken Wechselwirkungen zwischen den langen Molekülketten spielen zum Teil eine entscheidende Rolle bei der Ausbildung bestimmter Strukturen, und die Riesenmoleküle können unter geeigneten Bedingungen durchaus auch noch Mizellen in ihren Lösungen bilden. — Tatsache bleibt, daß sie bis dahin ungeahnte Ausmaße besitzen, die ihre spezifischen, von den Molekülen normaler Größe völlig verschiedenen Eigenschaften und Verhaltensweisen bedingen. Das als erster behauptet und bewiesen zu haben ist Staudingers Verdienst. Wenn er sich dabei manchmal auf Einzelaussagen versteifte, die in dieser Form unrichtig waren, so muß man ihm — genau wie seinen Gegnern — zugute halten, daß es auch auf wissenschaftlichem Gebiet fast unmöglich ist, bereits dann schon exakt zu differenzieren, wenn man sich über das zugrundeliegende Prinzip noch nicht ganz im klaren ist.

Siegeszug der Makromoleküle und ihres »Vaters«

Wie verhielt sich eigentlich die Kunststoffindustrie in diesem wissenschaftlichen Streit? Immerhin war sie es, die die Früchte ernten sollte; denn erst nachdem Konstitution und grundsätzliche Verhaltensweisen der neuen Stoffklasse geklärt waren, konnte man darangehen, gezielt und systematisch neue Kunststoffe mit spezifischen Eigenschaften in brauchbaren Verfahren herzustellen. Es war ohnehin erstaunlich genug, wie viele verschiedene Materialien und einigermaßen rationelle Verfahren die Chemiker in den Werkslaboratorien schon entwikkelt hatten, obgleich sie doch hin-

Prinz Heinrich, 1908, der viele technischen Neuheiten, unter anderem den Kautschukreifen, im Hause Hohenzollern hoffähig machte.

sichtlich der genauen Zusammensetzung ihrer Produkte noch völlig im Dunkeln tappten.
Industriechemiker denken praktisch, und an der Spitze der größeren Chemiekonzerne standen damals durchweg erfahrene Fachleute. Praktisch denken hieß in diesem Falle, sich taktisch klug zu verhalten, nach allen Seiten hin offen zu bleiben, möglichst keinen der in die Auseinandersetzung verwickelten Wissenschaftler zu verprellen, solange noch nicht endgültig feststand, wer denn nun eigentlich recht hatte. Im übrigen wurstelte die Kunststoffindustrie eben weiter. Ihr Seufzen galt nicht nur der ungeklärten chemischen Sachlage, sondern vor allem der Tatsache, daß man einfach nicht aus den roten Zahlen herauskam. Zu den Dumpingpreisen für Kautschuk nach 1918 und der größeren Haltbarkeit der Naturprodukte kam noch ein nicht zu unterschätzendes psychologisches Moment bei den Abnehmern hinzu, das sich als sehr langlebig erwies. An den »Ersatzstoffen« des Krieges haftete der Geruch der Armut und der Mangelsituation in jenen erbärmlichen Hungerjahren der Rohstoffknappheit.
Es spricht für die äußerst weitsichtige Klugheit der verantwortlichen Männer bei Bayer, BASF, Hoechst, Wacker und all den anderen Chemiewerken, daß sie die Forschung auf dem Kunststoffsektor trotz dieser wirtschaftlichen und fachlichen Schwierigkeiten nicht einstellten, sondern jahrelang weiter investierten, wohl wissend, daß Deutschland als Land ohne eigene Rohstoffreserven langfristig auf synthetische Produkte angewiesen war — sowohl zur Deckung des Eigenbedarfs als auch für den Lebensnerv seiner Wirtschaft, der Ausfuhr hochwertiger Industriegüter.
Die Durchsetzung der Staudingerschen Hypothesen fand darum rasch ihren Niederschlag in einer stürmischen Entwicklung neuer Kunststoffe und Verfahrenstechniken. Um nur ein Beispiel zu nennen: 1940 begannen Ziegler, Natta und Schildknecht ihre Beobachtungen über Vinylpolymerisate bestimmter Strukturtypen bei verschiedenen Darstellungsmethoden zu veröffentlichen, und bald darauf wurden diese für die industrielle Verfahrenstechnik so unerhört wichtigen Erkenntnisse patentiert. Je nach Herstellungsweise konnte man nun Kettenmoleküle mit einer regelmäßigen, sogenannten isotaktischen oder syndotaktischen, aber auch mit einer willkürlichen, ataktischen Anordnung ihrer seitlich herausragenden Gruppen erhalten. Die resultierenden Kunststoffäden sind dann ganz nach Wunsch hochelastisch oder starr, die Kunststoffblöcke entweder sehr dicht oder locker strukturiert.
1939 wurde Staudinger verantwortlicher Redakteur des »Journals für praktische Chemie«, das ein Jahr darauf mit dem Untertitel »unter Berücksichtigung der makromolekularen Chemie« zum ersten offiziellen Sprachrohr dieses neuen Gebietes avancierte. 1943 wurde der Titel in »Journal für makromolekulare Chemie« umgewandelt. Nach 1945 bemühte Staudinger sich um ein neues Organ für seine Riesenmoleküle, da die diesbezügliche Forschung mit Riesenschritten voranging. 1947 kam »Die makromolekulare Chemie« heraus. Nach seiner Emeritierung im Jahre 1951 funktionierte man Staudingers Abteilung zu einem eigenständigen Forschungsinstitut für makromolekulare Chemie um, dessen ehrenamtliche Leitung er selbst bis 1956 übernahm. Danach widmete er sich ganz der Schriftleitung seiner Zeitschrift und — der Botanik.
»High polymers bring high honours!«, bemerkte Schwedenkönig Gustav Adolf, als er Staudinger 1953 den Nobelpreis für Chemie überreichte. Neben den Ehrendoktorhüten der Universitäten und Technischen Hochschulen in Karlsruhe, Zürich, Straßburg, Mainz, Turin und Salamanca wurde Staudinger im Laufe der Jahre noch mit vielen anderen Ehrenurkunden, Medaillen und zahlreichen Orden überhäuft. Eine prachtvolle Sammlung dieser Stücke befindet sich heute im Deutschen Museum. Sie ist Bestandteil des gesamten Staudinger-Nachlasses, der dem Museum von Frau Dr. Magda Staudinger-Woit als Stiftung übergeben wurde. Sieben bis an den Rand gefüllte Stahlschränke bergen in Ordnern, Ablegemappen, Kartons und als fliegende Blätter den schriftlichen Niederschlag eines Lebenswerkes. Tausende von Notizzetteln zeugen von der immensen Vorbereitungsarbeit, die hinter all seinen Forschungsprojekten, Publikationen, Vorlesungen und Vorträgen steckte. Rund 50 prall gefüllte Leitz-Ordner enthalten seine Korrespondenz, die unter anderem als spannende Lektüre Aufschluß gibt über die Hintergründe jener langwierigen Entwicklung bis zur Anerkennung des Makromolekular-Konzeptes.
Am 8. September 1965 starb Hermann Staudinger als Fünfundachtzigjähriger. Ihm war ein Glück zuteil geworden, wie nur wenigen Wissenschaftlern: den durchschlagenden Erfolg der eigenen Arbeit voll und ganz miterleben und genießen zu können.

Das Deutsche Museum besitzt 150 Nachlässe von bedeutenden Naturwissenschaftlern und Technikern. Die systematische Bearbeitung der Manuskripte und Korrespondenzen von H. Staudinger ermöglichte die Deutsche Forschungsgemeinschaft, indem sie dem Leiter der Abteilung Chemie, Dr. Otto Krätz, eine Assistentenstelle für zwei Jahre finanzierte.

Dokument + Analyse

Sehr geehrter „Kultur & Technik"-Leser!

Kreuzen Sie doch bitte an, worauf auch Sie persönlich Wert legen würden.
Unsere Leser sind vielbeschäftigt, anspruchsvoll, sie schätzen:

1 *den aktuellen, umfassenden Meinungsspiegel, Pro + Contra* ☐

2 *die Original-Dokumente zum Zeitgeschehen* ☐

3 *die ausgewogenen Analysen: Politik, Wirtschaft, Recht, Gesellschaft* ☐

4 *die nüchterne und prägnante Darstellung (politisch neutral)* ☐

5 *die zeitsparende Übersichtlichkeit (Einzelblatt-Archiv)* ☐

6 *die schnelle Verwertbarkeit des Materials für jede profilierte Diskussion* ☐

7 *die überschaubaren Chroniken, Tabellen, Statistiken und die Gratis-Sondermappen* ☐

Wenn Sie mehr als die Hälfte bejahen, verdienen Sie eine gut gemachte Monatszeitschrift.

1/4 Jahr gratis zur Probe

Ich möchte kostenlos für 1/4 Jahr Dokument + Analyse zur Probe beziehen. Danach kann ich durch einfache Postkarte abbestellen, andernfalls erhalte ich ab dann ein Jahresabonnement für nur 29.80 DM inkl. Porto.

Name . . . . . .

Straße . . . . . .

PLz. . . . . . *Ort* . . . . . .

Beruf . . . . . *KT*

Datum . . . . . *Unterschrift.* . . . . . .

Dokument + Analyse, 8 München 40, Barerstr. 43

ATOMKERNENERGIE

An independent Journal concerned with the Applications of Atomic Energy and Radiation Research in Science, Technology and Industry

bringt **Originalbeiträge,** Übersichtsartikel, Tagungsberichte und kurze wissenschaftliche Originalmitteilungen in deutscher und englischer Sprache aus den Bereichen:

Atom- und Kernphysik, Reaktorphysik, Reaktortechnik und -technologie, nukleare Festkörperforschung, Plasmaphysik, Strahlenforschung, Strahlenschutz und Umwelt, Kern- und Radiochemie, nukleare Anlagen und neue Technologien der Energiegewinnung.

Bitte verlangen Sie ein Probeheft und Preisinformation von unserer Vertriebsabteilung, damit Sie diese Fachzeitschrift kennenlernen.

Verlag Karl Thiemig
Postfach 90 07 40 · D-8000 München 90

KERNTECHNIK + ATOMPRAXIS

The journal for nuclear engineers and scientists

veröffentlicht **Originalbeiträge** in deutscher und englischer Sprache aus den Bereichen:

Nukleare Großanlagen, Reaktortechnik, Strahlen- und Umweltschutz, Strahlenchemie, Tieftemperatur- und Vakuumtechnik, Informationsverarbeitung, nukleare Elektronik.

Im aktuellen Teil der Zeitschrift:
Nachrichten aus Industrie und Forschung, Berichte über neue Geräte und Verfahren.

Bitte verlangen Sie ein Probeheft und Preisinformation von unserer Vertriebsabteilung, damit Sie diese Fachzeitschrift kennenlernen.

Verlag Karl Thiemig
Postfach 90 07 40 · D-8000 München 90

Für soziale Marktwirtschaft

Verlag BAYERNKURIER 8000 München 19

B 1621 CX

BK-Dokumentation: CSU-Parteitag (Seiten 19 – 28)

BAYERNKURIER

DEUTSCHE WOCHENZEITUNG FÜR POLITIK · WIRTSCHAFT UND KULTUR

Jahrgang 28 / Nr. 39 — München, den 1. 10. 1977

STRAUSS UND DIE CSU

Unverzichtbar für Deutschland

WILFRIED SCHARNAGL

BRANDT UND DER TERROR

Fälscher am Werk

WOLFGANG HORLACHER

HILFLOSES KABINETT

Tricks statt Politik

CHRISTOPH WIEDMANN

DIESE WOCHE

Pressefreiheit in Hessen	2
SPD-Grundwerte	2
Lehren aus Kalkar	3
Kinderfernsehen in der „DDR"	4
Deutsche Staatsbürgerschaft	5
Leserbriefe	6
Krieg im Nahen Osten	7
Bonn und Belgrad	8
Steuern ohne Ende	12
STREIFZÜGE	14—17
Jugend und Sucht	18

(Fortsetzung auf Seite 2, Spalte 4)

Echt Stonsdorfer — In der Wirkung eine Wohltat. Vom Geschmack her ein Genuß. Die Kräuter-Wohltat mit der Waldheidelbeere.

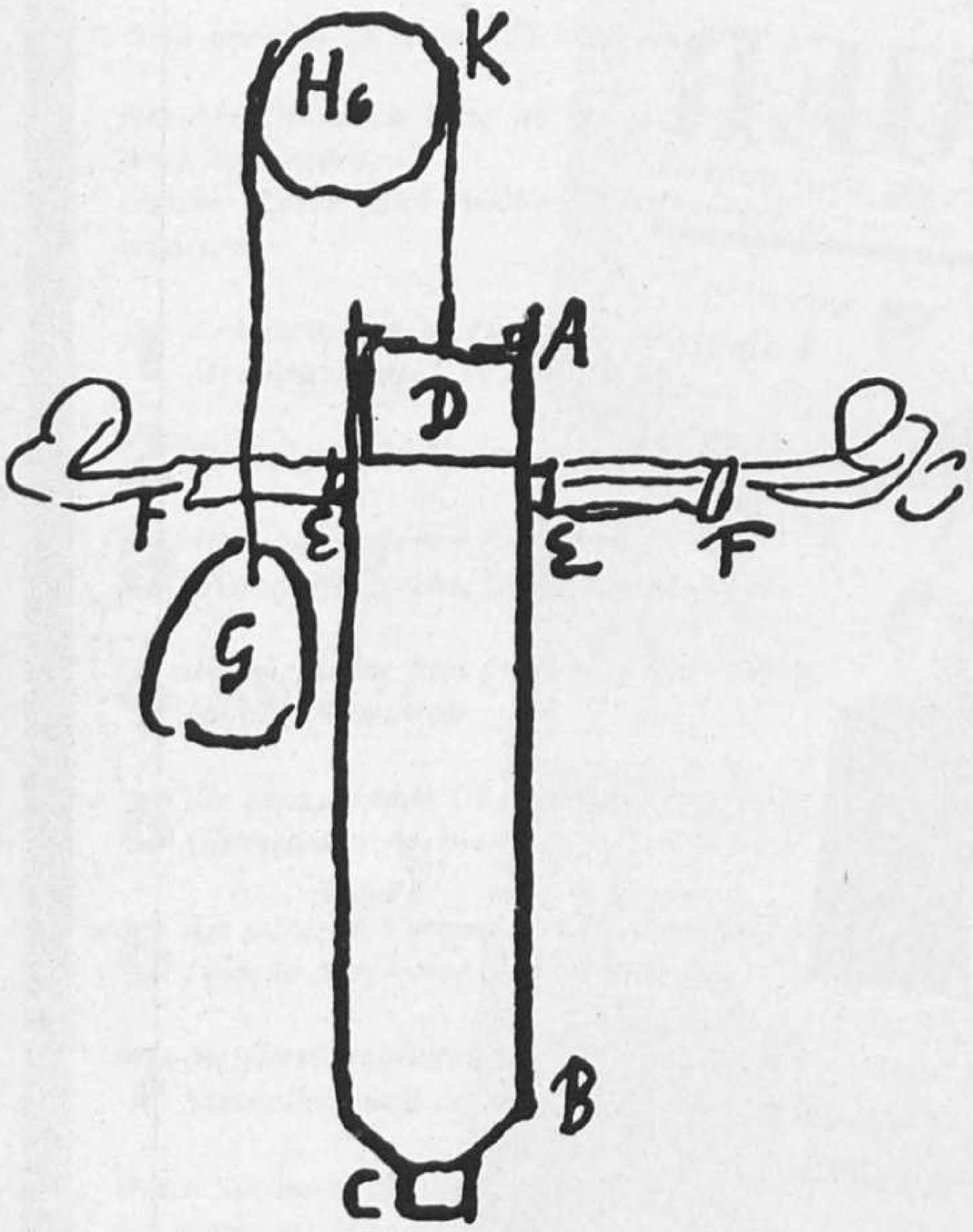
BAYERNKURIER

8000 München 19, Lazarettstr. 19, Tel. 089-18 20 11, Telex 52 15 812

Dokumenta

Friedrich Klemm
Jürgen Teichmann
Jochim Varchmin

Die Entwicklung der Naturwissenschaften in Bilddokumenten aus Druckwerken der Bibliothek des Deutschen Museums vom Ausgang des 15. bis zum Ende des 18. Jahrhunderts: Mechanik.



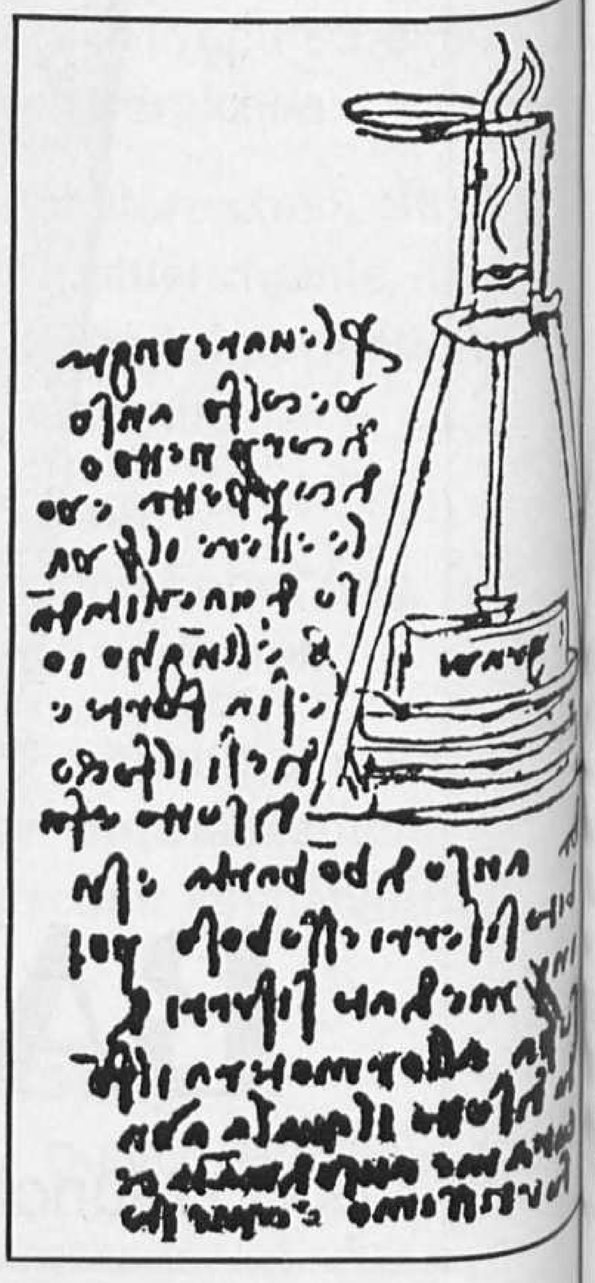
Die Schießpulvermaschine von Christiaan Huygens 1673 und ein Vorläufer von Leonardo da Vinci um 1508

Otto von Guericke hatte 1661 gezeigt, daß der Luftdruck gegen ein Vakuum Arbeit leisten kann. 12 Jahre später, 1673, suchte Christiaan Huygens in einem Metallzylinder durch Explosion von Schießpulver Unterdruck zu erzeugen, so daß durch den äußeren Luftdruck ein Kolben in diesen Zylinder hineingetrieben werden konnte. Er bringt in einem Brief die hier wiedergegebene Zeichnung und beschreibt sie wie folgt: »AB ist ein Rohr, innen gut geglättet und von gleicher Weite. D ein Kolben oben im Rohr, der sich darin zu bewegen vermag, aber oben nicht aus dem Rohr heraus kann, weil dort ein Anschlag befestigt ist, der ihn daran hindert. Unten im Rohr ist eine kleine Kapsel eingeschraubt, wobei zur vollkommenen Abdichtung Leder verwandt wird. An den Stellen EE des Rohres sind Öffnungen und an diesen Schläuche aus feuchtem Leder EF angebunden. In die Kapsel C legt man, ehe man sie befestigt, ein wenig Schießpulver mit einem Stückchen Zunder. Nachdem man diesen am Ende angebrannt hat, befestigt man die Kapsel. Das Feuer greift dann zu dem Pulver über, welches aufflammend das Rohr erfüllt und daraus die Luft durch die Schläuche (Ventile) EF hinausjagt, die sich bald danach durch den Druck der äußeren Luft schließen und glatt gegen die Öffnungen gedrückt werden, welche vergittert sind, damit die Lederschläuche nicht in das Rohr hinein gelangen. Indem nun dieses Rohr (Zylinder) auf solche Weise leer oder fast leer bleibt, drückt die Luft mit einer sehr großen Kraft auf den Kolben D und nötigt ihn, im Rohr hinabzugehen, wobei er das Seil DK und damit das Gewicht G oder irgend etwas anderes, das man daran hängt, nach sich zieht.« Ein großes Gewicht konnte also gehoben werden.

Huygens' Vorrichtung, die er als Versuchsmaschine ausführte und an die er große Hoffnungen knüpfte, hatte, wie wir noch nicht allzulange wissen, einen Vorläufer bei Leonardo da Vinci — zumindest im Entwurf. Hier wird durch ein Feuer (wahrscheinlich eine Schießpulverexplosion) über einem Kolben, der zunächst unten steht, im Zylinder Unterdruck erzeugt. Der Zylinderdeckel wird nach der Explosion rasch geschlossen, und der äußere Luftdruck treibt den Kolben, ein Gewicht hebend, in die Höhe. Der Text bei Leonardos Zeichnung (in Spiegelschrift geschrieben) beginnt: »Per levare un grave col fo(co) . . .« (um einen schweren Körper mittels Feuers zu heben). Auf dem Gegenstand, der gehoben werden soll, steht von Leonardo das Wort grave (schwerer Körper) geschrieben.

Kehren wir zu Hugens' Erfindung zurück. Sie ist bestimmt nicht von Leonardos Entwurfzeichnung abhängig, da diese in seinem Manuskriptenschatz verborgen war und außerdem erst in unseren Tagen richtig gedeutet werden konnte. Als Huygens' Maschine bekanntwurde, frohlockte man, daß man die Kraft des Schießpulvers jetzt auch zu friedlichen Zwecken anwenden könne, nicht nur zur Zerstörung. Aber die Verwendung des Schießpulvers in der Maschine war nicht ungefährlich. Da kam Huygens' Schüler, Denis Papin, im Jahr 1690 auf den Gedanken, den Unterdruck mit Wasserdampf, den er kondensieren ließ, zu erzeugen — womit die atmosphärische Dampfmaschine erfunden war. Nach wesentlichen Verbesserungen durch Thomas Newcomen im Jahr 1712 zog sie in die Praxis ein. Von da führte der Weg 1765 zur direkt wirkenden Dampfmaschine von James Watt.

Oben Skizze von Huygens in einem Brief an seinen Bruder Lodewijk vom 22. 9. 1673. Aus: Christiaan *Huygens*, Oeuvres complètes. Teil 7. La Haye 1897. S. 356—358.
Skizze von Leonardo da Vinci aus: Leonardo *da Vinci*, Pariser Manuskript F, um 1508. Fol. 16 v.

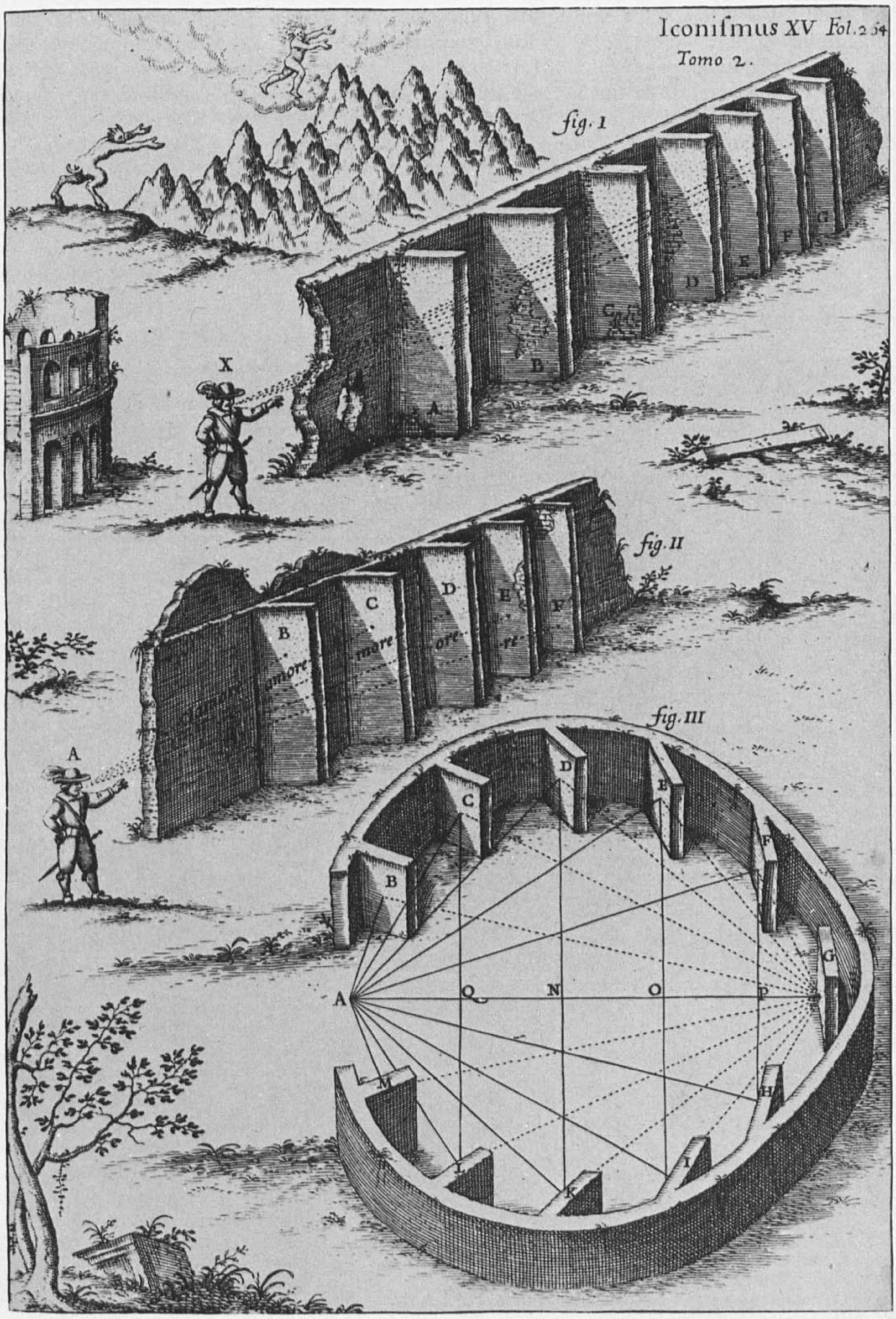


4

Im Mai des vergangenen Jahres erschien ein Sonderheft dieser Zeitschrift, das die Geschichte der Technik von der Antike bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts widerspiegelt. In den darauf erschienenen Ausgaben 77/78 wurde an einigen Beispielen aus Astronomie, Optik und Mechanik die Entwicklung der Naturwissenschaften dargelegt.

Wissenschaftliches Spiel mit dem Echo

Das Zeitalter des Barock hatte nicht nur an bildlichen Verknüpfungen von Himmel und Erde, also an theologisch-wissenschaftlichen Allegorien*, viel Interesse, sondern spielte auch gerne — zwischen dem Ernst reiner Wissenschaft, der Nützlichkeit von Technik und der feinsinnigen Freude an künstlerischer Gestaltung. Der »Physikotheologe« Athanasius Kircher (1601—1680) z. B. beschrieb in seinem Werk »Universales Musikwirken oder Große Kunst von Konsonanz und Dissonanz« nicht nur Musiktheorie, Instrumente, Musikharmonie der Himmelssphären und andere symbolische Bedeutungen der Musik, sondern auch Musikautomaten und Echokonstruktionen. Der Aufbau, wie ihn Figur I zeigt, lieferte ihm ein heptaphones (siebenfaches) Echo, wenn die Abstände XA, AB usw. einander gleich waren. Bei Figur II sollten immer kürzere Teile des gerufenen Wortes clamore (Geschrei) hörbar werden. In Figur III schließlich konstruierte er ein zirkulares Echo, das der Rufer A durch Reflexion an den Mauervorsprüngen erhielt. Bedeutung hatten Echountersuchungen für die Klangwirkung in Kirchenräumen, doch war hier systematische Zergliederung der komplexen Vorgänge nicht so einfach möglich, weil noch keinerlei Wissen um Auslöschungsvorgänge bei der Überlagerung von Schallwellen vorlag. Dagegen geht das Wissen vom Schall als Luftbewegung mit endlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit schon bis auf die Antike zurück. *Tei*



* Vgl. Kultur & Technik 2/77, S. 46—47

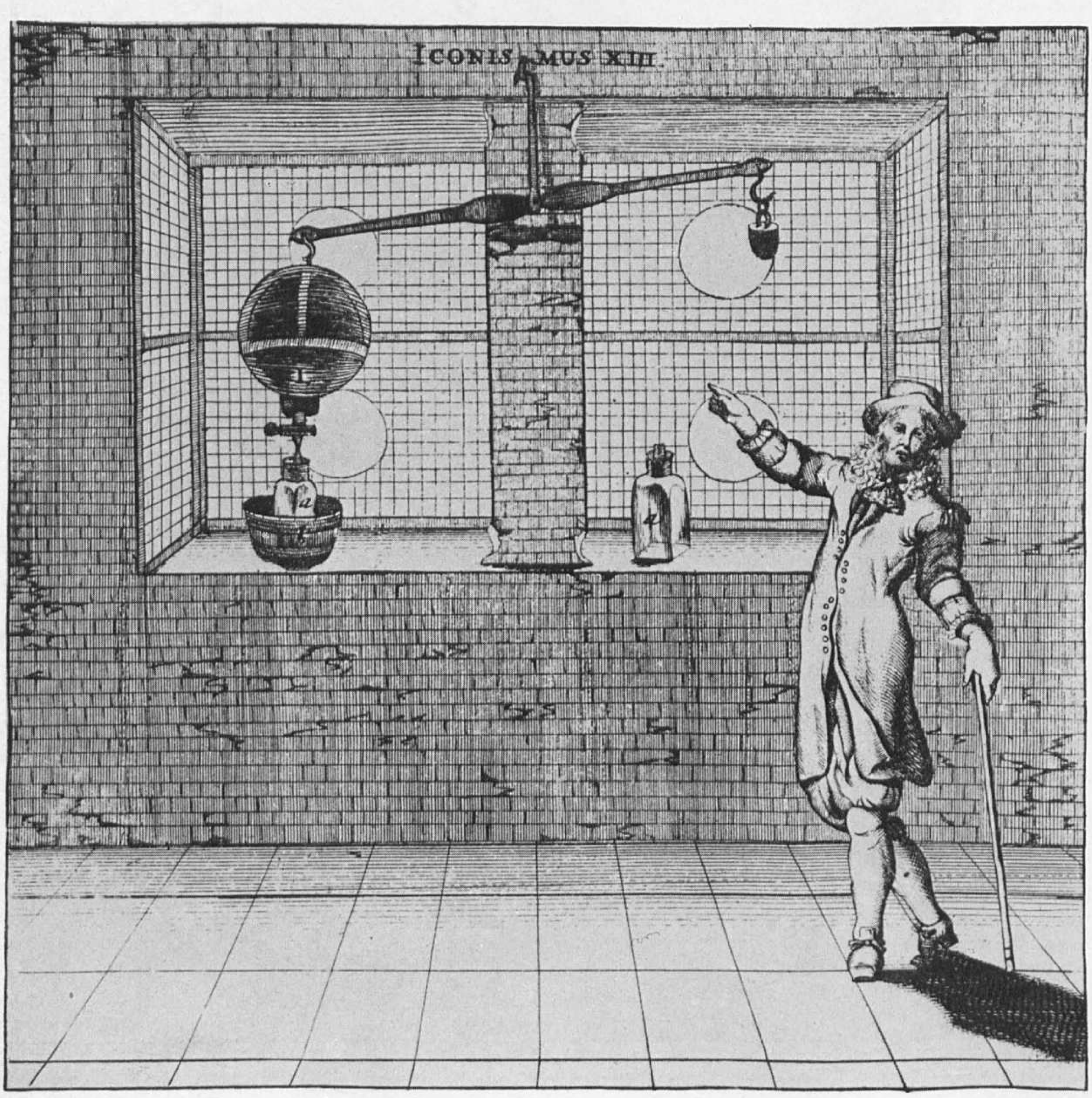
Kupferstich aus: Athanasius *Kircher*, Musurgia Universalis sive Ars Magna Consoni et Dissoni. Rom 1650. Taf. 15.

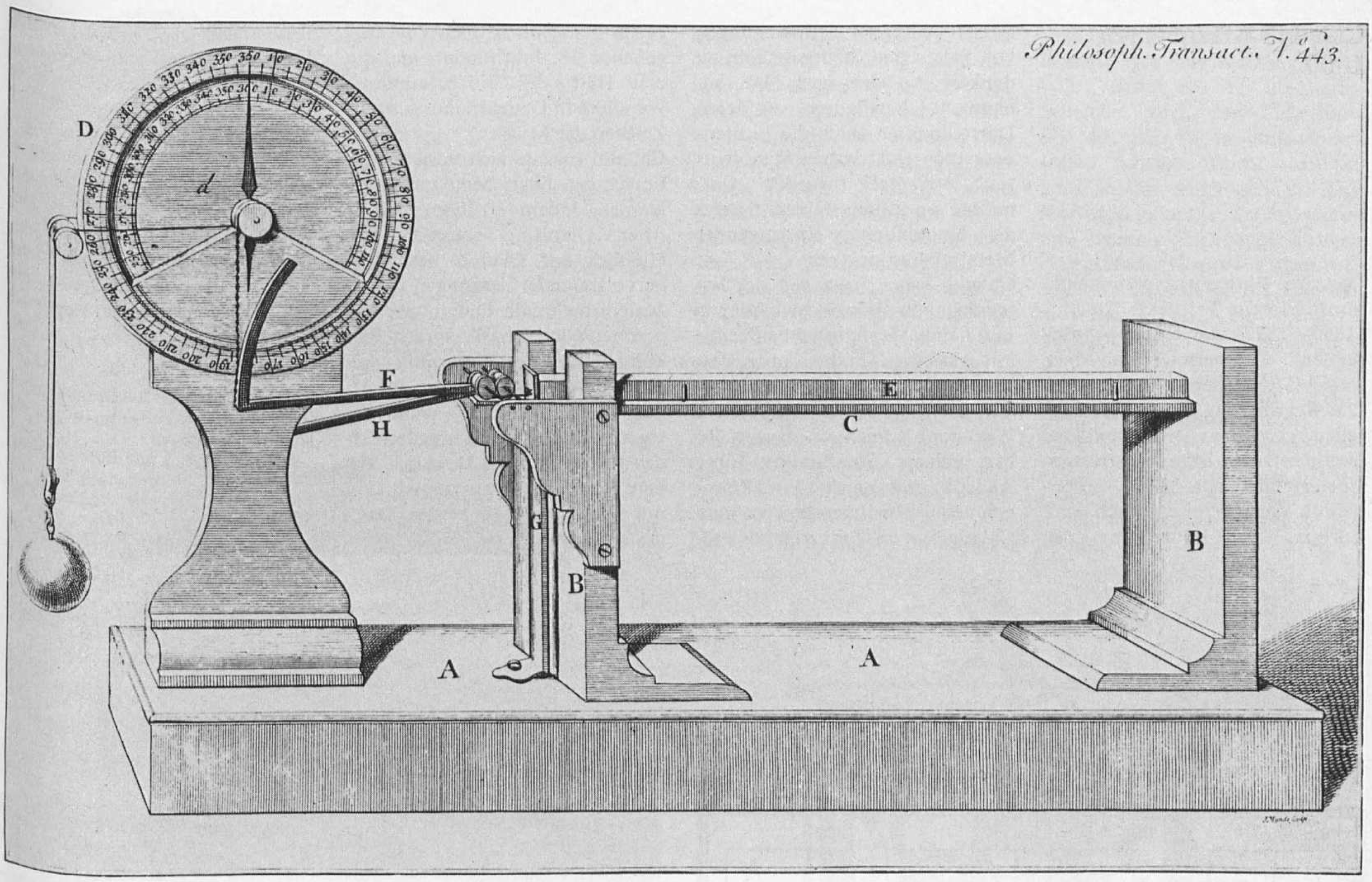
Die Wirkung des Luftdrucks nach Guericke 1672

Otto von Guericke schrieb zu dem abgebildeten Kupferstich: »Man nehme z. B. das Glasgefäß L., die sogenannte Vorlage, . . . pumpe daraus alle Luft aus und setze es mit einer viereckigen Glasflasche A in Verbindung, deren Fassung in das Mundstück der Vorlage so gut paßt, daß keine Luft von außen einzudringen vermag, wie dies die Abbildung zeigt. Nun stelle man den Napf B darunter (damit die Splitter nicht im Zimmer herumfliegen) und lüfte den Hahn ein wenig. Man hört jetzt die Luft aus der Flasche zischend in das obere luftleere Gefäß einströmen. Weil aber die Flasche der Außenluft . . . nicht genügend Widerstand leisten kann, wird diese nicht . . . runde Flasche notwendigerweise in sich zusammengedrückt und in tausend und abertausend Stückchen zersplittert werden. Zugleich wird die Luft, die von außen in den luftleeren Raum der (oberen) Flasche hineinstürzt, einen lauten Knall geben. — Wenn hingegen die Gefäße rund sind, zerbrechen sie nicht, sondern bleiben infolge ihrer Rundheit, die kein Eindrükken zuläßt, unversehrt.«

Dieselbe Vorrichtung ohne die viereckige Glasflasche A, also Waage, Gewicht (rechts) und kugelförmiges Glasgefäß (links), benutzte Guericke auch, um eine Teilwägung der Luft vorzunehmen: »Da die Luft tatsächlich Gewicht besitzt, so ergibt sich, daß ein gläserner (kugelförmiger) Kolben L . . . nach dem Auspumpen in ihm enthaltener Luft nicht mehr ebenso schwer ist wie vorher . . . Für meine Vorlage beträgt solcherart die nach dem Auspumpen bei mittlerem Luftdruck an der Waage nachweisbare Gewichtsverminderung über 4 Lot . . .« Guericke stellte mit der Waagevorrichtung auch fest, daß ein gut ausgepumptes und an einem Waagebalken aufgehängtes Gefäß mit sich änderndem Luftdruck sein Gewicht verändert. *Kl*

Kupferstich aus: Otto *von Guericke*, Experimenta nova. Amsterdam 1672 (deutsche Übersetzung von Hans Schimank, Düsseldorf 1968). Bild 13, Text S. 121 und 113.





Wärmeausdehnung fester Körper — die Untersuchungen des Uhrmachers John Ellicott 1736

Es ist historisch nicht genau feststellbar, wann zum ersten Mal systematisch beobachtet wurde, daß das Volumen eines Körpers von der Temperatur abhängt. Schon in der Antike waren darüber Kenntnisse gesammelt worden. Doch scheint erst Galilei die Ausdehnung der Luft als Temperaturanzeige benutzt zu haben, ohne ein Thermometer mit reproduktionsfähigen Meßmöglichkeiten konstruieren zu können.

Ausdehnung durch Wärme wurde zuerst an Luft, später an Flüssigkeiten und erst seit etwa der Mitte des 17. Jahrhunderts auch an festen Körpern beobachtet.

Einen der ersten und genau arbeitenden, allerdings weniger bekannten Apparate konstruierte in dieser beginnenden Phase der Entwicklung der Wärmelehre der englische Uhrmacher John Ellicott (etwa 1706—1772): Eine Eisenstange (E) wird auf der einen Seite fest, auf der anderen beweglich gegen eine starke Feder (G) eingespannt, die jeder Bewegung des Metallstabes folgt. Die Verschiebung der Feder wird auf zwei Rollen übertragen, die ihre Drehbewegung an zwei Arme (F und H) weitergeben. Diese drehen dann mittels einer Kette eine Kreisscheibe mit Gradeinteilung (die Kette ist über eine zweite Rolle durch ein Gewicht gespannt, um eine genaue Übertragung zu ermöglichen). Die bewegliche innere Scheibe sitzt auf einer feststehenden äußeren mit der gleichen Gradeinteilung, so daß kleine Verschiebungen exakt gemessen werden können. Die Längenveränderungen des Stabes wurden auf der Scheibe in Grad abgelesen, ein Grad entsprach etwas mehr als einem Millimeter Verschiebung.

Ellicott, der Mitglied der Royal Society war und mehrere Arbeiten in den »Philosophical Transactions« veröffentlichte, benutzte als Uhrmacher diesen Apparat auch, um die Änderungen von Pendellängen in Abhängigkeit von der Temperatur festzustellen. *Var*

Kupferstich aus: John *Ellicott,* The Description and Manner of using an Instrument for measuring the Degree of the Expansion of Metals by Heat. Philosophical Transactions, Band 39, London 1736, S. 297—299.

Chladnis Klangfiguren 1800

Der aus Wittenberg stammende Ernst Florens Friedrich Chladni (1756—1827) war einer der führenden Experimentalphysiker seiner Zeit in deutschen Landen. Die Begründung der experimentellen Akustik ist sein besonderes Verdienst. Er wirkte als Privatgelehrter und unternahm ausgedehnte Vortragsreisen durch ganz Europa. Die Entdeckung der Längs- und Drehschwingungen von Saiten und Stäben ist ihm zu danken. An den nach ihm benannten Klangfiguren, zu deren Darstellung er durch die Lichtenbergschen elektrischen Staubfiguren* veranlaßt worden war, machte er mittels feinen Sandes die Knotenlinien schwingender Metallplatten sichtbar.

Chladni erfand zwei auf der Erregung von Längsschwingungen beruhende Musikinstrumente: das mit gläsernen Stäben ausgestattete Euphon und den Clavizylinder. Das Euphon ist links auf der Zeichnung (rechts) dargestellt. Mit seinen Forschungen über Akustik und seinen Vorführungen neuer Musikinstrumente kam Chladni einem Zeitbedürfnis entgegen — standen doch das ausgehende 18. Jahrhundert und die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts, vor allem in Deutschland, ganz im Zeichen der Musik.

Chladni machte sich auch in der Forschung über Meteore einen Namen, indem er ihren kosmischen Ursprung nachwies. Im Hinblick auf Cladnis besonders hervortretende Leistungen in der Meteoritenkunde und in der experimentellen Physik sprach sein Zeitgenosse, der Naturphilosoph Henrik Steffens, von Chladni als von einem »kleinen, wunderlichen, grillenhaften Mann, der sich das Erz zu seinem Denkmal aus dem Weltenraum gesammelt und mit flüchtigen Figuren des Klanges bezeichnet hat«.

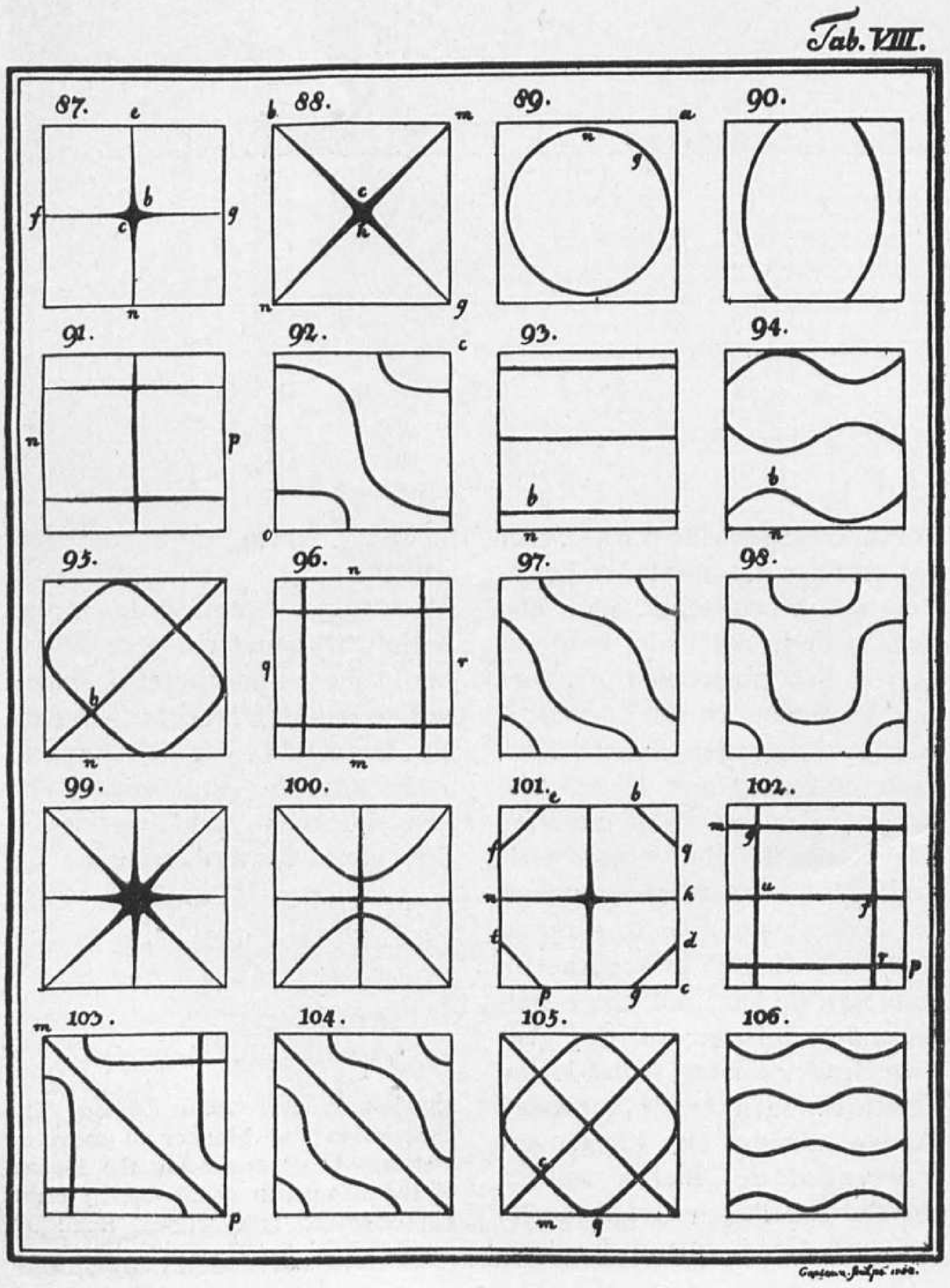
Seine ersten Untersuchungen über die Klangfiguren gab Chladni in dem Werk »Entdeckungen über die Theorie des Klanges« (Leipzig 1787) bekannt. Die Klangfigur Nr. 95 auf der Abbildung entspricht dabei der, die er auf der Zeichnung (rechts) vorführt. Dabei ist b die Stelle, wo die Finger die Platte halten, und n ist der Ort, wo die Metallscheibe mit dem Violinbogen gestrichen wird.

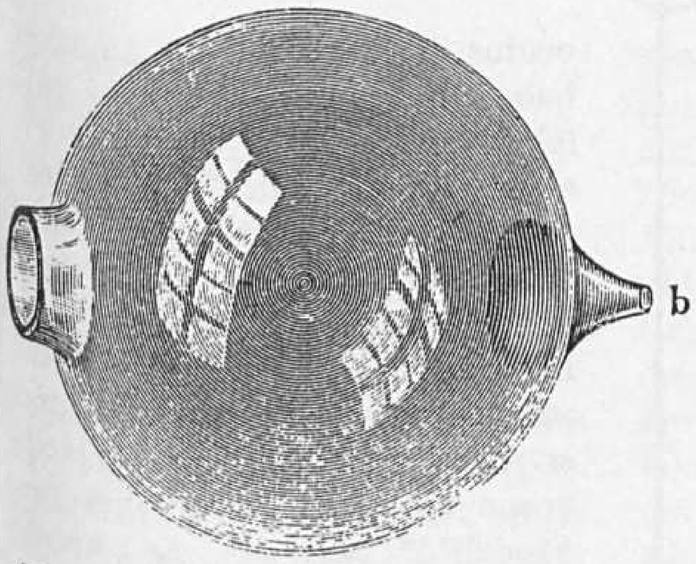
Kl

Bleistiftzeichnung, Regensburg 1800. Original in der Porträtsammlung des Deutschen Museums

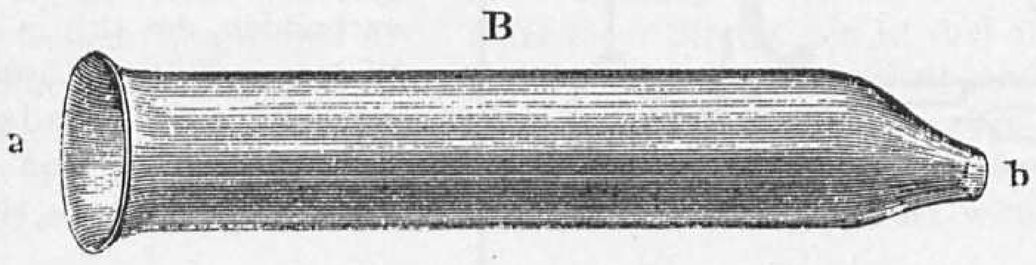
Kupferstich aus: Ernst Florens Friedrich *Chladni,* Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipzig 1787. Taf. 8.

* vgl. Kultur & Technik 2/77, S. 25—27





Figur 16 a



Figur 16 b

Der harmonische Klang in der Musik

Die Forderung Ernst Florens Friedrich Chladnis vom Jahr 1802, die Lehre vom Schall nicht mehr wie seit der Antike im Zusammenhang mit der Luft, sondern künftig als Teilgebiet der Wellenlehre zu behandeln, setzte sich bald durch. Schallbewegungen und -überlagerungen wurden mit Stimmgabeln untersucht, bald auch mit Lochsirenen. Georg Simon Ohm definierte im Jahr 1843 aufgrund solcher Sirenenexperimente anderer endgültig den reinen Ton als Sinusschwingung und den musikalischen Ton als Überlagerung von Grundton und Oberschwingungen (so hat der Kammerton a einer Geige im Gegensatz zum reinen Ton a eine bestimmte Klangfarbe).

Im Jahr 1857 teilte der Arzt, Physiologe und Physiker Hermann von Helmholtz die ersten Ergebnisse seiner akustischen Experimente mit. Er hatte die Fähigkeit des menschlichen Ohres untersucht, Obertöne einzeln zu hören, ferner die Obertonzusammensetzung verschiedener Klänge. Dazu benutzte er seine später berühmten und nach ihm benannten Resonatoren** (Fig. 16 a und 16 b). Dies sind Hohlkörper verschiedenen Luftinhalts, die man an das Ohr hält und die nur durch einen ganz bestimmten Ton — ihren Eigenton — zum Mitschwingen veranlaßt werden.

Helmholtz bemühte sich auch um eine Theorie von Konsonanz und Dissonanz auf rein physikalischer Grundlage, die allerdings heute als nur sehr bedingt gültig erkannt ist. So ist das, was subjektiv als Wohlklang empfunden wird, ein psychologisches und soziologisches Phänomen und wird in anderen Kulturen ganz anders beurteilt. Nach Helmholtz dagegen würden ausschließlich einfachste Schwingungszusammensetzungen aller beim musikalischen Klang (Dreiklang zum Beispiel) wahrgenommenen Töne Harmonie der Empfindung garantieren.

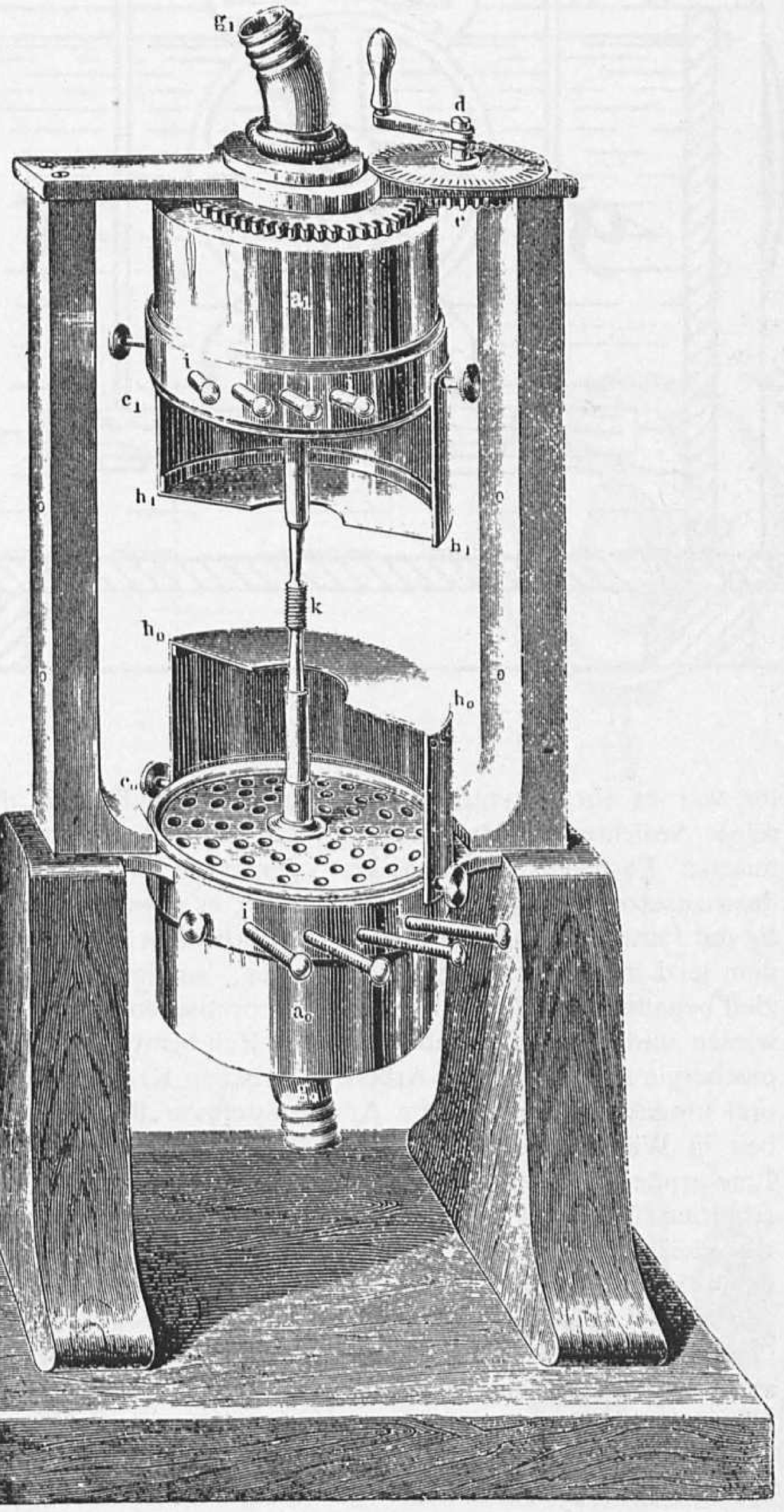
Zu seinen Versuchen konstruierte Helmholtz auch Lochsirenen, unter anderen diese Doppelsirene (Fig. 56): »a_0 und a_1 sind die beiden Windkästen, c_0 und c_1 die Scheiben, welche auf einer gemeinsamen Achse festsitzen, die bei k eine Schraube trägt, um ein Zählwerk zu treiben, welches eingesetzt werden kann ... Der obere Kasten a_1 kann selbst um seine Achse gedreht werden. Zu dem Ende ist er mit einem Zahnrade versehen, in welches das kleinere mit einer Kurbel d versehene Zahnrad e eingreift. Die Achse des Kastens a_1, um die er sich dreht, ist eine Verlängerung des oberen Windrohres g. Auf jeder der beiden Sirenenscheiben sind vier Löcherreihen, die einzeln oder beliebig verbunden angeblasen werden können; bei i sind die Stifte, welche die Löcherreihen vermittels einer besonderen Einrichtung öffnen. Die untere Scheibe hat vier Reihen von 8, 10, 12, 18 Löchern, die obere von 9, 12, 15, 16.«

Die Kästen h_0 und h_1 sollten Resonanzkörper sein. Die Sirenenlöcher waren jeweils schräg eingebohrt, damit die frei drehbaren Scheiben durch den Luftstrom, der aus den ihnen anliegenden festen Scheiben (nicht sichtbar) kam, in Bewegung gerieten. Die Kurbel d erlaubte durch langsames Drehen des oberen Kastens eine einfache Harmonie (zum Beispiel oben 16, unten 8 Löcher — also eine Oktave) ein wenig zu verstimmen. *Tei*

* In der Abteilung Physik des Deutschen Museums befinden sich vier Originale Inv.-Nr. 4690—4693.

Holzstiche und Zitat aus: Hermann *von Helmholtz*, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik. 3. Aufl. Braunschweig 1870. S. 73 und 254—255.

Figur 56



Der Energieerhaltungssatz — Julius Robert Mayer 1842

Vor einhundert Jahren, am 20. März 1878, starb der Heilbronner Stadtarzt Julius Robert Mayer* (geb. 1814), der einen der Fundamentalsätze der Physik formuliert und begründet hat. Als Außenseiter war es für ihn nicht leicht, seine Ansichten in der renommierten Fachwelt der Physiker durchzusetzen. Nahezu gleichzeitig mit James Prescott Joule (nach dem jetzt die Energieeinheit offiziell benannt wird) hat er nachgewiesen und publiziert, daß Wärmeenergie in mechanische Arbeit, und umgekehrt mechanische Arbeit in Wärme übergehen kann. Eine große Zahl weiterer Wissenschaftler führten in jenen Jahren den gleichen Beweis. Er bedeutet einen tiefen Einschnitt in der Entwicklung der Physik, da er die Grundlage für zahlreiche Versuche wurde, ein neues physikalisches Weltbild zu entwerfen.

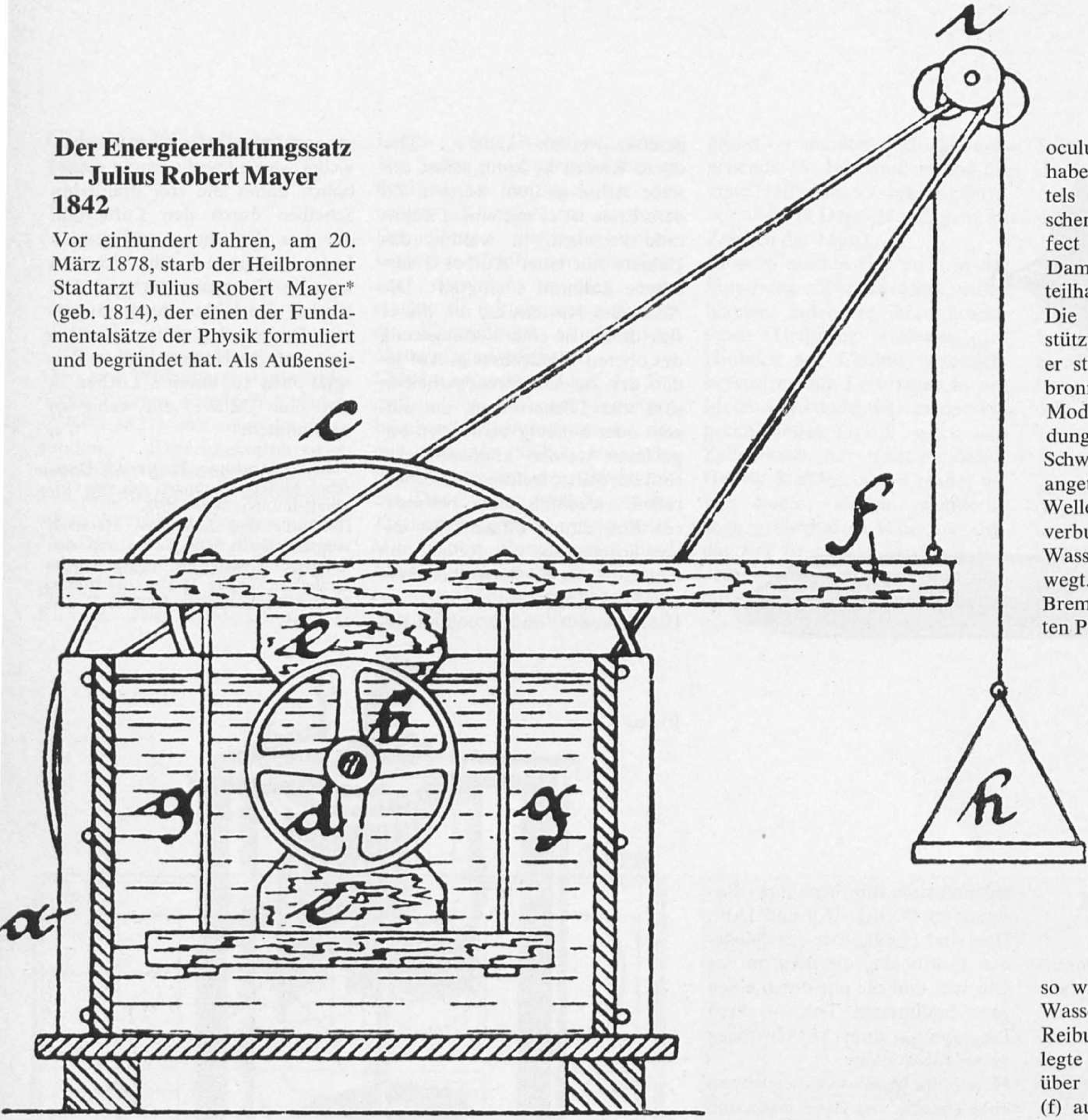
Mayer gab auch Zahlen für das Wärmeäquivalent an, also für die mechanische Energie, die nötig ist, um ein Kilogramm Wasser um genau ein Grad Celsius zu erwärmen; er gewann diese Ergebnisse jedoch nicht aus gezielten Versuchen, sondern vorwiegend aus theoretischen Überlegungen. Lange Zeit bemühte er sich, einen kalorischen Kraftmesser für die unmittelbare Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents zu konstruieren, was Joule allerdings schon vorher gelungen war.

Daß dabei auch finanzielle Probleme eine Rolle spielten, zeigt ein Brief Mayers vom 29. Juli 1868**. Das Schreiben lautet: »Hohe Centralstelle für Handel und Gewerbe. Schon von verschiedenen Seiten ... wurde ich aufgefordert, die von mir entdeckten und nun unter dem Namen der ›mechanischen Wärmetheorie‹ überall verbreiteten theoretischen Wahrheiten auch für das praktische Leben nützlich zu machen. Das nächstliegende in dieser Hinsicht scheint mir die Herstellung eines Kraftmessers zu seyn, wie ich solches in meiner vor 18 Jahren erschienenen Schrift ›Bemerkungen über das mechanische Äquivalent der Wärme‹ ... angedeutet habe. Es heißt nämlich dort: ›Neuerdings ist es mir auch gelungen, zur direkten Bestimmung des mechanischen Äquivalents der Wärme einen sehr einfachen Wärmebewegungsmesser in kleinem Maßstab zu construirn, mit welchem sich die Richtigkeit des in Rede stehenden Princips ad oculus demonstrirn läßt, und ich habe Grund zu glauben, daß mittels eines solchen calorimotorischen Apparats auch der Nutzeffect von Wasserwerken und Dampfmaschinen leicht und vortheilhaft gemessen werden kann ...‹«

Die erbetene finanzielle Unterstützung wurde ihm gewährt, und er stellte im Jahr 1869 in Heilbronn ein von ihm entwickeltes Modell*** auf, das die Abbildung deutlich zeigt: Ein großes Schwungrad (c) wird mechanisch angetrieben und ist über eine feste Welle mit einem kleineren Rad (d) verbunden, das sich in einem mit Wasser gefüllten Kasten (g) bewegt. Wird dieses Rad durch zwei Bremsbacken (e), den sogenannten Pronyschen Zaun, abgebremst, so wird durch die Reibung das Wasser im Kasten erwärmt. Der Reibungsdruck wird durch aufgelegte Gewichte (h) gemessen, die über einen 2,2 m langen Balken (f) auf die Bremsbacken wirken. Die Zahl der Umdrehungen des Rades und die Masse der Bremsgewichte entsprechen dem Heben dieser Gewichte um die Bremsstrecke, also einer genau bestimmten mechanischen Arbeit.

Es ist ungewiß, wie weit mit diesem Gerät exakte Messungen möglich waren. Meßprotokolle sind nicht überliefert. Mayer kam es wohl in erster Linie darauf an, ebenfalls einen Apparat vorzuweisen, mit dem ein unmittelbarer experimenteller Beweis des Energieerhaltungssatzes möglich war.

Var



* vgl. Kultur & Technik 1/78, S. 60

** u. a. in den Studiensammlungen des Deutschen Museums

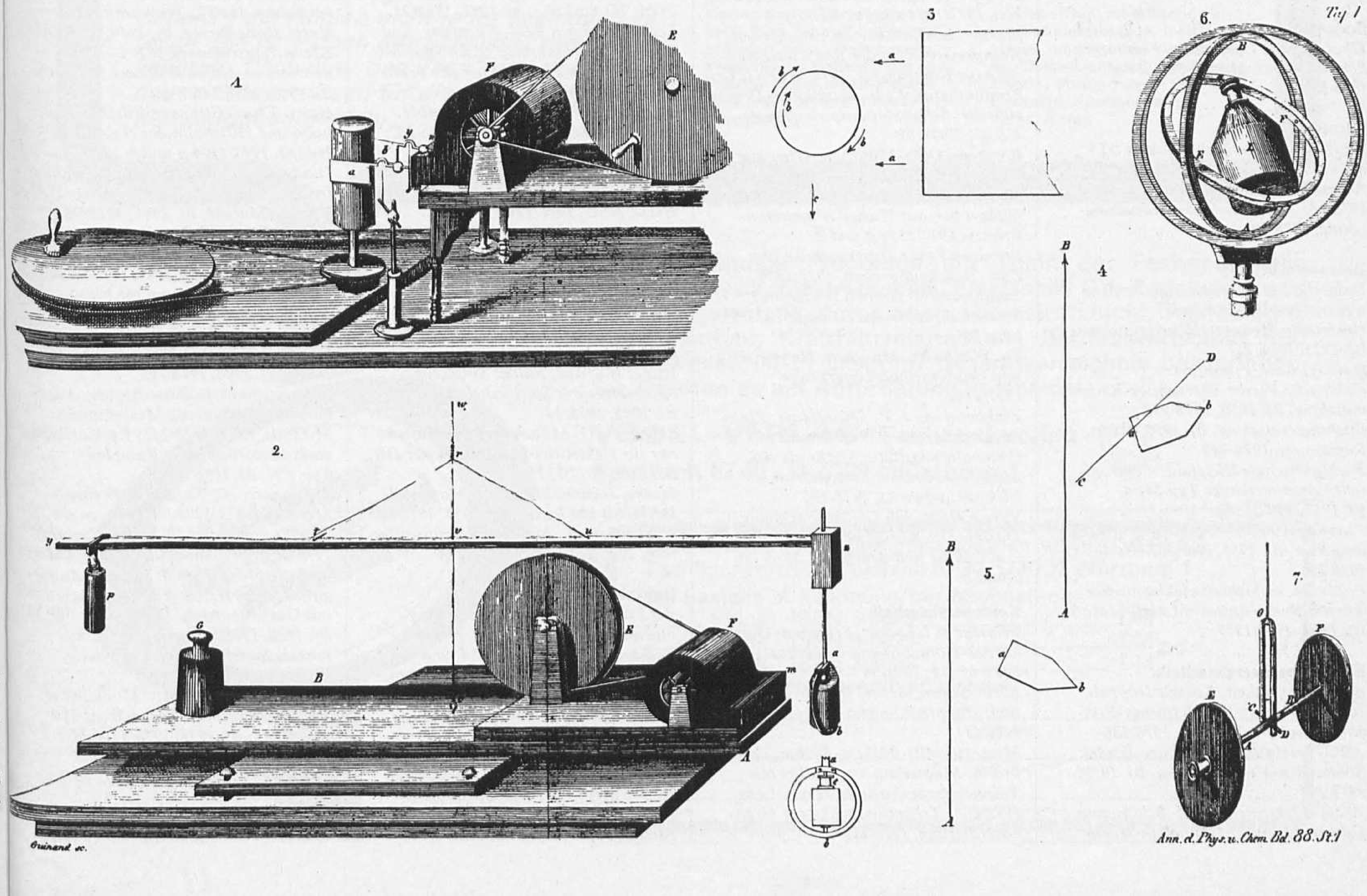
*** In der Abteilung Physik des Deutschen Museums ist das Original (Inv.-Nr. 2336 45780) ausgestellt.

Abbildung aus: Kleinere Schriften und Briefe von Robert *Mayer*. Hrsg. von J. Weyrauch. Stuttgart 1893, S. 450.

Überraschende Flugbahnen — der Magnuseffekt 1853

Ein Tennisspieler erlebt es des öfteren: Der vom Gegner zurückgespielte Ball weicht von seiner gleichmäßig gekrümmten Flugbahn ab und verlangt blitzschnelle Reaktionen; er wurde »angeschnitten«, das heißt, er dreht sich um seine eigene Achse und folgt daher bei seinem Flug durch die Luft unvorhersehbaren Bahnen.
Diese unberechenbaren Kurven machten vor allem den Artilleristen früherer Zeiten große Sorgen. Die Gewehr- oder Kanonenkugel schlug oftmals nicht dort ein, wo es der Schütze erwartete. Diese Abweichungen waren der Anlaß für ausführliche Untersuchungen der königlichen Artilleriekommission in Preußen zusammen mit dem Physiker Heinrich Gustav Magnus (1802—1870). Er konstruierte dafür den abgebildeten Apparat*:
Ein großes Handrad (E) treibt ein Zentrifugalgebläse (F) an, das einen gleichmäßigen Luftstrom auf den Zylinder (a b) richtet, der in Umdrehungen versetzt wird mit Hilfe einer Schnur. Sie ist (bei e) um den Zylinder gewickelt und kann in beiden Richtungen abgezogen werden. Die Bewegung des Geschosses durch die Luft wird dabei vom Luftstrom ersetzt, die Rotation von der Schnur erzeugt. Wirkt der Luftstrom auf den ruhenden Zylinder, so ist keinerlei seitliche Ablenkung festzustellen, ebensowenig bei rotierendem Zylinder ohne Luftstrom. Erst wenn beides zusammenkommt, sind — abhängig von der Rotationsrichtung — Ablenkungen zu beobachten. Sie werden genau angezeigt durch die Drehung einer freischwebenden, austarierten Stange, an deren Ende der rotierende Zylinder hängt. Die Ablenkungen sind immerhin so groß, daß das Gebläse gedreht werden muß, um den Zylinder innerhalb des Luftstroms zu halten.
Mit diesen Untersuchungen von Magnus waren die Ursachen für die Abweichung der Geschosse systematisch festgestellt.
Der Ingenieur Anton Flettner versuchte nach dem Ersten Weltkrieg, diesen Effekt für einen Schiffsantrieb auszunützen. Er ersetzte die Masten durch große Rotoren, die sich sehr schnell drehten und dadurch das Schiff senkrecht zur Windrichtung vorwärtstrieben. Aus ökonomischen Gründen wurden diese Versuche nicht fortgesetzt. *Var*

* Original in der Abteilung Physik des Deutschen Museums (Inv.-Nr. 55322). Kupferstich aus: Heinrich Gustav *Magnus,* Über die Abweichung der Geschosse, und eine auffallende Erscheinung bei rotierenden Körpern. Annalen der Physik und Chemie. 3. Reihe, Band 28. Hrsg. von J. C. Poggendorff, Leipzig 1853. S. 613.



Stifter & Förderer

Ohne die Großzügigkeit seiner Stifter und Förderer hätte das Deutsche Museum nicht entstehen und sich nicht weiterentwickeln können. Es hat im Jahr seines 75. Geburtstages eine Fülle von Geschenken erhalten, und mit Dienstleistungen aller Art wurde ihm geholfen:

Automation
AEG-Telefunken, Frankfurt: Logistat-Schaltmodell, Typ I-si/1, Bj. 1970, 1977/1296
Büttner, München: Modell eines Hochregallagers mit Förderzug und Teleskoptisch, Bj. 1971, 1978/159
Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn: elektrischer Kleinmanipulator »Syntelmann« RS 214, 1978/63 a bis c

Bekleidungstechnik
Hufnagel, Hans, München: Tischnähmaschine, Herst. Seidel & Naumann, 1978/213

Bergbau
Kali und Salz AG, Kassel: Steinsalz- und Kaliproben, 1978/138
Rheinische Braunkohlenwerke AG, Köln: Tauchmotorpumpe zur Grubenentwässerung, 1978/55; Schaufel eines Schaufelradbaggers, 1978/100; Abschnitt eines Förderbandes, 1978/101; (alle Obj. aus dem Braunkohlen-Tagebau)
Wirtschaftsvereinigung Bergbau, Bonn: zahlreiche Diakästen

Bodenschätze
Geologisches Landesamt, Freiburg: Scintillometer, Modell 963 Serial, 1978/53

Bürotechnik
Deutscher Gewerkschaftsbund ÖTV, München: Adrex-Druckformprägemaschine, 1978/18; Adrema-Adressendruckmaschine, 1978/19

Datenverarbeitung
Deutsche Schlafwagen- und Speisewagen-GmbH, München: elektrische Monroe-Rechenmaschine, Bj. 1925, 1978/217
Herzog, Karl, Frankfurt: elektrische Victor-Vierspezies-Rechenmaschine, Bj. 1950, 1978/218
Buchungsmaschine, Bj. 1950, Herst. Remington, 1978/140
Fachhochschule Bielefeld: elektronischer Analogrechner Typ Mira, Bj. 1957, 1977/1340
Frankonia Jagd, Würzburg: Buchungsmaschine, Bj. 1955, Herst. Zeiss-Ikon, 1078/135
Podlacha, München: elektronischer Tischrechner »Anita«, Modell Marc 9, Bj. 1965, 1977/1307

Elektrische Energietechnik
AEG-Telefunken, Kassel: Doppelschaltkopf eines Hochleistungs-Freistrahlschalters, Bj. 1977, 1978/136
AEG-Telefunken, Hamburg-Wedel: Solarzellen-Versuchsstand, Bj. 1978, 1978/198
Arcus-Elektrotechnik A. Schiffmann GmbH, München: Arcuston-Hochspannungsprüfer, Bj. 1977, 1977/1315; Erdungsvorrichtung für Hochspannungsanlage, Bj. 1977, 1977/1312, für Transformatorstation, Bj. 1977, 1977/1313; Sicherungszange und Einschiebeplatte für Trennschalter, Bj. 1977, 1977/1314 a und b; Gießharz-Abzweigmuffe, Bj. 1977, 1977/1316
Institut für elektrische Maschinen und Geräte, TU München: Phasenschieber nach Leblanc, Bj. 1920, Herst. BBC, 1977/1311

Erdöl/Erdgas
Cameron Iran Work GmbH, Celle: Bohrlochverschluß, Bj. 1972, 1978/148
C. Deilmann AG, Bentheim: Kegelrollenmeißel, Bj. 1977, 1978/99
Deutsche Tiefbohr AG, Bentheim: Bohrturbine SMG 65/8", 1978/46
Johann Stahl, Mannheim-Neckarau: Tanksegment, Bj. 1977, 1977/1309

Haustechnik
Rowenta-Werke GmbH, Offenbach: Solarzellenfeuerzeug, Bj. 1978, 1978/104

Hüttenwesen
Bayerisches Druckguß-Werk Thurner KG, Markt Schwaben: Druckgußproben, 1977/1344 a bis v; Kleinkompressor, geschnitten, mit Ersatzteilen, Kompressor-Zylinder und 1 Satz Bauteile für Kompressor, 1977/1343 a bis c; Produktbeispiel für Aluminium-Druckgußteile: Schallplattenspieler Dual CS 621, 1978/32
Birnbeck, Otto, München: Ofen aus Gußeisen, 1978/117
Metallwerk R. Ammer KG, Reutlingen: Gußproben aus Nickel-Aluminium-Bronze, 1977/1359 a und b
Preussag/Fusor Druckguß, Berlin: Zink-Druckgußproben, 1977/1358
Technica-Guß GmbH, Würzburg: Stranggußprofile aus Grauguß, 1978/33 1 bis 14
Fa. Weithofer, München: Nageleisen und Gesenkschmiedewerkeuge 1977/1302
Zinkberatung e. V., Düsseldorf: Zink-Druckgußproben, 1978/31 a bis i
Gutehoffnungshütte Sterkrade AG, Sterkrade: Funktionsmodell eines Elektrostahlwerks, 1978/195
Verein Deutscher Gießereifachleute, Düsseldorf: Kurbelwelle für Pkw als Gußrohling und bearbeitet, 1978/196 a und b

Kernenergietechnik
Frieseke & Höpfner, Erlangen: Ganzkörper-Kontaminationsmonitor FHT 65 G1, 1978/94
Klein, Schanzlin und Becker, Frankenthal: Hauptkühlmittel-Pumpenläufer, 1978/111
Messerschmitt-Bölkow-Blohm, Ottobrunn: Mikroskop Typ Epilux mit Trennelementabschnitt. Herst. Leitz, 1978/108; Trenndüsenrohr zur Urananreicherung, 1978/112
Reaktor-Brennelement-Union GmbH, Hanau: Reaktor-Brennelement (ohne Uranauffüllung), 1977/1327
Gutehoffnungshütte, Sterkrade AG, Oberhausen: Schraubenbolzen eines Reaktor-Druckbehälters, 1978/130

Kraftmaschinen
Aral AG, München: Demonstration zum Prinzip der Verbrennungskraftmaschine, Bj. 1978, 1978/144
Welland & Tuxhorm, Bielefeld: Dampfumformregelventil, 1978/14; Kühlwasser-Regelventil, 1978/15; Dampfumformanlage, 1978/15 a (alle Obj. geschnitten, Bj. 1958)

Landverkehr
Bayer AG, Leverkusen: Versuchsauto mit Vollkunststoffkarosserie, Bj. 1967, 1978/1
Bayerische Motorenwerke AG, München: Motorrad mit Seitenwagen BMW R 75, Bj. 1941, 1978/141; Patronat für Bereich Motorräder
Beissbarth — The Allen Group, München: Hebebühne für Personenkraftwagen, Bj. 1961, Herst. Romeico, 1978/11
Deutsche Bundesbahn, München: Streckentrenner für elektrische Fahrleitungen, Bj. 1960, 1977/1326
Kastner, Veronika, München: Pkw Janus 250, Bj. 1958, Herst. Zündapp, 1977/1346
Kienzle Apparatebau GmbH, Villingen: Einzelgeräte zur Darstellung der Entwicklung von Fahrtschreiber und Taxameter für Lkw bzw. Pkw, 1978/21, 24 bis 26; Parkuhr, Bj. 1977, 1978/23
Lehmann, Ernst Paul, Nürnberg, und Rawie, A., Osnabrück: Eisenbahn-Modellanlage zur Entwicklung des Prellbocks, Bj. 1978, 1978/134
Nürnberger Herculeswerke GmbH, Nürnberg: Motorrad K 50 Ultra LC, Bj. 1978, 1978/116
Meier-Hafter, Dr. Arthur, Winterthur: Pkw Ro 80 mit Wankelmotor, Bj. 1968, Herst. NSU, 1977/1349
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, Ottobrunn: Magnetschwebefahrzeug mit Linearmotorantrieb, Bj. 1971, 1978/121
Adam Opel AG, Rüsselsheim: Pkw-Styling-Studie Opel GT 2, Bj. 1975, 1978/147
Riege, Wilfried, Fulda: Spielzeuglokomotive mit Spiritusheizung, Bj. 1908, 1978/54
Siemens AG, München: Streckentrenner für elektrische Fahrleitung der DB, Bj. 1973, 1977/1325
Starke, Jochen, München: Motorrad DKW SB 500 Luxus, Bj. 1938, 1978/193
Vespa GmbH, Augsburg: Motorrollerrally 200 Electronic, 1977/1334

Luftfahrt
Air Force Museum, Dayton: Flugmotoren »Merlin« V 1650, Herst. Packard, Bj. 1940, 1978/156, und Pratt & Whitney R 4360, geschnitten, Bj. 1945, 1978/157; Abgasturbolader, Typ B 3, Bj. 1943, Herst. General Electric, 1978/158
Apparatebau Gauting GmbH, Gauting: Verstärker für Kompaß-Kurskreisel, Bj. 1963, 1978/88; Künstliche Horizonte: Typ B, Bj. 1959, und pneumatisch, Bj. 1952, Herst. Standard Products, Inc., 1978/78 und 1978/79; Radio-Magnetkompaß, Bj. 1965, 1978/90; Universalanzeigegeräte CL 1793 und CL 1090/58, Herst. Sungamo Weston Ltd. und Sperry Gyroscope, Bj. 1958, 1978/84 und 1978/85; Kompaß-Kurskreisel P 545, Herst. Sperry Gyroscope Co., Bj. 1959, 1978/86
Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln: Pulstriebwerk GH_2/GO_2: Einspritzkopf und Brennkammer, Bj. 1972, 1977/1352 a und b; Pulstriebwerk GH_2/GO_2: Einspritzkopf und Brennkammer, Bj. 1971, 1977/1353 a und b
Deutscher Aero-Club, Frankfurt, und Fa. Zirzow, Feldbergen: Modell des Motorflugzeugs Focke-Wulf Fw 56 »Stösser«, Bj. 1934, 1978/60
Fa. Dornier, München: Flugzeugmodell Dornier-Wal, Bj. 1924, 1977/1306
Fa. Dornier, Friedrichshafen: Flugzeugmodell Do-R Superwal, Bj. 1926, 1977/1341
Fa. Dornier, Friedrichshafen, und Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Göttingen: Satellit »Aeros«, 1977/1330
Gerwin, R., Stuttgart: Abgasturbolader, Herst. BMW, Bj. 1944, 1978/128
Gschwilm, Joseph, Weissensee: Kurskreisel, 1978/212
Hardenberg, Günther Graf von, Baden-Baden: Rotorblatt des Hubschraubers »Bell 47« und sein Profilschnitt, 1977/1324 a und b
Häusler, Hanns, Baierbrunn: Radialverdichter des TL-Triebwerks »Nene«, Herst. Rolls Royce, Bj. 1944, 1978/145; Kleinstrahltriebwerk WR 2—6, geschnitten, Herst. Williams Research, Bj. 1962, 1978/146
Heyn, Klaus, Eislingen/Fils: Hauptholm und Hilfsholm der Heinkel He 162, 1977/1304 a und b
Hindustan Aeroautics Ltd., Bangalore/Indien: Modell des Jagdflugzeugs HAL HF-24 »Marut«, Bj. 1961, 1978/96
Kaiser, Winfried, Norderstedt: Segelflugmodell »Hansa 340« und Flugmodell »Hansa 300«, 1978/64 und 1978/65; Fernsteuerung für Flugmodelle »Alpha 2007«, 1978/66
Mannesmann AG, Düsseldorf: Flugzeugmodell Santos-Dumont »Demoiselle«, Bj. 1908, 1978/105
Messerschmitt-Bölkow-Blohm, Augsburg: Motorflugzeug Messerschmitt M 17, Bj. 1925, 1978/142; Restaurierung eines Motorflugzeugs Rumpler Typ CN, Bj. 1918
Steinhauer, H., Troisdorf: Webra-Motoren, 1977/1291 bis 1293; zwei Segelflugzeuge SB 10, Herst. Carrera, 1978/3; Freiflugmodelle »B 7«, »AM 9« und »Strolch«, 1978/5, 7 und 8; Autogiromodell »Helix«, 1978/6; Flugmodell mit Gummiantrieb, Typ Stösser FW 56, Bj. 1938, 1978/9; Sende- und Empfangsanlage für Flugzeugmodelle, Bj. 1958, 1978/10
VFW-Fokker, Bremen: Modelle der Verkehrsflugzeuge Focke-Wulf 200 »Condor«, Bj. 1937, 1978/52, und VFW 614-100, Bj. 1971, 1978/127, sowie des Sportflugzeugs »Stieglitz«, Bj. 1932, 1978/58
Deutsche Bundesbahn, München: Transport der Flugzeuge vom Freige-

Die neuen Bücher

Schlick, Gerhard

Ventile in unserem Leben

Ursprung, Entwicklung und Verbreitung

Ein Beitrag zur Technikgeschichte

292 Seiten, 225 × 280 mm, 284 Bilder, teils vierfarbig, Ganzleinen mit Schutzumschlag
75,— fPr./ISBN 3-8023-0573-6

Beginnend bei den Vorstufen im Orient und in Asien über die Kulturen der Römer und Griechen, wird die Entwicklung an Beispielen aufgezeigt und dargelegt, welche geschichtlichen Prozesse ablaufen mußten, bis die Stufe der Industrialisierung erreicht wurde. Ventile von heute und deren Anwendung verdeutlichen ihren Einfluß auf unser Leben.

In jüngerer Zeit ist das Ventil so bekannt geworden, als wäre es ein Begriff aus der Hydraulik oder Pneumatik. Ein Ventil ist jedoch weit mehr: Es kann eine Schleuse sein, eine Herzklappe, ein Tor, eine Diode . . . kurz alles, was eine Strömung unterbricht, eine Stromstärke verändert oder eine Strömungsrichtung beeinflußt.

Diese bewußte Verallgemeinerung vermag vielleicht auf Anhieb nicht jeder Fachmann zu teilen. Sie ist jedoch der Schlüssel zum bekannten „Blick über den Zaun" und damit zu neuen Erkenntnissen für die Tätigkeit im eigenen Aufgabenbereich.

Kötting, Horst

Iteration und Approximation mit Taschenrechnern

136 Seiten, zahlr. Abbild.
25,— DM/ISBN 3-8023-0114-5

NEWTON-Verfahren, eigentliche Iteration, Tangentialprozeß, Regula Falsi, Konvergenztheorie, Gegenüberstellungen der Verfahren, Anwendungsbeispiele; Lineare Gleichungssysteme; TAYLOR-Approx., mittlere quadr. Approx.; numerische Integration, ROMBERG-Integr.

Schmäing, Eduard

Krisenmanagement oder vorausschauende Planung

172 Seiten, 28 Abbildungen
18,— DM/ISBN 3-8023-0126-9

Kybernetische Systembeschreibung: Regelung oder Steuerung — ordnungsgebundener **Markt oder Dirigismus**; Arbeitsmarkt, Inflation und Arbeitslosigkeit; kooperatives oder autoritäres Führen; Lohn- und Gewinnmaximierung oder Optimierung. **Krisenmanagement** tendiert zum Dirigismus, dieser oft zur „organisierten Verantwortungslosigkeit". Eine Zukunft in Freiheit erfordert **vorausschauende Planung** zur Verteidigung des Prinzips Markt als Grundlage für Kreativität und Innovationsbereitschaft.

Schlitt, Herbert

Regelungstechnik in Verfahrenstechnik und Chemie

192 Seiten, zahlr. Abbild.
38,— DM/ISBN 3-8023-0124-2

Regelstrecken; pneumatische, hydraulische, elektronische Bauelemente; Meßfühler, Transmitter, stetige und unstetige Regler, Zustandsregler; Beschreibung im Zeit- und Frequenzbereich, Stabilität, Anfahrprobleme, Einstellung von Reglern; Planung und Inbetriebnahme von Regelanlagen

Korb, Fritz

Leistungshalbleiter und ihre wichtigsten Anwendungen

264 Seiten, 185 Abbild.
35,— DM/ISBN 3-8023-0601-5

Grundlagen der Halbleitertechnik, Anwendungsgebiete. **Leistungshalbleiter:** Bauformen, Funktion, Charakteristische Daten, Kühlung, Schutz, Auslegung. **Anwendungstechnik:** Funktionsdarstellung von Stromrichterschaltungen, Auslegung der Bau- und Funktionselemente, Gleichstromanwendungen, Wechsel- und Drehstromanwendungen

Spickermann, Diethart

Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik und Elektronik

336 Seiten, 85 Abbildungen
48,— DM/ISBN 3-8023-0565-5

Werkstoffteil: metallische Leiter und Elektrokohle, Isolierstoffe, magnetische Werkstoffe; Bauelementeteil: Widerstände, Verbindungen und Kontakte, Kondensatoren, magn. Kerne

Fachbücher für Technik und Wirtschaft

Das vollständige Programm mit Titeln der Fachrichtungen Chemie, Physik, Elektrotechnik, Elektronik, DV, Regelungs- und Steuerungstechnik, Automation, Werkstoffkunde, Technologie, Maschinenbau, Kraftfahrzeugtechnik, Betriebswirtschaft und Rechtswesen ist in unserem Gesamtverzeichnis beschrieben. Sie erhalten es auf Anforderung kostenlos!

VOGEL-VERLAG Fachbuchverlag

Postfach 67 40 · D-8700 Würzburg 1

Bitte ausschneiden und einsenden an VOGEL-VERLAG, Fachbuchvertrieb, Postfach 67 40, D-8700 Würzburg 1

Ich bestelle in Rechnung/per Nachnahme:

_____ Stück ISBN 3-8023-_____/_____ DM
_____ Stück ISBN 3-8023-_____/_____ DM
_____ Stück ISBN 3-8023-_____/_____ DM
_____ Fachbuch-Gesamtverzeichnis

Name Vorname

Straße, Nr. PLZ, Ort

Datum Unterschrift

lände des Museums nach Erding
Luftwaffenversorgungsregiment I, Erding: Restaurierung und Transport von Flugzeugen und Flugzeugmotoren des Deutschen Museums anläßlich des Tags der offenen Tür des Fliegerhorstes Erding

Maschinenelemente
Tekniska Museet, Stockholm: Rollgabel-Schlüssel, Bj. 1895, 1978/154

Metallbearbeitung
Gemofix, Gebr. Moll GmbH & Co., Solingen: Bohrautomat mit Revolverkopf, Bj. 1897, 1978/219
Industrieverwaltungsgesellschaft, Bonn-Bad Godesberg: erste Elektronenstrahlschweißmaschine, 1977/1338
Kollmar & Jourdan AG, Pforzheim: Tischhobelmaschine, 1978/215
P.I.V. Antrieb, Werner Reimers KG, Bad Homburg: Demonstrationsmodell eines stufenlosen Getriebes, Bj. 1977, 1978/20
Stadtwerke München, München: Vertikalfräsmaschine, Bj. 1920, Herst. Wandererwerke, 1978/118

Musikinstrumente
Karl Hammerschmidt & Söhne, Burgau: Klarinette in b, 1978/190; Tarogatto in b, 1978/191
Kaiser, München: Giraffenklavier, 1977/1319
Rössler, Heinz, Heide: Knickbaß-Blockflöte in f, 1977/1342

Nachrichtentechnik
AEG-Telefunken, Backnang: Demonstration einer Nachrichtenübertragung über Lichtleitfaser, Bj. 1978, 1978/152 a bis g
AEG-Telefunken, Ulm: Kurzwellen-Empfangsanlage Transradio 11, Bj. 1977, 1977/1317; Panorama-Zusatzgerät PaG 724/525, Bj. 1977, 1977/1318; Konstanz: Studio-Tonbandlaufwerk Magnetophon M 10 mit 2 Aufnahme-Verstärkern V 86 und 2 Wiedergabeverstärkern V 87, Bj. 1963, 1978/30 a bis e; Satelliten-Bord-Bandspeicher SBS 1/50, Bj. 1969, 1977/1297
Fa. Kontron, Eching: modulares Mikrokomputer-System, Herst. Ziloo, Bj. 1977, 1977/1310
Lieberich, Klaus, Puchheim: Supreme »Push Button Set Tester« Modell 592, 1977/1333
Fa. Friedrich Römer, München: Rufnummerngeber, Herst. Telerapid-Telefon GmbH, 1977/1332
Schütz, Peter, München: Rundfunkempfänger Saba 333 WL, Bj. 1935, 1977/1345
Siemens AG, München: Sprechgarnitur 2001 HS-0168-1, Bj. 1975, 1977/1347; Münzfernsprecher für weltweiten Sprechverkehr, 1977/1303
Siemens AG, München: Antennenanlage für Empfang von Fernsehen und Hörfunk, Bj. 1977, 1978/129 1 bis 23; Video-Sichtgerät Schwarzweiß-Bildröhre, Bj. 1978, 1978/133; Fernschreiber T 150, Bj. 1967, und T 1000 mit Lochstreifengeräten, Bj. 1978, 1978/137 und 194
Siemens AG, München: Hell-Fernkopierer HF 1048, Bj. 1978, 1978/200
Telefunken Fernseh- und Rundfunk-GmbH, Hannover: Farbfernsehempfänger PAL-Color 708 T und 708 ST, Bj. 1967, 1977/1355 und 1356
ZDF, Mainz: 5 Schwarzweiß-Monitoren, Bj. 1958, 1978/201 bis 205

Papiertechnik
Fa. Degussa Hanau, Zweigwerk Wolfgang: Versuchspapiermaschine, Bj. 1959, 1978/103
Karl Frank GmbH, Weinheim: Mahlgrad-Prüfgerät und Flächengewichtswaage, 1977/1294 und 1295
Schmidt-Pauly, H., Pullach: Falzprüfgerät nach Schopper, Bj. 1932, 1978/61
Voith-GmbH, Heidenheim: Laborholländer, Bj. 1977, 1977/1323

Photographie
Kinnigkeit, Peter, Wolfratshausen: Kamera »Stereo Graphic« mit 2 Objektiven, 1977/1298
Schultz, Dodo, Kronberg: Lumière-Platte, Bj. 1910, 1978/98 a bis c
St.-Elisabethen-Verein, München: Projektor für Filmschleifen und Diapositive, Bj. 1919, 1977/1299

Physik
Fa. Degussa, Wolfgang: Spektral-Photometer, Herst. Leitz, 1978/102
IM-Chemie, Wermelskirchen: gaskinetisches Atommodell, 1978/106; Atommodell nach Thomson, 1978/107
Leitz, Wetzlar: Stereomikroskop mit Transformator und Doppelleuchte, Bj. 1978, 1978/91 a und b; Polarisationsmikroskop mit Beleuchtungseinrichtung, Bj. 1978, 1978/92
Leybold-Heraeus GmbH & Co. KG, Köln: fahrbarer Rootspumpstand, heliumdicht, Bj. 1978, 1978/40; Gefriertrockenanlage, Bj. 1977, 1977/1328; Aufdampfanlage, Bj. 1977, 1977/1329
Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching: Funkenkammer zum Nachweis der Höhenstrahlung, 1978/114
Phywe AG, Göttingen: Demonstration zur Neutronenaktivierung von Silber, 1978/115 a bis f; Drehspulinstrument, Bj. 1977, 1978/160; elektronischer Digitalzähler, Bj. 1977, 1978/161; Experimentier-Motor, Bj. 1977, 1978/162; Impulsratenmesser, Bj. 1977, 1978/163; Wasserwellengerät Bj. 1977, 1978/164; Verstärker, Bj. 1977, 1978/165; 2 Vielfach-Meßinstrumente, Bj. 1977, 1978/166 und 167; 3 Stelltransformatoren mit Gleichrichter, Bj. 1977, 1978/168 bis 170; Gleichstrom-Meßverstärker, Bj. 1977, 1978/171; Zweistrahl-Oszillograph, Bj. 1977, 1978/172
Wild, Heerbrugg: Photomakroskop, Photoautomat mit Zubehör, Bj. 1978, 1978/192 a bis g

Schiffahrt
Apparatebau Gauting GmbH, Gauting: Wendezeiger für Binnenschiffe, Bj. 1964, 1978/97
Dabrovich, L. Alex, Istanbul: Floß aus Ziegenbälgen, 1977/1320
Klepper-Werke, Rosenheim: Sportboot Aerius II mit Besegelung, Bj. 1956, 1978/113
Volkswagenwerk AG, Wolfsburg: Modell des Autotransportschiffs MS Dyvi Kattegat, Bj. 1977, 1977/1337
Volvo Penta, Berlin: Bootswendegetriebe mit Propellern, 1978/155
Werft Nobiskrug GmbH, Rendsburg: Modell des Bundesbahnfährschiffs MF Deutschland, Bj. 1972, 1978/132

Schreib- und Drucktechnik
Erhard, München: Tiegeldruckpresse mit Farbwerk, System Boston, 1978/188; Setzregal, 15 Setzkästen mit Schrifttypen, 1978/189
Carlsson, Dr. Anni, Tübingen: Typenhebelschreibmaschine, Bj. 1915, Herst. L.C. Smith & Bros, 1978/62
Gmähle, München: Typenhebelschreibmaschine, Bj. um 1900, Herst. Remington, Type Standard Typewriter
Keller, Kurt, Offenbach: Modell einer Horizontal-Reproduktionskamera, Herst. Hohlux, 1978/93
Kronstein, Dr. Manfred, München: Schreibmaschine »Noiseless«, Bj. 1952, Herst. Remington, 1978/57
Städtisches Vermessungsamt, München: Photosetzmaschine, Bj. 1960, 1978/119

Technische Chemie
Siemens AG und Varta AG, Erlangen: Brennstoffzellen-Unteraggregat, Bj. 1974, 1977/1339

Zeitmessung
Siemens AG, Erlangen: Testgerät für Reaktionsschnelligkeit, Bj. 1960, 1978/199

Leistungen zum 75jährigen Jubiläum
Bayer AG, Leverkusen, und Bayerischer Rundfunk, München: Musikdarbietungen
Fa. Heiden, München: Flaggenschmuck für den Kongreßsaal
Landeshauptstadt München, Stadtgartendirektion: Blumenschmuck
Paulaner-Salvator-Thomasbräu AG, München: Bierstiftung und leihweise Überlassung eines Bierzelts

Unsere Autoren

Max Burger (1920). Studium des allgemeinen Maschinenbaus in München. Tätigkeit in oberbayerischen Kohlebergwerken. Im Deutschen Museum seit 1947, ab 1963 als Abteilungsleiter.

Dr. phil. *Roland Häfner* (1903). Studium des Maschinenbaus an der Technischen Hochschule München, der Musik an der Akademie der Tonkunst München, der Musikwissenschaft an der Universität München; 1936 dort Promotion und Lehrauftrag für Tonsatz und Kontrapunkt. Ab 1948 als Musikwissenschaftler, Theoretiker und stellvertretender Direktor am damaligen Bayerischen Staatskonservatorium der Musik Würzburg tätig. Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen und Kompositionen für Kammermusik, Kammerorchester und Oper.

Robin Kinross (1949). Studium der englischen Sprache und der Typographie. Zweijährige Forschungstätigkeit am Nachlaß Otto Neuraths. Gegenwärtig Lehrauftrag des Departments of Typography & Graphic Communication an der Universität Reading und ebenfalls dort Arbeit an einem Katalog der »Otto and Marie Neurath Isotype Collection«.

Jörg Walter Koch (1939). Ab 1960 Mitarbeiter des Museums am Ostwall, Dortmund, und der Neuen Sammlung (Staatliches Museum für angewandte Kunst), München. 1970 bis 1974 Direktor des Badischen Kunstvereins, Karlsruhe. Ab 1976 eigene Galerie für moderne Kunst und verwandte Gebiete in München. Mitarbeit bei Ausstellungsprojekten in Europa und in den USA.

Dr. *Otto Krätz* (1937). Studium der Chemie an der Ludwig-Maximilian-Universität in München. Am Forschungsinstitut für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik des Deutschen Museums als Liebig-Stipendiat, dann als wissenschaftlicher Assistent. Tätigkeit in der Abteilung Chemie des Deutschen Museums, seit 1973 als Leiter. Vom gleichen Jahr an Lehrauftrag für die Geschichte der Chemie an der Ludwig-Maximilian-Universität München. Mitherausgeber der Reihe »arborscientiarum — Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte«. Vorstandsmitglied der Fachgruppe »Geschichte der Chemie« in der Gesellschaft Deutscher Chemiker.

Dipl.-Chem. *Claudia Krüll* (1948). Studium der Chemie, der Zeitungswissenschaften, der Geschichte und der Geschichte der Naturwissenschaften an der Universität München. Seit 1976 am Forschungsinstitut für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik des Deutschen Museums; zunächst zur wissenschaftlichen Bearbeitung des Hermann-Staudinger-Nachlasses im Rahmen eines Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft, seit 1977 als wissenschaftliche Assistentin.

Dr. *Fritz Leuschner* (1920). Studium der Berufspädagogik an der Technischen Hochschule Dresden mit dem Abschluß als Diplom-Gewerbelehrer. Tätigkeit als Assistent bzw. Oberassistent am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik mit dem Schwerpunkt Technische Museen und Technische Denkmale. 1967 Promotion an der Humboldt-Universität Berlin. Seit 1969 Direktor des Technischen Museums Dresden.

Dr. *Rainer Schwenn* (1941). Studium der Experimentalphysik an der Technischen Hochschule München. Wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Max-Planck-Instituten für Plasmaphysik und (seit 1971) für extraterrestrische Physik, Garching.

Ing. grad. *Max Seeberger* (1940). Vier Jahre Tätigkeit als Feinoptiker bei der Firma Rodenstock, München. Ingenieurstudium am Oskar-von-Miller-Polytechnikum, München; als Ingenieur bei Rodenstock und am Eichamt München beschäftigt. Seit 1972 am Deutschen Museum als Sachbearbeiter für Geodäsie und Geophysik, Mitarbeit in der Abteilung Physik.

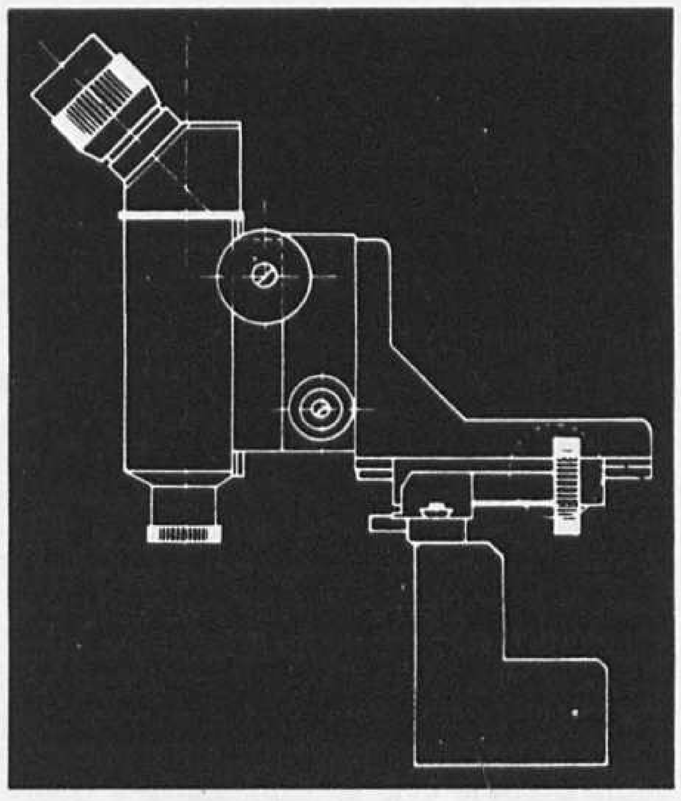
Die große internationale Zeitschrift für Malerei, Plastik, Graphik, Architektur und Wohnkultur

die Kunst
und
das schöne Heim

Spiegelbild des vielseitigen Kunstgeschehens unserer Zeit

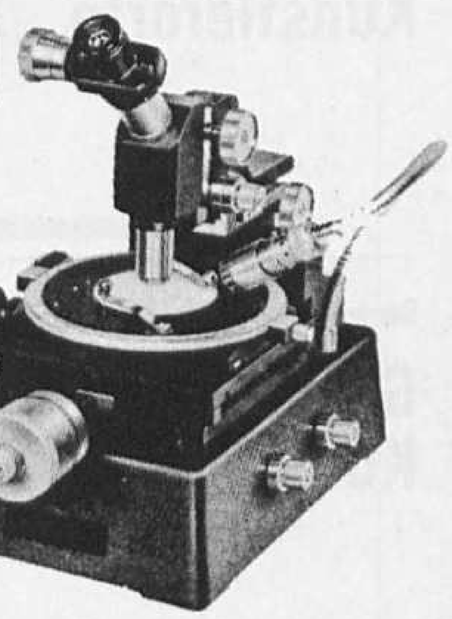
Immer lebendig, kritisch, aktuell. Informiert in großzügig, meist farbig illustrierten Beiträgen über alte, neue und progressive Kunst, über Namen, Richtungen und Trends, Ausstellungen und Auktionen — über alles, was die lebendige Kunstszenerie heute ausmacht.
Bilden Sie sich selbst ein Urteil: Verlangen Sie ein kostenloses Probeheft und die Bezugsbedingungen direkt vom

VERLAG KARL THIEMIG
Postfach 90 07 40 D-8000 München 90



UHL
Wetzlar - Asslar

Optisch-mechanische Bauteile



Meß- und Prüfmikroskope

Mikromanipulatoren

OPTISCH FEINMECHANISCHE WERKSTÄTTE
OSKAR UHL · 6334 ASSLAR · MÜHLWEG 34
TELEFON (06441) 88603

Mehrzweck-anlage Rhein-Main-Donau-Wasserstraße

Frachtgünstiger Verkehrsweg

Umweltfreundliche und krisensichere Energie

Wasser für Franken

Flußsanierung und Hochwasserschutz

RHEIN-MAIN-DONAU AG
MÜNCHEN

Mainstaustufe Marktbreit

Gerhard Wietek

Deutsche Künstlerkolonien und Künstlerorte

216 Seiten mit 191 Abbildungen, 35 davon in Farbe. Format 21×26,5 cm. Ganzleinenband mit mehrfarbigem Schutzumschlag und Schuber. ISBN 3-521-04061-5 **DM 68,—**

Ein bisher fast vergessenes Kapitel der neueren deutschen Kunstgeschichte wird hier erstmalig umfassend behandelt. Besonderen Wert besitzt die Publikation durch die einführende kulturhistorische Einordnung, eine Übersichtskarte der Standorte, ein Register mit 584 Künstlernamen, ein umfassendes Literaturverzeichnis, Namen-, Orts- und Sachregister sowie eine synchronoptische Übersicht, die eine Verbindung herstellt zwischen Künstleraufenthalten, Kunstwerken und den kulturhistorischen Ereignissen.

Gerhard Wietek

Gemalte Künstlerpost

224 Seiten mit 162 Farbabbildungen, meist im Format der Originale. Format 21×26,5 cm. Ganzleinenband mit 2fbg. Schutzumschlag und Schuber. ISBN 3-521-04073-9 **DM 120,—**

Mit diesem **durchgehend farbig** illustrierten Buch verfolgt der Autor die Geschichte der modernen Malerei am Beispiel gemalter oder gezeichneter Karten und Briefe deutscher Künstler von der Jahrhundertwende bis zur Gegenwart. **Erstmals werden die wichtigsten Entwicklungsphasen der Malerei in Deutschland während unseres Jahrhunderts auf einem bisher kaum beachteten und zwischen Spiel und Ernst scheinbar am Rande künstlerischen Tuns liegenden Feld sichtbar gemacht.** Doch gerade bildende Künstler haben das neue Medium — die um 1870 im deutschsprachigen Raum eingeführte Postkarte — auf vielfältige Weise genutzt.

Bitte fordern Sie Einzelprospekte an.

Verlag Karl Thiemig
Postfach 900740
8000 München 90

B&S

Wir produzieren Sauberkeit

Service und Dienstleistungen
Berghammer u. Schlegel OHG
Dachauer Straße 112 a
8000 München 19

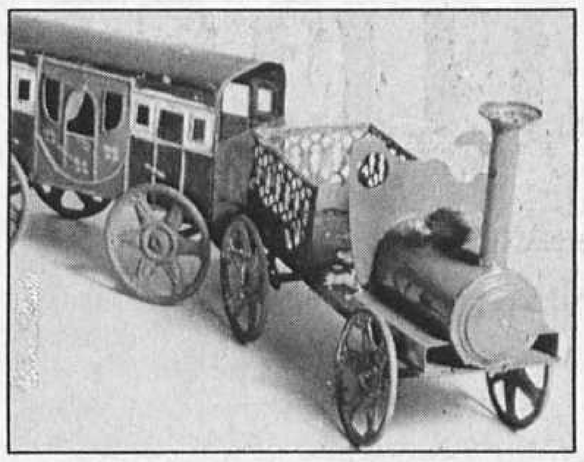
Tag und Nacht Telefon 089/185543

Arbeitsfirma des Deutschen Museums

Bild- und Quellennachweis

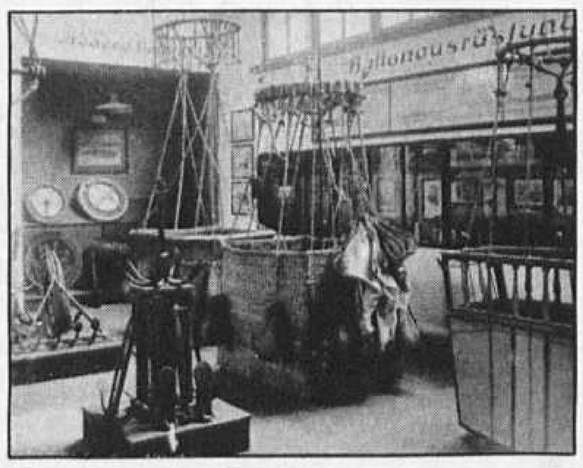
Bildarchiv des Max-Planck-Instituts für Physik und Astrophysik (Institut für extraterrestrische Physik), Garching: Umschlagbild. Prof. Dr. M. Waldmeier, Eidgenössische Sternwarte Zürich: S. 8. MBB-Archiv, München: S. 12. Technische Universität Dresden und Universitäts-Film- und -Bildstelle, Dresden: Seite 16—20. Herbert Klophaus, München: S. 25. Hildegard Steinmetz, München: S. 27. Artemis Verlags-GmbH, München: Faksimile des Briefes Nr. 954 aus E. T. A. Hoffmanns Briefwechsel, mit freundlicher Genehmigung des Verlages: S. 27. Sigrid Neubert, München: Seiten 28, 30 und 31 (links). Robert A. Schäfer: S. 31 (rechts). Aus: »CARTOON 77« — offizieller Katalog der 2. Weltausstellung der Karikatur Berlin, mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers: S. 36. Zeiss-Archiv, Oberkochen: S. 42 (unten). Aus: »Hünerfauth & Wolkenstein«, Katalog zur Ausstellung in der Galerie Jörg Walter Koch, München: S. 29 (rechts). Robert A. Schäfer, München: S. 31. Alle übrigen Fotos aus dem Archiv des Deutschen Museums München.

Vorschau



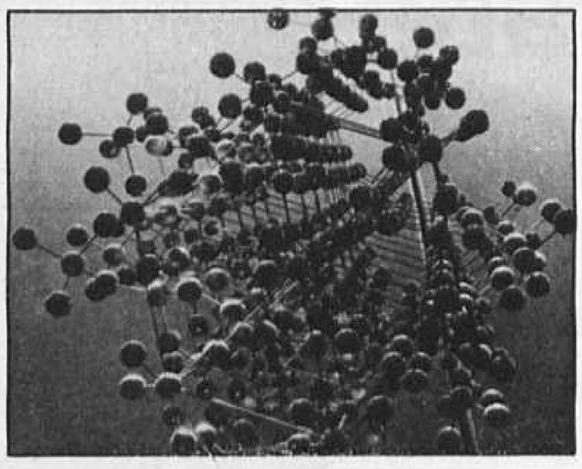
Man kennt die Szene: Auf Knien rutscht der Vater am Fußboden, um sich herum hat er eine Eisenbahnanlage aufgebaut. Sein Filius darf zusehen, mehr nicht. In brüderlicher Übereinstimmung »veredelten« Industrie und erwachsene Käufer das Kinderspielzeug. *(Uwe Reher)*

Eine Fortsetzung der »Dokumenta« wird Magnetismus und Elektrizität zum Thema haben. Die Lehre vom Magnetismus beginnt mit Petrus Peregrinus' »Epistula de magnete« (1269) und William Gilberts Buch »De magnete« (1600).

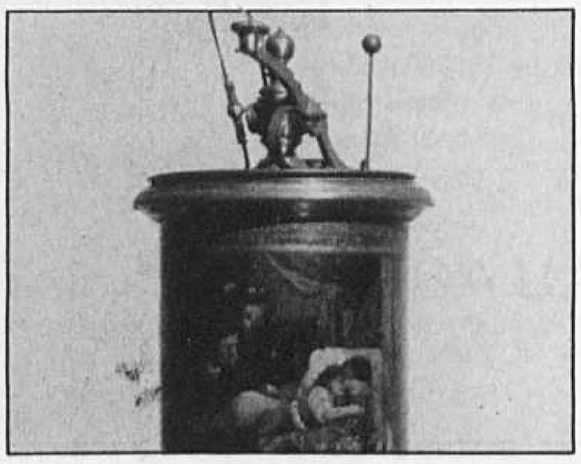


Die drei Jahre von der Gründung des Deutschen Museums 1903 bis zur Grundsteinlegung 1906 haben genügt, die Themen und Impulse festzulegen, die ein Dreivierteljahrhundert lang seine Geschichte bestimmt haben. Der Generaldirektor des Hauses beschreibt sie vom heutigen Standpunkt aus. *(Theo Stillger)*

Erinnerungen an die optische Telegraphie — die vor eineinhalb Jahrhunderten das Zeitalter der Telegraphie eröffnete — weckt die letzte noch erhaltene Station Nr. 50 der Linie Berlin—Koblenz. *(Hans Joachim Holz)*



Gleichmaß, Ebenmaß, harmonischer Zusammenhang, all dies sind Wörter, die man mit dem Begriff Symmetrie verbindet. Diese Vielfalt der Bedeutungen betrachtet man aus mathematisch-ästhetischer Sicht. *(Michael Otte)*



Die Entwicklung der Lackmalerei um 1800 ist ein bemerkenswertes Beispiel für die beginnende Vermarktung der sogenannten hohen Kunst. Auf Artikel des täglichen Bedarfes wurden miniaturisierte Gemälde bedeutender Meister übertragen. Dies hatte die Entstehung neuer Lacktechniken im Gefolge. *(Birgit Rehfuß)*

Vom Nutzen der Frankfurter Allgemeine Zeitung.

ZEITUNG FÜR DEUTSCHLAND

Zum Beispiel das Thema Literatur.

Der Börsenverein des Deutschen Buchhandels hat die Frankfurter Allgemeine Zeitung einmal als die „buchfreundlichste Tageszeitung" bezeichnet - ein andermal hieß es: „Die Frankfurter Allgemeine Zeitung ist der wichtigste Reflektor in Sachen Buch".

Auf diesen Lorbeeren ruhen wir nicht aus. Das Lob fordert uns - fordert aber auch die Frage heraus, was wohl so viel Literatur in einer Tageszeitung zu suchen hat.

Nun, wir meinen, daß Buch und Tageszeitung nicht nur das geschriebene und gedruckte Wort gemeinsam haben, sondern daß sie sich im geistigen Bereich ideal ergänzen. Um es überspitzt auszudrücken: Da, wo die Tageszeitung aufhört, fängt das Buch an. Wenn die Tageszeitung das wiederspiegelt und kommentiert, was ist, dann schafft das Buch die Bezüge zu dem was war, was sein wird, was sein soll oder werden soll.

Die Frankfurter Allgemeine Zeitung versteht sich in Sachen Buch als Mittler oder, wenn man so will, als Vermittler. Im Feuilleton erscheinen täglich unter der Rubrik „Literatur" Rezensionen vornehmlich belletristischer Werke. Einmal in der Woche - am Samstag - wirkt die Literaturkritik gleichsam glänzend. Dann darf sie auf das „glänzende" Papier der Tiefdruckbeilage „Bilder und Zeiten". Für die Ehre zeigt sie sich erkenntlich, indem sie die wichtigsten und interessantesten Bücher auf dieser Seite plaziert. Neue Romane prominenter in- und ausländischer Autoren, große Gesamtausgaben, Briefsammlungen bedeutender Persönlichkeiten, wichtige Künstlermonographien, aber auch wissenschaftliche Werke zur Literatur, über ästhetische und philosophische Fragen, erscheinen hier.

Politische Bücher werden regelmäßig im politischen Teil, Wirtschaftsbücher im Wirtschaftsteil und Sachbücher unter einer besonderen Rubrik im Feuilleton besprochen.

Mehrmals im Jahr - im Rhythmus des Buchmarktes - erscheint die große Literaturbeilage der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, die zusammen mit der im Feuilleton veröffentlichten Auflistung der „Frühjahrs- und Herbstproduktion der Verlage" einen umfassenden Überblick über die aktuellen Neuerscheinungen auf dem Buchmarkt bietet.

Literatur selbst stellen wir dem Leser mit Vorabdrucken von Romanen in täglichen Fortsetzungen vor - wenn man zurückblickt, eine stattliche Versammlung prominenter Autoren und bedeutender Werke. In der Wochenendbeilage erscheinen Erzählungen und regelmäßig die „Frankfurter Anthologie" - eine beispielhafte oder beispiellose Einrichtung. Hier werden ausgewählte Verse aus der deutschen Lyrik vorgestellt und interpretiert.

Nicht zuletzt verstehen wir als Leserservice in Sachen Buch die Vielzahl von Anzeigen, mit denen die Verlage selbst in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung und im „Literaturblatt" auf die von ihnen herausgegebenen Titel hinweisen - Literatur ist eben auch ein Markt.

Dies ist ein Beispiel aus der Fülle des Angebots der Frankfurter Allgemeinen Zeitung an Nachrichten und Kommentaren aus allen Bereichen des nationalen und internationalen Tagesgeschehens - übersichtlich gegliedert in täglich drei separate Produkte: Politik mit Deutschland und die Welt, Wirtschaft mit Sport und Feuilleton mit dem aktuellen Fernsehprogramm. Hinzu kommen die regelmäßigen Sonderteile: Mittwochs *Natur und Wissenschaft* mit dem *Motorteil,* donnerstags das *Reiseblatt* und samstags die Wochenendbeilage *Bilder und Zeiten* sowie mehrmals im Jahr das *Literaturblatt* und die *Schallplatten- und Phono-Beilage.* Am Freitag erscheint der große Immobilienanzeigenteil und am Samstag der überregionale Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte.

Bestell-Coupon

Ich bestelle hiermit vom nächstmöglichen Termin an bis auf weiteres, jedoch für mindestens sechs Monate, die Frankfurter Allgemeine Zeitung im Abonnement zum monatlichen Bezugspreis von 18,80 DM frei Haus (im Ausland 22,- DM).

Vor- und Zuname

Straße/Hausnummer

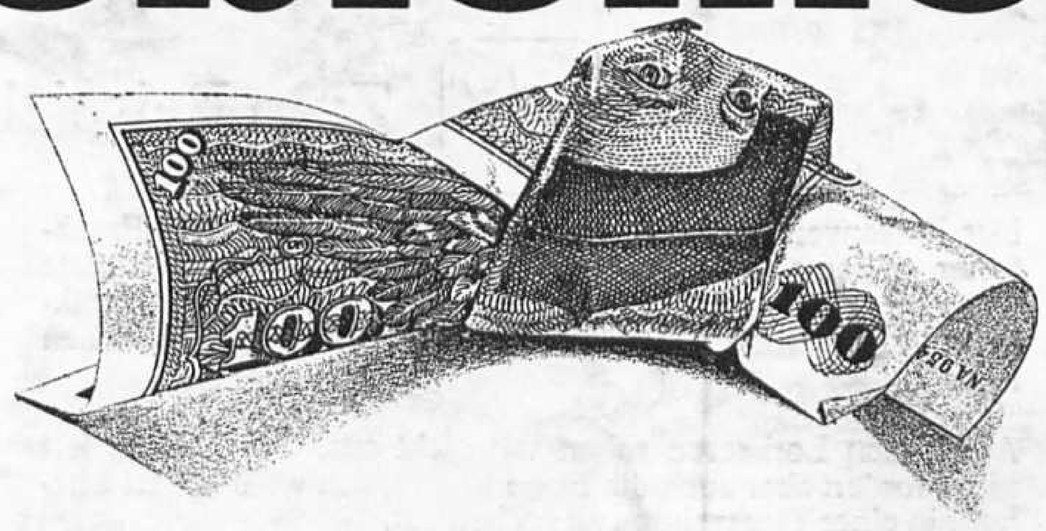
PLZ/Wohnort/Land

Datum/Unterschrift

Frankfurter Allgemeine
ZEITUNG FÜR DEUTSCHLAND
Postfach 2901 - D-6000 Frankfurt am Main 1

Man muß sie täglich lesen

Wir lösen alle Geldprobleme



Wie kann ich 50000 Mark richtig anlegen? Wie sichere ich mich und meine Familie für die Zukunft ab? Welche Finanzierungsprogramme kann ich in Anspruch nehmen? Das sind nur einige der Fragen und Probleme, die uns täglich gestellt werden.

Wir wissen nicht, welches Geldproblem Sie gerade haben. Aber – wir lösen es. Mit Sachverstand und Freundlichkeit. Sprechen Sie mit den Spezialisten der Raffeisenbank.

Die Bank mit dem freundlichen Service:

RAIFFEISENBANK